

Šumarski list

Znanstveno, stručno i staleško glasilo Hrvatskoga šumarskog društva
Scientific and Professional Journal of the Croatian Forestry Society

ISSN 0373-1332

e-ISSN 1846-9140

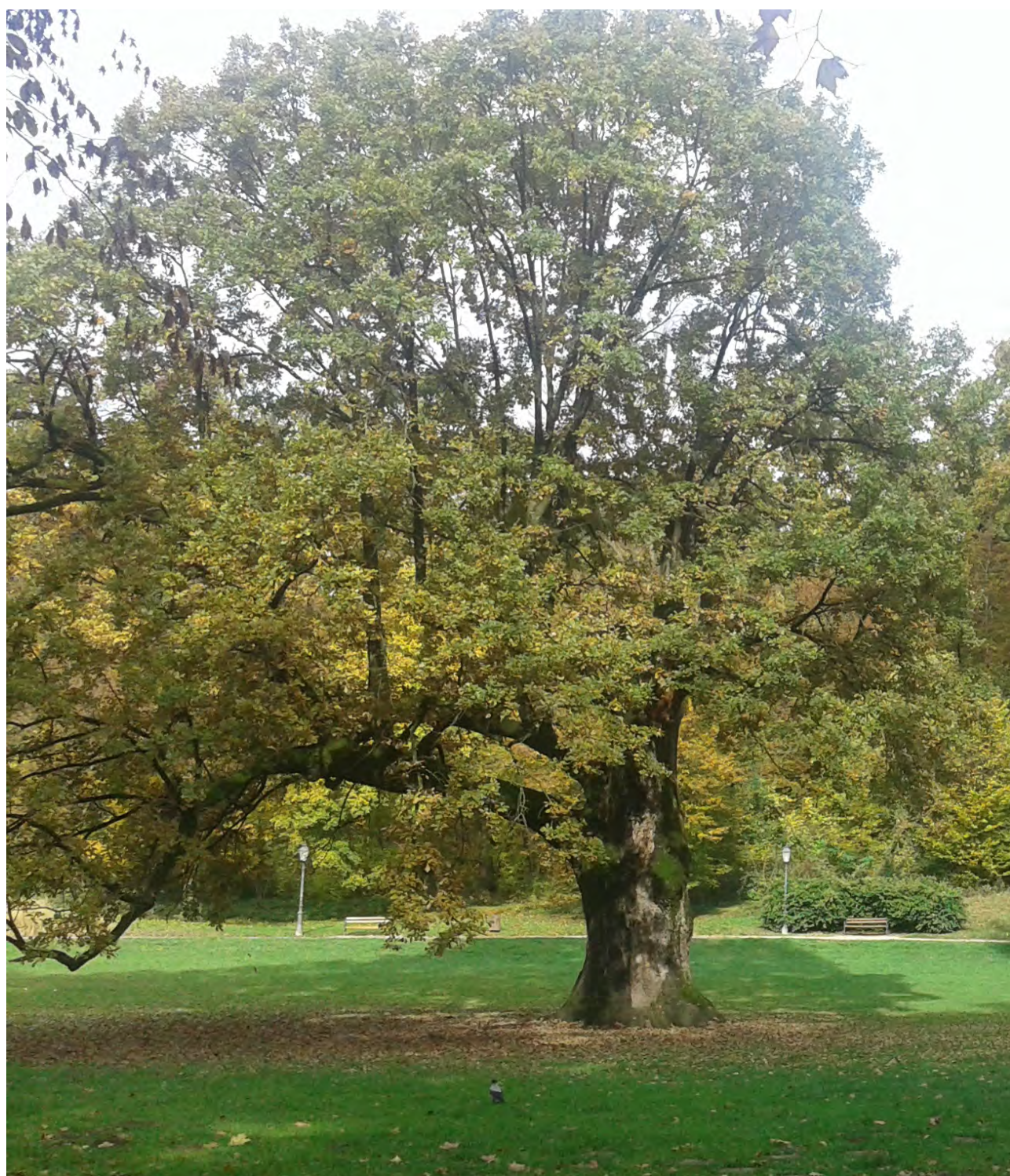
DOI: 10.31298/sl

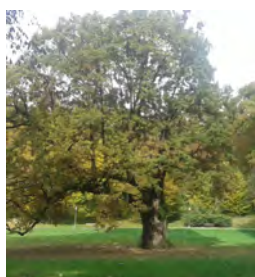
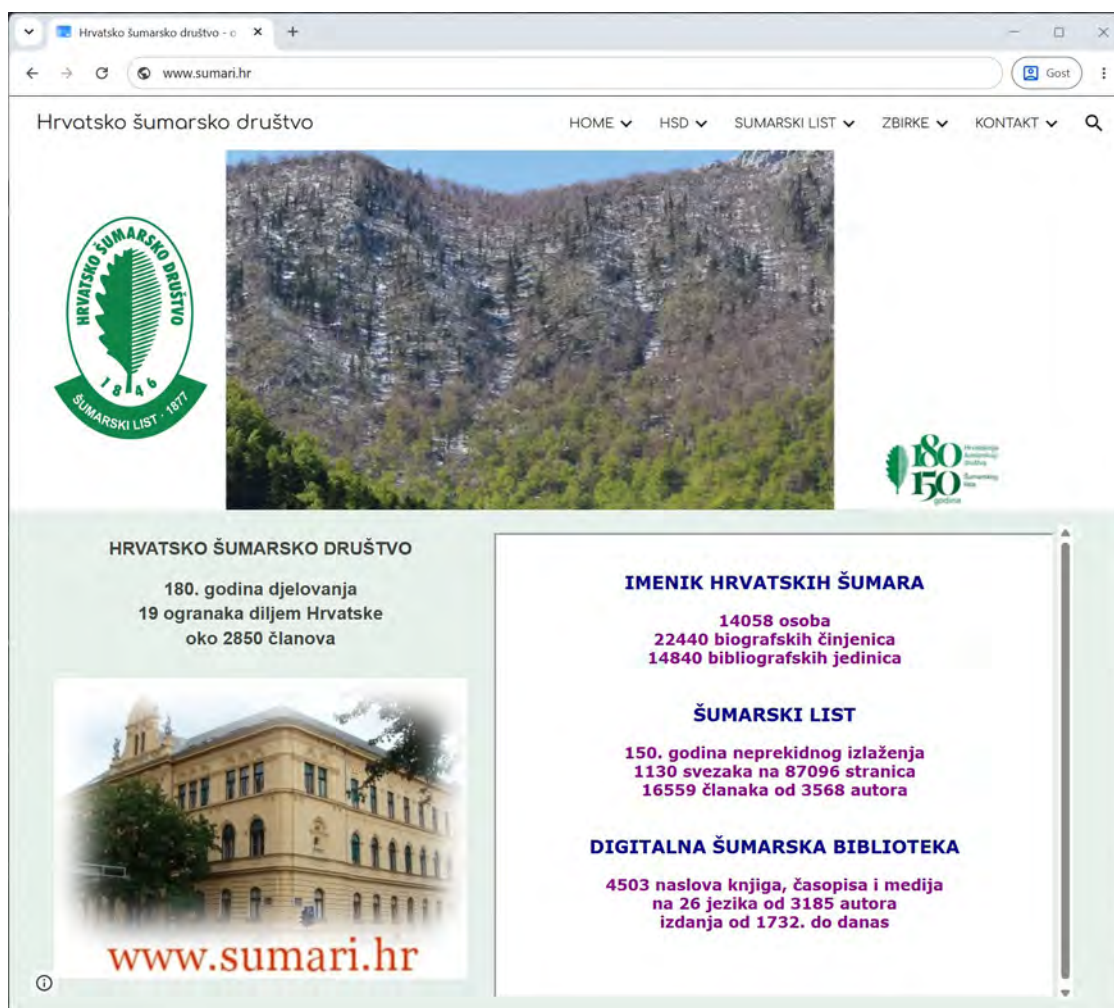


5-6

2026

GODIŠTE 150.
Zagreb, 2026.





Naslovna stranica – Front page:

In memoriam Dedek.

Hrast lužnjak u park-šumi Maksimir,
pao u oluji u svibnju 2026.

Pedunculate oak in the Maksimir
park-forest, fell in a storm in 2026.

(Foto: Damir Dramalija)

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 – Šumarski list Online
Prijava radova – Manuscript submission

<https://sumlist.online>

Izdavač:
HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO

Publisher:
CROATIAN FORESTRY SOCIETY

Suizdavač:
Hrvatska komora inženjera šumarstva i drvne tehnologije

Financijska pomoć Ministarstva znanosti, obrazovanja i mladih.

Dizajn i grafička priprema: Branko Meštrić

Tisak: CBprint – Samobor

Izlazi dvomjesečno
Naklada 1550 primjeraka

Šumarski list

Znanstveno, stručno i staleško glasilo Hrvatskoga šumarskog društva
Scientific and Professional Journal of the Croatian Forestry Society

ISSN: 0373-1332

e-ISSN: 1846-9140

DOI: 10.31298/sl

Uređivački savjet – Editorial Council

Akademik Igor Anić
Emil Balint, dipl. ing. šum.
Mr. sc. Boris Belamarić
Daniela Cetinjanin, dipl. ing. šum.
David Crnić, dipl. ing. šum.
Mr. sp. Mandica Dasović
Mr. sc. Damir Delač
Damir Dramalija, dipl. ing. šum.
Anto Glavaš, dipl. ing. šum.
Goran Gobac, dipl. ing. šum.
Mr. sc. Goran Gregurović
Prof. dr. sc. Marijan Grubešić

Prof. emer. dr. sc. Boris Hrašovec
Prof. dr. sc. Marilena Idžojić
Krešimir Jakupak, dipl. ing. šum.
Prof. dr. sc. Vladimir Jambrečković
Marina Juratović, dipl. ing. šum.
Josip Kovačić, 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.
Damir Miškulin, dipl. ing. šum.

Krešimir Pavić, dipl. ing. šum.
Martina Pavičić, dipl. ing. šum.
Doc. dr. sc. Sanja Perić
Darko Posarić, dipl. ing. šum.
Ante Šimić, dipl. ing. šum.
Prof. dr. sc. Ivica Tikvić
Mr. sc. Dalibor Tonc
Davor Topolnjak, dipl. ing. šum.
Izv. prof. dr. sc. Dinko Vusić
Dr. sc. Silvija Zec
Dražen Zvirotić, dipl. ing. šum.

Urednički odbor – Editorial Board

Šumski ekosustavi – Forest Ecosystems

Prof. dr. sc. Dario Baričević

urednik područja – *Subject Editor*

Prof. dr. sc. Željko Škvorc, izv. prof. dr. sc. Martina Temunović

Šumarska botanika – *Forest Botany*

Doc. dr. sc. Irena Šapić, dr. sc. Jasnica Medak

Šumarska fitocenologija – *Forest Phytocoenology*

Izv. prof. dr. sc. Krunoslav Sever, dr. sc. Ivan Seletković

Fiziologija i ishrana bilja – *Physiology and Nutrition of Plants*

Izv. prof. dr. sc. Igor Poljak

Dendrologija – *Dendrology*

Izv. prof. dr. sc. Ida Katičić Bogdan, dr. sc. Mladen Ivanković

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

Izv. prof. dr. sc. Ivan Perković

Šumarska pedologija i gospodarenje tlom – *Forest Pedology and Soil Management*

Prof. dr. sc. Marijan Grubešić, prof. dr. sc. Krešimir Krapinec, izv.

prof. dr. sc. Kristijan Tomljanović

Lovstvo – *Wildlife Management*

Uzgojanje šuma – Silviculture

Akademik Igor Anić

urednik područja – *Subject Editor*

Izv. prof. dr. sc. Stjepan Mikac

Prirodno uzgojanje šuma – *Close-to-Nature Silviculture*

Prof. dr. sc. Damir Ugarković

Ekologija i bioklimatologija – *Forest Ecology and Bioclimatology*

Doc. dr. sc. Sanja Perić

Šumske kulture – *Forest Cultures*

Dr. sc. Lukrecija Butorac

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

Dr. sc. Nenad Potočić

Monitoring šumskih ekosustava – *Forest Ecosystem Monitoring*

Šumarske tehnike i tehnologije – Forest Engineering

Prof. dr. sc. Tomislav Poršinsky

urednik područja – *Subject Editor*

Izv. prof. dr. sc. Andrea Đuka, izv. prof. dr. sc. Dinko Vusić

Pridobivanje drva i drvni šumski proizvodi – *Timber Harvesting and Wood Forest Products*

Prof. dr. sc. Marijan Šušnjar

Mehanizacija u šumarstvu – *Mechanization in Forestry*

Prof. dr. sc. Tibor Pentek

Šumske prometnice – *Forest Roads*

Izv. prof. dr. sc. Matija Landekić

Poslovni proces i sigurnosti rada u šumarstvu – *Business Process and Occupational Safety in Forestry*

Doc. dr. sc. Iva Ištók Pandur

Znanost o drvu i tehnologija drva – *Wood Science and Wood Technology*

Zaštita šuma – Forest Protection

Prof. dr. sc. Danko Diminić

urednik područja – *Subject Editor*

Fitofarmacija u zaštiti šuma – *Phytopharmacy in Forest Protection*

Dr. sc. Milan Pernek

Integralna zaštita šuma – *Integral Forest Protection*

Izv. prof. dr. sc. Jelena Kranjec Orlović

Šumarska fitopatologija – *Forest Phytopathology*

Dr. sc. Dinka Matošević

Šumarska entomologija – *Forest Entomology*

Prof. dr. sc. Josip Margaletić

Zaštita od sitnih glodavaca – *Protection Against Small Rodents*

Izmjera i kartiranje šuma – Forest Mensuration and Mapping

Prof. dr. sc. Ante Seletković

urednik područja – *Subject Editor*

Dr. sc. Ivan Balenović, izv. prof. dr. sc. Jelena Kolić

Daljinska istraživanja i GIS u šumarstvu – *Remote Sensing and GIS in Forestry*

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*

Uređivanje šuma – *Forest Management*

Izv. prof. dr. sc. Krunoslav Teslak

urednik područja – *Subject Editor*

Prof. dr. sc. Jura Čavlović

Uređivanje šuma – *Forest Management*

Prof. dr. sc. Stjepan Posavec

Šumarska ekonomika i marketing u šumarstvu – *Forest Economics and Marketing in Forestry*

Dr. sc. Hrvoje Marjanović

Pohrana ugljika – *Carbon Storage*

Urbano šumarstvo, zelena infrastruktura i zaštita prirode – *Urban Forestry, Green Infrastructure and Nature Protection*

Izv. prof. dr. sc. Vinko Paulić

urednik područja – *Subject Editor*

Arborikultura – *Arboriculture*

Prof. dr. sc. Ivica Tikvić

Ekologija i usluge urbanih šumskih ekosustava – *Ecology and Urban Forest Ecosystem Services*

Prof. dr. sc. Damir Barčić

Zaštita prirode – *Nature Protection*

Izv. prof. dr. sc. Kruno Lepoglavec

Zelena infrastruktura i rješenja temeljena na prirodi – *Green Infrastructure and Nature-based Solutions*

Dr. sc. Silvija Krajter Ostoić

Upravljanje urbanim šumskim ekosustavima – *Urban Forest Ecosystem Governance*

Povijest šumarstva, šumarska politika, Hrvatsko šumarsko društvo – *Forestry History, Forest Policy, Croatian Forestry Society*

Oliver Vlanić, dipl. ing. šum.

urednik područja – *Subject Editor*

Staleške vijesti, šumarsko zakonodavstvo – *Forestry-related News, Forest Legislation*

Mr. sp. Mandica Dasović

Povijest šumarstva – *Forestry History*

Branko Meštrić, dipl. ing. šum.

Šumarske bibliografije, izdavaštvo i mediji – *Forestry Bibliography, Publishing and Media*

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

Professor Jane Acevski, PhD

Professor Vlatko Andonovski, PhD

Professor Dalibor Ballian, PhD

Professor Faruk Bogunić, PhD

Professor Andrej Bončina, PhD

Professor Robert Brus, PhD

Thomas Cech, PhD

Professor Andraž Čarni, PhD

Professor Mirza Dautbašić, PhD

Professor Jurij Diaci, PhD

Professor Lucio Montecchio, PhD

Associate Professor Radek Pokorný, PhD

Professor Milan Saniga, PhD

Professor Bojan Simovski, PhD

Professor Kiril Sotirovski, PhD

Professor Karl Stampfer, PhD

Savjetodavni odbor – *Advisory Board*

Akademik Vladimir Beus

Prof. dr. sc. Milan Glavaš

Prof. emer. dr. sc. Boris Hrašovec

Mr. sc. Petar Jurjević

Prof. dr. sc. Davorin Kajba

Dr. sc. Vlado Topić

Prof. emer. dr. sc. Josko Vukelić

Glavna i odgovorna urednica – *Editor-in-Chief*

Prof. dr. sc. Marilena Idžojić

Lektorica – *Language Editor*

Nina Bađun, mag. philol. angl.

Korektor – *Proofreader*

Oliver Vlanić, dipl. ing. šum.

Tehnički urednik, dizajn i grafička priprema – *Technical Editor, Layout Design and Typesetting*

Branko Meštrić, dipl. ing. šum.

Znanstveni članci podliježu međunarodnoj recenziji. Recenzenti su doktori znanosti u Hrvatskoj i drugim zemljama, prema odluci Uredništva.

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

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

Scientific articles are subject to international peer review. Reviewers are doctors of science from Croatia and other countries, appointed by the Editorial Board.

Based on the opinion of the Ministry of Science, Education and Youth of the Republic of Croatia, *Šumarski list* 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 Croatian scientific and professional journals (Hrčak) et al.

CJENIK OGLAŠAVANJA U ŠUMARSKOM LISTU:

cijela stranica 480 €, 1/2 stranice 240 €, 1/3 stranice 160 €, 1/4 stranice 120 €, 1/8 stranice 60 €. Sve cijene su s uključenim PDV-om.

SADRŽAJ

CONTENTS

Uvodnik – Editorial

Jesmo li previše očekivali od nositelja vlasti u posljednje dvije godine? – Did we expect too much from the government in the last two years?	193
--	-----

Izvorni znanstveni članci – Original Scientific Papers

https://doi.org/10.31298/sl.150.5-6.1 Alem Čolaković, Velid Halilović, Nazif Salihović, Muamer Dervišević, Ajdin Džananović Geospatial Analysis of Wildlife–Vehicle Collisions in the Federation of Bosnia and Herzegovina: Identification of High-risk Zones	195
https://doi.org/10.31298/sl.150.5-6.2 Vladan Popović, Sanja Lazić, Aleksandar Lučić, Aleksandar Vemić, Ljubinko Rakonjac, Biljana Filipović, Danijela Miljković Leaf Phenological Variability in <i>Fagus sylvatica</i> L. Seedlings from Contrasting European Provenances Across Two Growing Seasons	211
https://doi.org/10.31298/sl.150.5-6.3 Marija Milosavljević, Mara Tabaković-Tošić, Snežana Stajić, Suzana Mitrović, Zlatan Radulović, Zoran Poduška, Bojan Gavrilović Biocontrol Potential of Indigenous <i>Beauveria bassiana</i> Strain Against <i>Ips typographus</i> from Tara National Park Under Varying Temperature Regimes	219
https://doi.org/10.31298/sl.150.5-6.4 Hanife Erdoğan Genç, Melike Yazar, Nebahat Çimen, Salih Terzioğlu, Abdurrahman Semercioğlu, Caner Akgül, Ömer Suha Ceylan A Study on the Distribution of Geophyte Taxa in Trabzon Province in Türkiye	229
https://doi.org/10.31298/sl.150.5-6.5 Ivan Pilaš, Saša Bogdan, Vladimir Novotny, Matej Begić, Mladen Ivanković Međuklonska diferencijacija morfologije žirova hrasta kitnjaka (<i>Quercus petraea</i> (Matt.) Liebl.) u klonskoj sjemenskoj plantaži Novoselci – Interclonal Differentiation in Acorn Morphology of Sessile Oak (<i>Quercus petraea</i> (Matt.) Liebl.) in the Novoselci Clonal Seed Orchard	243

Popularni članci i društvene vijesti – General Articles and Society News

Iznimna stabla naših šuma Damir Dramalija Odlazak starog veterana: Zbogom Dedek!	253
Novi doktori znanosti Davor Perković Dr. sc. Silvija Zec	255
Iz povijesti šumarstva Uredništvo Poštanska marka Fran Žaver Kesterčanek	256
Oliver Vlanić Hrvatsko šumarsko društvo na 13. festivalu povijesti Kliofest	258

Šumarska znanost i struka

Irina Suša, Silvija Zec

Glavna saznanja iz izvješća : „Barijere i potrebe za veću uključenost djevojaka i mladih žena” izrađenog u sklopu Fem2forests projekta260

Znanstveni i stručni skupovi

Irena Franjić

Digitalno i participativno upravljanje urbanom šumom – projekt InterACT Green262

Nenad Potočić

Znanstvena konferencija ICP Forests: FORECOMON 2026 i 42. sastanak Radne skupine ICP Forests265

Knjige i časopisi

Vicko Ivančević

Milan Krmpotić: Mečava u Mrzlidolu267

Ivan Martinić

Predstavljeno novo izdanje vodiča za šumovlasnike269

Međunarodna suradnja

Marijan Grubešić

Posjet njemačkih šumara Hrvatskoj 271

Hrvatsko šumarsko društvo

Zapisnik 1. elektroničke sjednice Upravnog odbora HŠD 2026. godine274

Oliver Vlaineć

Terenski dio 1. sjednice Upravnog odbora HŠD 2026. godine283

MALA ŠUMARSKA KRONIKA288

In memoriam

Milan Saniga

Sjećanje na prof. dr. sc. dr. h. c. Štefana Korpela291

Hrvatsko šumarsko društvo Ogranak Karlovac

Dujo Pavelić, dipl. ing. šum. (18. 2. 1933. – 3. 4. 2026.)292



Jesmo li previše očekivali od nositelja vlasti u posljednje dvije godine?

Što Hrvatsko šumarsko društvo očekuje od budućih nositelja vlasti? Tako je glasio naslov Uvodnika Šumarskog lista broj 3–4 iz 2024. godine. Tekst je objavljen uoči parlamentarnih izbora kao javno priopćenje o tome što Hrvatsko šumarsko društvo kao strukovna i staleška udruga očekuje od budućih nositelja vlasti u Republici Hrvatskoj.

Obrazloženo je pet očekivanja s ciljem daljeg unapređenja potrajnog gospodarenja šumama i razvoja šumarskog i drvnotehnološkog sektora: 1. vraćanje termina šumarstvo u naziv resornog ministarstva; 2. uspostava tržišnih odnosa u prodaji drvnih proizvoda državnih šuma i poboljšanje statusa šumarskih stručnjaka; 3. strateško i zakonsko jačanje sektora šumarstva, lovstva i drvne industrije; 4. vraćanje naknade za općekorisne funkcije šuma (OKFŠ) na nekadašnju vrijednost i ravnomjerna raspodjela sredstava naknade OKFŠ za sve potrebe; 5. zaustavljanje davanja u zakup šumskog zemljišta i kontrola postojećeg stanja.

Danas, dvije godine poslije parlamentarnih izbora i uspostave nove vlasti u Republici Hrvatskoj, možemo sagledati je li bilo kakvih promjena s obzirom na naša očekivanja.

Termin šumarstvo vraćen je u naziv resornog ministarstva koji sada glasi Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i ribarstva. Time je ispravljena nepravda učinjena 2012. godine prema struci koja se 261 godinu brine za gotovo polovicu kopnene površine Hrvatske na kojoj se nalaze šume i šumska zemljišta.

Predstoji pregovarački proces između javnog šumoposjednika i hrvatske drvne industrije o uspostavi novog modela prodaje drvnih proizvoda iz državnih šuma. Koordinacija šumarskih institucija, održana u ožujku ove godine, usuglasila se da treba više vrednovati tržišni model prodaje uz određenu zaštitu domaće drvne industrije. To bi donijelo

veći prihod državi kao vlasniku šuma, jedinicama lokalne uprave i samouprave te šumarstvu koje je suočeno s rastućim izazovima i potrebama ulaganja u poboljšanje vitaliteta, stabilnosti i produktivnosti podjednako visokih šuma i degradiranih šuma te padom interesa za težak i odgovoran posao koji nije adekvatno plaćen.

Što se tiče strateškog i zakonskog jačanja sektora šumarstva, lovstva i drvne industrije ne vide se poboljšanja. Ističe se nužnost izrade Nacionalne šumarske strategije Republike Hrvatske, definirane Zakonom o šumama, koja će uvažiti sve aktualne zahtjeve prema šumama na nacionalnoj, europskoj i globalnoj razini te utjecaj klimatskih promjena na šume. Također se ističe potreba zaštite šumarske struke i kompetencija vezanih za radove na šumskoj infrastrukturi kao i potrebne promjene u Zakonu o lovstvu u cilju priznavanja prava stečenih obrazovanjem i radnim iskustvom.

Nije se dogodila promjena statusa naknade za općekorisne funkcije šuma (OKFŠ). Međutim, budući da je razminiranje Republike Hrvatske službeno završeno, predlaže se prikupljena sredstva ponovno koristiti za šumarske radove u državnim i privatnim šumama. Treba nastojati povećati stopu izdvajanja za općekorisne funkcije šuma jer šumarstvo ne može samo financirati rastuće potrebe sanacije, obnove, njege i zaštite šuma nakon šteta uzrokovanih sve češćom i intenzivnijom pojavom elementarnih nepogoda, štetnika i novih bolesti. Pozitivne promjene priželjkuju se u zaustavljanju davanja u zakup šumskog zemljišta i kontroli postojećeg stanja.

Na kraju zaključimo: pored toga što u Upravi jedinog upravljača svim državnim šumama više nemamo niti jednog šumara, malo toga od naših pet pobrojanih očekivanja je ostvareno.

Did we expect too much from the government in the last two years?

What does Croatian Forestry Society expect from the future government? This was the title of the Editorial of Šumarski list, issue 3–4 of 2024. The text was published ahead of the parliamentary elections as a public statement outlining what the Croatian Forestry Society, as a professional association, expected from the future government of the Republic of Croatia.

Five expectations were presented with the aim of further improving sustainable forest management and the development of the forestry and wood technology sector: 1) putting back the term “forestry” in the name of the relevant ministry; 2) the establishment of a market system for selling timber products from state forests and the improvement of the status of forestry professionals; 3) strategic and legislative strengthening of the forestry, hunting, and wood industry sectors; 4) restoring the fee for non-market forest functions (NMFF) to the former value and equal distribution of NMFF funds for all purposes; and 5) the suspension of leasing of forest land and control of the existing situation.

Today, two years after the parliamentary elections and the establishment of a new government in the Republic of Croatia, we can assess whether any changes have occurred with regard to our expectations.

The term forestry has been restored to the name of the relevant ministry, which is now called the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries. This way the injustice committed in 2012 against a profession that has been managing nearly half of Croatia’s land area, which is covered by forests and forest land, for 261 years has been corrected.

A negotiation process between the public forest owner and the Croatian wood-processing industry concerning the establishment of a new model for the sale of timber products from state-owned forests is forthcoming. On the coordination meeting of forestry institutions, held in March of this year, it was agreed that greater emphasis should be placed on a market-based sales model while maintaining a certain level of protection for the domestic wood-processing industry. This would generate higher revenues for the state

as the forest owner, for local and regional self-government units, and for the forestry sector itself, which is faced with growing challenges and needs for investment in improving the vitality, stability, and productivity of both high forests and degraded forests, while simultaneously experiencing a decline in interest in the demanding and highly responsible profession that is not adequately paid.

As for the strategic and legislative strengthening of the forestry, hunting, and wood-processing sectors, there have been no significant improvements. Particular emphasis is placed on the necessity of developing the National Forestry Strategy of the Republic of Croatia, as prescribed by the Forest Act, which should take into account all current demands placed upon forests at the national, European, and global levels, as well as the impacts of climate change on forest ecosystems. The need to protect the forestry profession and competencies related to work on forest infrastructure is also highlighted, together with the necessary amendments to the Hunting Act in order to recognize rights acquired through education and professional experience.

No change has occurred regarding the status of the fee for non-market forest functions (NMFF). However, since the demining of the Republic of Croatia has officially been completed, it is proposed to reuse the collected funds for forestry operations in state-owned and private forests. Efforts should be made to increase the allocation rate for non-market forest functions because the forestry sector alone cannot finance the growing costs of forest restoration, regeneration, tending, and protection following damage caused by the increasingly frequent and severe occurrence of natural disasters, pests, and emerging diseases. Positive changes are also desired in terms of the suspension of leasing of forest land and control of the existing situation.

To conclude: apart from the fact that the Management Board of the sole manager of Croatian state forests no longer includes a single forester, very little of the five expectations we listed has been fulfilled.

Geospatial Analysis of Wildlife–Vehicle Collisions in the Federation of Bosnia and Herzegovina: Identification of High-risk Zones

Alem Čolaković^{1*}, Velid Halilović², Nazif Salihović¹, Muamer Dervišević³, Ajdin Džananović¹

¹ University of Sarajevo, Faculty of Traffic and Communications, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

² University of Sarajevo, Faculty of Forestry, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

³ Veterinary Office of Bosnia and Herzegovina, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina / University of Sarajevo, Veterinary Faculty, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

* Corresponding author: Alem Čolaković, e-mail: alem.colakovic@fsk.unsa.ba

ABSTRACT

Wildlife–vehicle collisions (WVCs) represent a growing safety, ecological, and economic challenge, with direct consequences for human lives, material damage, and biodiversity conservation. In the Federation of Bosnia and Herzegovina, systematic analyses that link traffic accidents caused by collisions with wildlife are lacking. This research identifies high-risk locations of WVCs and applies geospatial analysis to the main roads of the Federation of Bosnia and Herzegovina. The analysis is based on official police reports documenting 14,169 traffic accidents between 2021 and 2023, of which 104 cases (0.73%) were classified as animal-related. Although species were not specified in the reports, these accidents predominantly occurred in areas where wildlife crossings are expected, and thus are treated as potential wildlife–vehicle collisions. The results indicate a concentration of WVCs in nine municipalities, with eight critical road segments identified on main roads. Additional analyses explored the relationship between collisions, road infrastructure (bridges, tunnels), and ecological features of habitats (Emerald Network, Natura 2000, Red List of FBiH, IUCN). Based on the findings, it can be concluded that spatially targeted prevention is essential, with priority given to infrastructural measures (wildlife overpasses, fencing, signage) and strategic measures (improved databases, continuous monitoring, and integration into spatial planning). The obtained results provide a foundation for policies that simultaneously enhance traffic safety and contribute to the protection of wildlife populations.

Keywords: Emerald network, geospatial analysis, Natura 2000, prevention measures, risk zones, road infrastructure, traffic accidents, wildlife–vehicle collisions (WVCs)

DOI:
<https://doi.org/10.31298/sl.150.5-6.1>

How to Cite:

Čolaković, A. et al., 2026: Geospatial Analysis of Wildlife–Vehicle Collisions in the Federation of Bosnia and Herzegovina: Identification of High-risk Zones. Šumarski list 150 (5–6): 195–209, 2026. <https://doi.org/10.31298/sl.150.5-6.1>



This work is licensed under a Creative Commons
Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

INTRODUCTION

Wildlife–vehicle collisions (WVCs) represent an increasingly pressing challenge in the fields of road traffic and biodiversity conservation. Such accidents result in a wide range of consequences – from human casualties and material damage to the decline of protected and endangered species populations and the fragmentation of their habitats. These collisions contribute to population declines, genetic isolation, and habitat fragmentation, with especially severe impacts in biodiversity-rich regions and near protected areas or migration corridors (Quintana et al. 2022, Koju et al. 2025a). Particularly problematic are cases occurring near protected areas and migration corridors, where wildlife–vehicle collisions can pose long-term threats to ecosystem stability.

Data on WVCs represent not only a safety and ecological concern but also a valuable source for monitoring wildlife populations (Lind Hansen et al. 2024). Contemporary research reviews emphasize that the problem of wildlife–vehicle collisions must be approached in a multidisciplinary manner – as a safety, ecological, and socio-economic challenge (Pagany 2020, Balčiauskas et al. 2025). Factors such as road network density, vehicle speed, seasonal patterns, and habitat configuration play a crucial role in determining the likelihood of wildlife–vehicle collisions (Pagany 2020, Laube et al. 2023, Dawson et al. 2025). The resulting economic and ecological consequences include population declines, habitat fragmentation, and substantial societal costs (Su et al. 2023). Integrated, context-specific mitigation is essential to reduce risks for both wildlife and society.

The frequency of wildlife–vehicle collisions is influenced by spatial and ecological factors such as forest proximity, terrain configuration, and seasonal patterns, while the impact of traffic flows and accompanying infrastructure is less straightforward. The highest collision risks occur on roads that pass through or alongside forests and natural habitats, near wildlife movement corridors, on segments with poor visibility and sharp curves, and during periods of increased animal activity (dusk, dawn, migration) (Neumann et al. 2012, Laliberté and St-Laurent 2020, Laube et al. 2023, Bhandari et al. 2024). However, some studies have shown that WVCs are not determined solely by these factors but also by temporal patterns (Vrkljan et al. 2020). It has been established that these accidents occur most frequently at dusk and during night-time. These results highlight the need to incorporate spatial, ecological, traffic-related, and temporal dimensions of risk into analyses and preventive planning. At the same time, increasing emphasis is placed on integrating nature conservation into transportation infrastructure planning, as well as on employing ICT technologies (GIS, AI, sensor systems) and involving citizens in monitoring to develop sustainable and locally adapted prevention measures.

Recommended measures for preventing and reducing wildlife–vehicle collisions include the installation of physical barriers, the construction of wildlife crossings, dynamic signage, and targeted warnings at the identified hotspots (Litvaitis and Tash 2008, Fedorca et al. 2021, Sevigny et al. 2021, Kučas et al. 2023). Such measures have proven effective in practice as they guide the movement of wildlife and reduce conflicts with traffic, while simultaneously supporting the

preservation of migration corridors. Their implementation requires a combination of strategic planning and localized interventions to ensure long-term road safety and biodiversity conservation.

In the Federation of Bosnia and Herzegovina, no comprehensive study has yet integrated the spatial distribution of WVCs with road infrastructure characteristics and ecologically significant areas. A further challenge is that official traffic accident records rarely indicate whether the animals involved are wild or domestic species, nor do they specify the exact species. This significantly limits the ability to assess the true ecological impact of these events. The lack of an integrated analytical framework hampers the identification of critical road segments, the evaluation of risk patterns, and the development of targeted mitigation measures that would simultaneously improve traffic safety and support biodiversity conservation. Nevertheless, the spatial context of collisions can provide a reasonable basis for inference: accidents occurring in remote forested, mountainous, or agricultural areas, far from settlements, farms, or livestock-grazing zones, are far more likely to involve wild species than domestic animals.

This study aims to identify high-risk locations of WVCs and to conduct a geospatial analysis along the main roads of the Federation of Bosnia and Herzegovina. Also, we offer guidance for enhancing road safety and biodiversity conservation. Accordingly, the study seeks to address the following research questions:

- What are the spatial characteristics of the distribution of wildlife–vehicle collisions on the main roads in the Federation of Bosnia and Herzegovina? This question targets both macro- and micro-spatial patterns of WVCs occurrence, including the exact locations of collisions in relation to the road network and surrounding habitats.
- Do zones of high spatial concentration of WVCs (“risk zones”) exist, and how can they be objectively ranked? The goal is to identify critical points and road segments that require priority intervention.
- To what extent do identified high-risk locations overlap with ecologically significant areas, such as protected habitats? This question links the safety and ecological dimensions of the problem.
- Which preventive measures can be considered most effective for the identified locations? The focus is on the practical implications of the results, i.e., the selection of infrastructural and strategic measures that can reduce risk.

In this way, the research connects the safety dimension of road traffic with nature conservation, providing results relevant both for transport planners and for natural resource managers.

MATERIAL AND METHODS

Geospatial analysis provides an effective tool for identifying locations with an increased risk of wildlife–vehicle collisions. Geospatial methods such as Kernel Density Estimation (KDE), logistic regression, and environmental factor-based modelling have proven effective in identifying and predicting wildlife–vehicle collision “hotspots” along road networks

(Visintin et al. 2016, Ha and Shilling 2018, Fedorca et al. 2021, Laube et al. 2023). These methods enable the mapping of high-risk areas by considering factors such as proximity to forests, vegetation type, road curvature, traffic noise (as an indicator of traffic flow), visibility, and seasonal wildlife migrations. Accurate mapping of such zones allows for the implementation of targeted and effective measures aimed at reducing WVCs and preserving biodiversity.

The focus of this study is the main road network of the Federation of Bosnia and Herzegovina, a region characterised by forested areas, karst fields, and river valleys where transport corridors frequently intersect natural wildlife habitats. These environmental and infrastructural conditions create favourable settings for wildlife–vehicle collisions and therefore justify the need for detailed geospatial risk analysis. Although the primary geospatial analysis is based on road segments and administrative units, the methodological framework also recognizes the importance of micro-location and temporal characteristics of wildlife–vehicle collisions. The available accident records contain spatial coordinates with varying degrees of accuracy, allowing for preliminary identification of micro-clusters along specific road segments, but not always enabling a uniform level of detail required for full micro-scale modelling. Similarly, the time of day is recorded inconsistently across cantonal datasets, which limits the possibility of temporal pattern analysis. Nevertheless, both dimensions—micro-location and temporal factors—are acknowledged as critical determinants of collision risk and will be incorporated in future research phases as more complete and standardized datasets become available.

This research is based on a case study approach, employing geospatial analysis combined with elements of descriptive and evaluative analysis. The analysis was based on a structured set of spatial, infrastructural, ecological, and accident-related variables extracted from multiple datasets. The descriptive approach provided a detailed insight into the spatial distribution of wildlife–vehicle collisions, while the evaluative approach was used to identify and assess high-risk locations and to define recommendations for preventive measures. Such methodological framework contributes to the development of recommendations that simultaneously enhance traffic safety and support biodiversity conservation.

The analysis was based on a set of spatial, infrastructural, ecological, and accident-related variables. Key variables included the geographic coordinates of collisions, administrative locations, and road sections. Additional infrastructural and traffic variables, such as road segment length, distance between neighbouring collision points (Euclidean and network-based), proximity to tunnels and bridges, average annual daily traffic (AADT), and average vehicle speed, were also incorporated. Ecological variables included the distance to Natura 2000 and Emerald Network areas, land-use/land-cover categories, and proximity to habitats of protected species. Together, these variables enabled the identification, spatial clustering, and ranking of high-risk locations.

Therefore, multiple data sources were used in this research, including:

- **Traffic accident data:** For the period 2021–2023, official records were obtained from the cantonal ministries of

interior in the Federation of BiH. A total of 14,169 accidents were analyzed, of which 104 (0.73%) were recorded as involving animals (Ministarstva unutrašnjih poslova kantona u Federaciji BiH 2024). Although wildlife–vehicle collisions are recorded in official police reports, the species involved are not systematically documented. In the available accident records no information was provided on the type of wildlife involved, which prevents species-specific analysis.

- **Road infrastructure and traffic data:** The data were collected from JP Ceste FBiH (JP Autoceste Federacije BiH 2024; JP Ceste Federacije BiH 2024a, 2024b) and the OpenStreetMap (OSM) database. These datasets included the network of main roads, average annual daily traffic (AADT), average vehicle speed, as well as the locations of bridges and tunnels.
- **Ecological data:** Included spatial databases of Natura 2000 sites in the Federation of BiH (Federalno ministarstvo okoliša i turizma 2024a), Emerald Network of BiH (Federalno ministarstvo okoliša i turizma 2024b), the IUCN Red List of Threatened Species (International Union for Conservation of Nature (IUCN) 2024) and the Red List of Fauna of the Federation of BiH (Federalno ministarstvo okoliša i turizma 2021). The ecological datasets used in this study provide habitat- and area-level information, but not detailed species-level distributions for game animals. They were therefore applied to assess habitat overlapping rather than to analyse specific wildlife species.

Although the applied geospatial and evaluative approaches provide valuable insights into the identification of high-risk zones, certain limitations need to be acknowledged. The primary constraint is the lack of detailed data on the specific species of animals involved in collisions, which restricts the possibility of assessing the impact on individual populations. Additionally, inconsistencies in traffic accident reporting systems may lead to underreporting or misclassification of WVCs. These limitations imply that the results should be interpreted with caution and complemented by field surveys, ecological monitoring, and continuous improvements in accident reporting systems.

For the purposes of this analysis, a multilayer GIS database was developed in the QGIS environment. The database included administrative boundaries, road network and associated infrastructure, recorded WVCs locations, as well as ecologically significant habitats and migration corridors. OpenStreetMap (OSM) layers and Google Satellite orthophotos were used as cartographic basemaps, enabling precise georeferencing of the data. The geospatial analysis was conducted by combining various GIS techniques and spatial operations. Spatial overlay methods (Intersection, Spatial Join) were applied to examine the relationships between the road network, collision sites, and protected species' habitats. In addition, buffer zone analysis (distance of collisions from bridges and tunnels) was performed to identify spatial relations, along with a geospatial analysis of collisions across administrative units.

In the context of this research, the term “risk zone” was introduced and defined as a spatially limited road segment where three or more wildlife–vehicle collisions were recorded within a three-year period, with the distance between two neighboring collisions not exceeding 3 km. This fixed-segment

thresholding follows approaches commonly used in previous research, where a minimum of two to three collision events is considered sufficient to indicate a non-random spatial pattern (Malo et al. 2004, Manap et al. 2021, Geremew 2024). Using a lower threshold (e.g., two collisions per segment) would result in a larger number of smaller clusters with reduced analytical relevance, while a higher threshold (e.g., four or five collisions) would omit several meaningful hotspots and underestimate risk. Thus, the chosen threshold ensures a balance between sensitivity and analytical robustness. For each identified zone, a collision index per kilometer (number of collisions / zone length) was calculated, allowing comparisons between zones of different length and the determination of relative risk intensity. This definition of risk zones provides a consistent and objective basis for ranking locations that require priority preventive measures.

The identification of high-risk zones in this study was based on spatial proximity (Euclidean distance) between collision points. This approach was selected because relying solely on linear distance along the road axis would produce inconsistent and potentially misleading results. Many road segments in the study area have highly irregular geometry due to terrain constraints (e.g., steep gradients, tight curves, and serpentine alignments). On such roads, the chainage-based distance between two collision points can be several times greater than their actual separation in geographic space, while on straight road segments the opposite is true. This discrepancy would distort the comparison of collision clustering across road types and undermine the comparability of results. Additionally, wildlife movement occurs in the landscape surrounding the road corridor rather than strictly along the roadway itself. WVCs happen when animals cross or temporarily use the road surface, meaning that spatial (Euclidean) proximity more accurately reflects ecological reality than chainage-based distance. For these reasons, a spatial clustering approach was considered the most appropriate method for identifying high-risk zones under the available data conditions. Future studies that have access to chainage-based crash coordinates could implement a moving-window analysis along the road alignment to further refine hotspot detection.

The obtained results were interpreted in the context of road infrastructure and ecological characteristics of the area. In this way, the methodology enabled the identification of: critical sections of main roads, municipalities and cantons with the highest concentration of collisions, and areas where high-risk zones overlap with ecologically significant habitats. This methodological approach allowed for the precise identification of high-risk zones and the development of scientifically grounded recommendations for appropriate measures. The defined risk zones represent a foundation for planning infrastructural measures (eco-ducts, protective fencing, signage) and strategic measures (database improvement, monitoring, integration into spatial planning) aimed at reducing conflicts between traffic and wildlife.

RESULTS

The analysis of wildlife–vehicle collisions was conducted at three complementary levels: administrative boundaries (cantons and municipalities), segments of main roads, and micro-locations identified as spatially limited segments

within those road sections. This multi-layered approach provides a comprehensive perspective on the problem, from broader regional distribution patterns, through infrastructural specificities, to the precise identification of points with the highest risk intensity.

To ensure more accurate identification of high-risk locations and to account for differences in segment lengths, the term “risk zone” was introduced. This concept enables the extraction of spatial clusters of collisions and their comparison through the collision index per kilometer, thereby establishing a consistent basis for ranking zones and precisely mapping critical road sections.

Table 1 presents an overview of the number of wildlife–vehicle collisions by municipalities and segments of the main roads, while Table 2 provides data on the identified risk zones. In addition to the number of collisions, supplementary data are included that can serve for more detailed analysis and correlations with factors such as average traffic intensity, vehicle speed, and proximity to protected areas. These values were treated as contextual indicators of general traffic conditions rather than as independent predictors, and were used primarily to aid the interpretation of high-frequency collision segments. In this context, they contributed to the quantitative framework for analysing the distribution of wildlife–vehicle collisions across administrative units and critical road sections, as well as their relationship with infrastructural features and nearby ecologically significant areas. In this way, the results of the geospatial analysis enable the identification and ranking of priority locations where infrastructural and strategic preventive measures need to be planned and implemented.

However, due to the absence of species-level information and detailed temporal attributes, statistical correlations would not yield reliable or generalizable conclusions. For this reason, the analysis conducted in this study is primarily spatial and descriptive, focusing on the identification of risk zones rather than on establishing causal statistical relationships. Future research based on larger datasets and more comprehensive variables could enable the application of advanced statistical and predictive modelling. Additionally, although the police reports included basic accident-severity categories, these were not incorporated into the ranking of segments, as the primary objective of this study is to examine spatial clustering and collision density. Nevertheless, integrating severity-weighted indicators could further enhance the prioritization of high-risk segments in future analyses.

Distribution of WVCs in Terms of Administrative Boundaries

In the analyzed period 2021–2023, a total of 14,169 traffic accidents were recorded, of which 104 (0.73%) involved animals. Although the share of WVCs in overall statistics is relatively low, their spatial concentration in certain administrative units indicates localized risk factors (e.g., proximity to forested areas, transition zones between urban and natural habitats, and road sections located within protected areas or intersecting potential migration corridors).

At the cantonal level, the analysis shows that Zenica-Doboj Canton (39) and Canton 10 (38) reported the highest number of recorded accidents. Central Bosnia Canton (10), Una-Sana

Table 1 High-risk road sections in the Federation of Bosnia and Herzegovina (2021–2023).

Municipality	Number of WVCs	Road	Section	Section length (km)	Number of WVCs on the section	Number of WVCs per km	Average traffic intensity	Average vehicle speed	Distance from protected area (km)
Livno	27	M15	Livno 4 – Šuica	23.5	27	1.149	1598	73	1.6
Zenica	21	M17	Lašva – Bilješevo	4.6	9	1.957	6570	86	0
		M17	Žepče 11 – Nemila	21.3	1	0.047	11870	61	0
		M17	Nemila – Lašva 0	29.1	11	0.378	10489	85	0
Maglaj	16	M17	Karuše – Žepče 11	35.6	16	0.449	11784	64	0
Kupres	11	M16	Kupres 1 – Šuica	20.2	10	0.495	2543	93	0
		M16	Bugojno 2 – Kupres 1	22.3	1	0.045	4723	61	0
Travnik	10	M5	Donji Vakuf 1 – Turbe	26.4	3	0.114	2960	75	1.6
		M5	Turbe – Nević Polje	12.3	7	0.569	13618	58	1
Sanski most	9	M15	Sanski Most 1 – Kamičak	12.5	9	0.720	3348	63	0
Kladanj	5	M18	Živinice 1 – Vitalj (Stupari)	30.1	3	0.100	5518	66	3.4
		M18	Vitalj – Olovo	20.2	2	0.099	4451	61	2.2
Orašje	3	M14.2	Bosanski Šamac – Orašje	18.2	1	0.055	2851	75	0
		M1.8	Granica BH/HR (Županja) – Lončari	11.2	2	0.179	5323	75	0
Tešanj	2	M4	Teslić (Barići) – Karuše	22.8	2	0.088	17079	107	2.7

Table 2 High-risk zones on the observed roads in the Federation of Bosnia and Herzegovina (2021–2023).

Municipality	Road	Section	High-risk zone (HZR)	Length of the HZR (km)	Number of WVCs in HZR	Number of WVCs in HZR per km	Average traffic intensity	Average vehicle speed	Distance from protected area (km)
Livno	M15	Livno 4 – Šuica	M15-ZR1	6.3	27	4.3	1598	73	1.6
Zenica	M17	Lašva – Bilješevo	M17-ZR1	3.2	9	2.8	6570	86	0
	M17	Žepče 11 – Nemila	/	/	/	/	/	/	/
	M17	Nemila – Lašva 0	M17-ZR2	5.3	6	1.1	13247	58	0
	M17	Nemila – Lašva 0	M17-ZR3	0.3	3	10	7731	58	0
			M17-ZR1	3.2	9	2.8	11784	64	0
Maglaj	M17	Karuše – Žepče 11	M17-ZR2	1.2	6	5	17079	107	0
			M16-ZR1	2.9	5	1.7	2543	93	0
Kupres	M16	Kupres 1 – Šuica	M16-ZR2	2	4	2	4723	61	0
	M16	Bugojno 2 – Kupres 1							
Travnik	M5	Donji Vakuf 1 – Turbe	/	/	/	/	/	/	/
	M5	Turbe – Nević Polje	M5-ZR1	3.5	7	2	13618	58	1
Sanski most	M15	Sanski Most 1 – Kamičak	M15-ZR2	9	8	0.9	3348	63	0
Kladanj	M18	Živinice 1 – Vitalj (Stupari)	M18-ZR1	2.4	3	1.25	5518	66	3.4
	M18	Vitalj – Olovo	/	/	/	/	/	/	/
	M14.2	Bosanski Šamac – Orašje	/	/	/	/	/	/	/
Orašje	M1.8	Granica BH/HR (Županja) – Lončari	/	/	/	/	/	/	/
Tešanj	M4	Teslić (Barići) – Karuše	/	/	/	/	/	/	/

Canton (9), and Tuzla Canton (5) also recorded a number of accidents, while in Posavina Canton 3 accidents were reported. On the other hand, in Bosnian-Podrinje Canton, Herzegovina-Neretva Canton, Sarajevo Canton, and West Herzegovina Canton, no accidents were recorded according to the analyzed data. However, it cannot be stated with certainty that no such accidents occurred, as it is possible that in police reports used for this analysis, accidents involving animals were recorded in a manner that did not explicitly specify their causes.

Given the predominantly rural, forested, and mountainous character of the locations where these accidents occurred, it is reasonable to assume that the majority of animal-related collisions likely involved wildlife rather than domestic species. Although species-level data are absent from the police reports, the spatial context provides a strong indication that most incidents fall within the category of WVCs. This assumption is also supported by previous research. Studies from Nepal and Switzerland show that rural, forested, and mountainous regions are consistently identified as WVC hotspots, with the vast majority of incidents involving wild rather than domestic animals (Laube et al. 2023, Koju et al. 2025a). Furthermore, numerous studies indicate that the proximity to forests, low building density, and limited agricultural or urban land use are strong predictors that collisions in such areas predominantly involve wildlife, even when species-level information is missing from official reports (Malo et al. 2004, Pagany 2020). Police and governmental datasets from several countries similarly confirm that in regions

with low human density and extensive natural habitats, the species most frequently involved in collisions are wild mammals, particularly large herbivores and carnivores (Malo et al. 2004, Vrkljan et al. 2020). For example, in Spain wild boar and roe deer accounted for 79% of all WVCs in mountainous provinces (Sáenz-de-Santa-María and Tellería 2015).

The overview of WVCs by cantons enables a comparison of the relative burden among these administrative units (Figure 1). This representation clearly highlights the zones with elevated accident intensity.

Additionally, the cartographic representation of accident distribution within municipal administrative boundaries (Figure 2) confirms that most recorded accidents occur in peripheral zones of municipalities and forested areas. Notably, the most frequent accidents are concentrated on sections passing through forest–mountain regions, as well as those linking major urban centers with rural zones. This pattern is consistent with expectations: as traffic intensity intersects with the increased likelihood of wildlife crossings, the risk of WVCs rises accordingly.

Therefore, the administrative breakdown of results has two key implications:

- it enables the prioritization of cantons and municipalities where risk is statistically and spatially more pronounced, and
- it provides a cartographic foundation for moving toward the analysis of main road sections (Section 3.2) and the ecological dimension (Section 3.3), where high-risk zones are more precisely located and linked to infrastructural features.

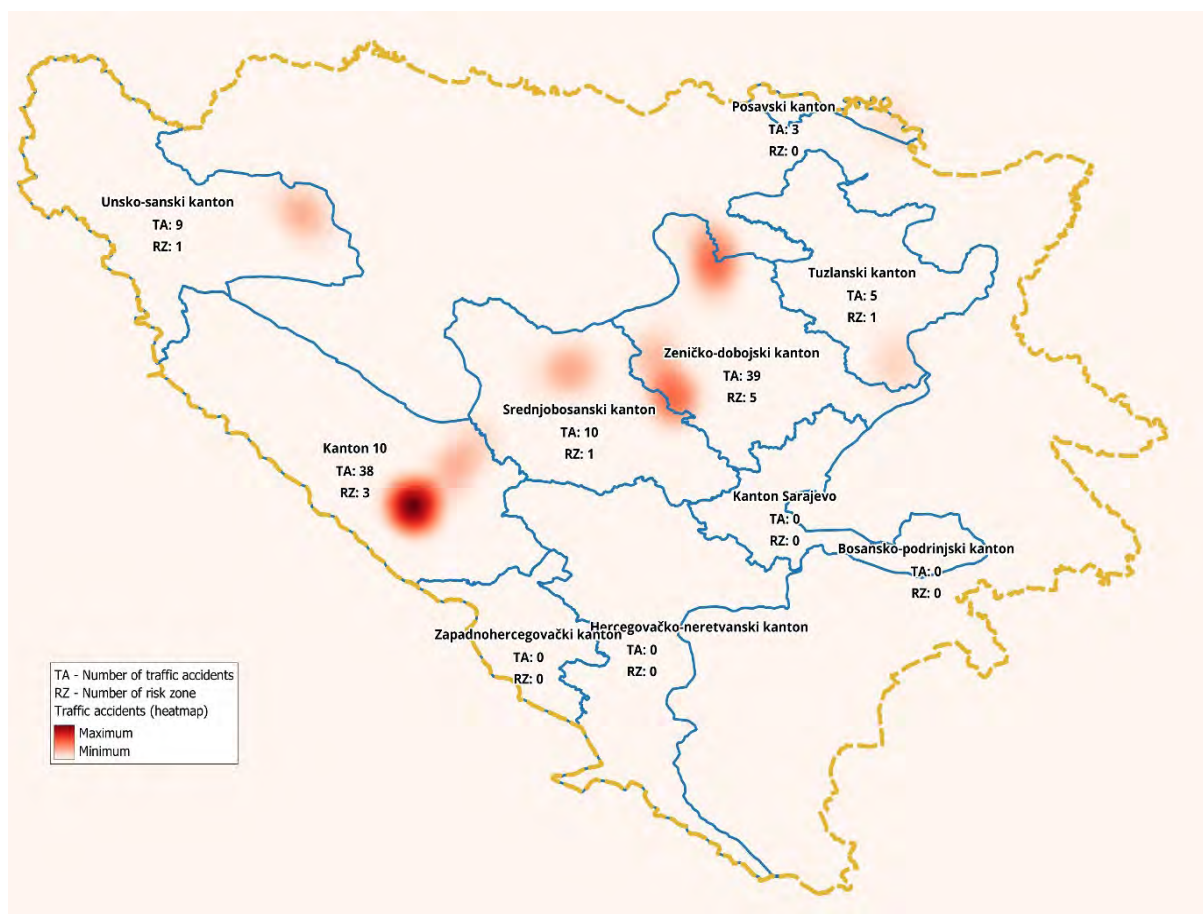


Figure 1 Spatial distribution of WVCs.

Overall, this analysis is valuable for strategic guidance (e.g., selecting cantons/municipalities for priority action), while operational implementation requires a focus on specific road sections and micro-locations.

Distribution of WVCs along Main Road Sections

A detailed spatial analysis was conducted at the level of main road sections in the Federation of Bosnia and Herzegovina, with the aim of identifying those stretches where wildlife–vehicle collisions occur most frequently. This approach enables a transition from the broader administrative scale (cantons and municipalities) to the operational level of the road network, where critical points and high-risk zones can be precisely located.

In total, 104 accidents involving animals were recorded across 17 road sections. The sections with the highest number of accidents were M15 Livno 4 – Šuica (27 accidents), M16 Kupres 1 – Šuica (10 accidents), M17 Karuše – Žepče 11 (16 accidents), M17 Lašva – Bilješevo (9 accidents), and M15 Sanski Most 1 – Kamičak (8 accidents). Data analysis shows that the highest concentration of accidents was registered on the M17 corridor, with 35 accidents, while a significant number was also recorded on the M15 corridor with 27 accidents, noting that these accidents were clustered within a single risk zone (densely distributed within a short stretch). Other sections with higher frequencies included M16 and M5, with 10 accidents each, and another stretch of M15, with 9 accidents. Smaller numbers of collisions were recorded on the M18 (4), M1.8 (2), M14.2 (1), M19.2 (1), M4 (2), and M5 (2)

corridors. These findings indicate that certain sections, particularly M17 and M15, represent critical high-risk areas that warrant further analysis and the introduction of targeted road safety measures.

In addition to the above-mentioned findings, the distribution of wildlife–vehicle collisions was analyzed in two complementary dimensions:

1. Euclidean (straight-line) distance between collisions, and
2. Network (road) distance along the actual road infrastructure between adjacent collisions.

This dual approach makes it possible to distinguish between accidents that appear “visually close” in straight-line terms and those that are operationally relevant for traffic management when assessed through the road network. In this way, road sections requiring targeted interventions can be more accurately identified.

Although the distribution of WVCs was examined using Euclidean and network distances, no inferential statistical tests were applied. This is primarily due to the relatively small number of recorded collisions and the uneven distribution of events across road sections, which limits the reliability of correlation-based or regression-based analyses. Instead, the study relies on quantitative spatial metrics such as the accident-per-kilometer index, cluster proximity, and density-based identification of risk zones. This approach provides a robust basis for detecting spatial patterns despite the limited sample size. These are widely used and validated methods for analyzing WVCs because the metrics allow

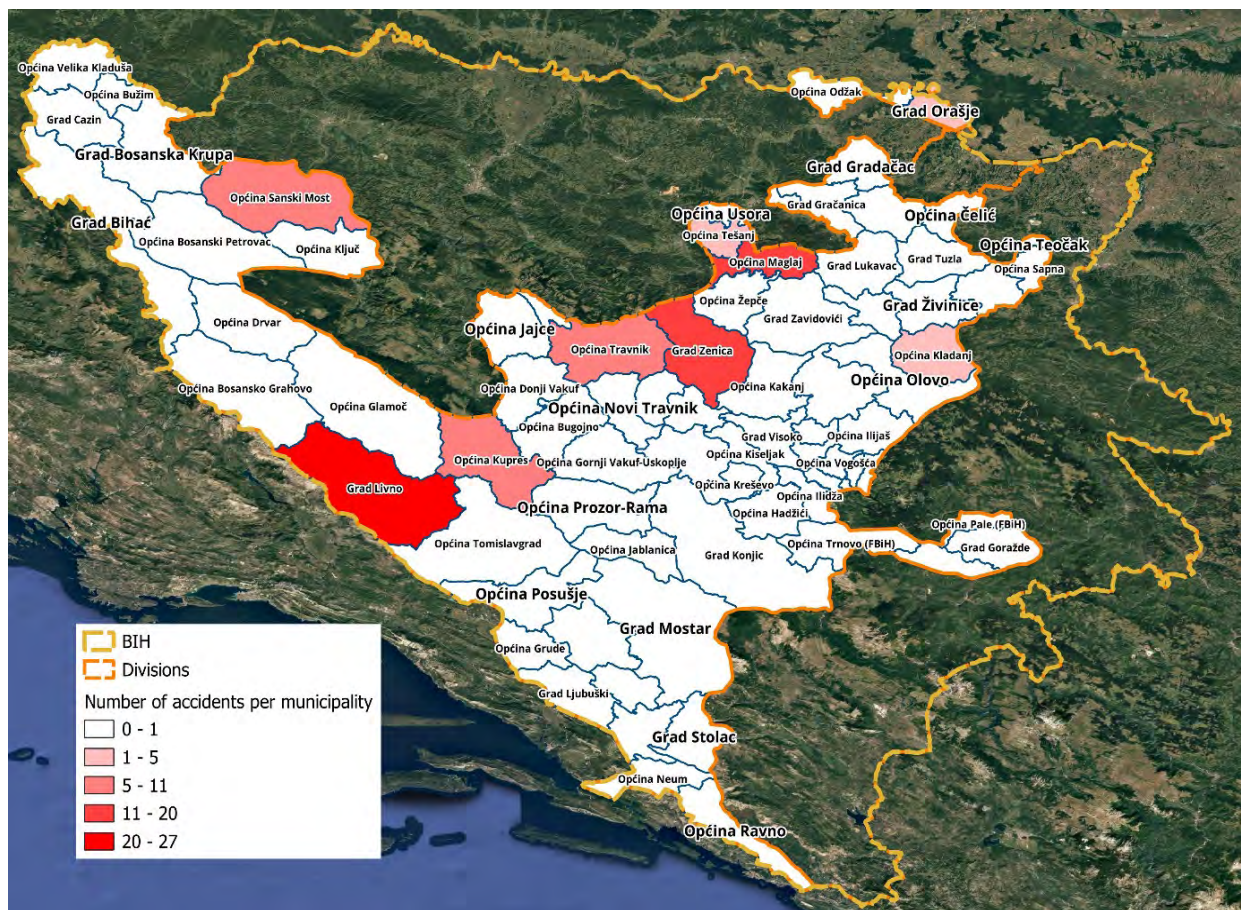


Figure 2 The number of traffic WVCs by municipality.

researchers to pinpoint collision hotspots, assess spatial clustering, and prioritize areas for mitigation, even when the dataset is not large (Morelle et al. 2013, Laube et al. 2023, Koju et al. 2025a).

The results indicate that collisions are unevenly distributed along the main road network, with clear concentrations on certain sections. Figure 3 illustrates one example of collision

distribution in the area of Zenica, while equivalent cartographic representations have been prepared for all other identified locations and are available upon request. The most critical sections were identified based on the number of recorded collisions and the calculated accident index per kilometer, enabling valid comparisons across sections of varying lengths. Table 1 and Table 2 present the quantitative overview of results.

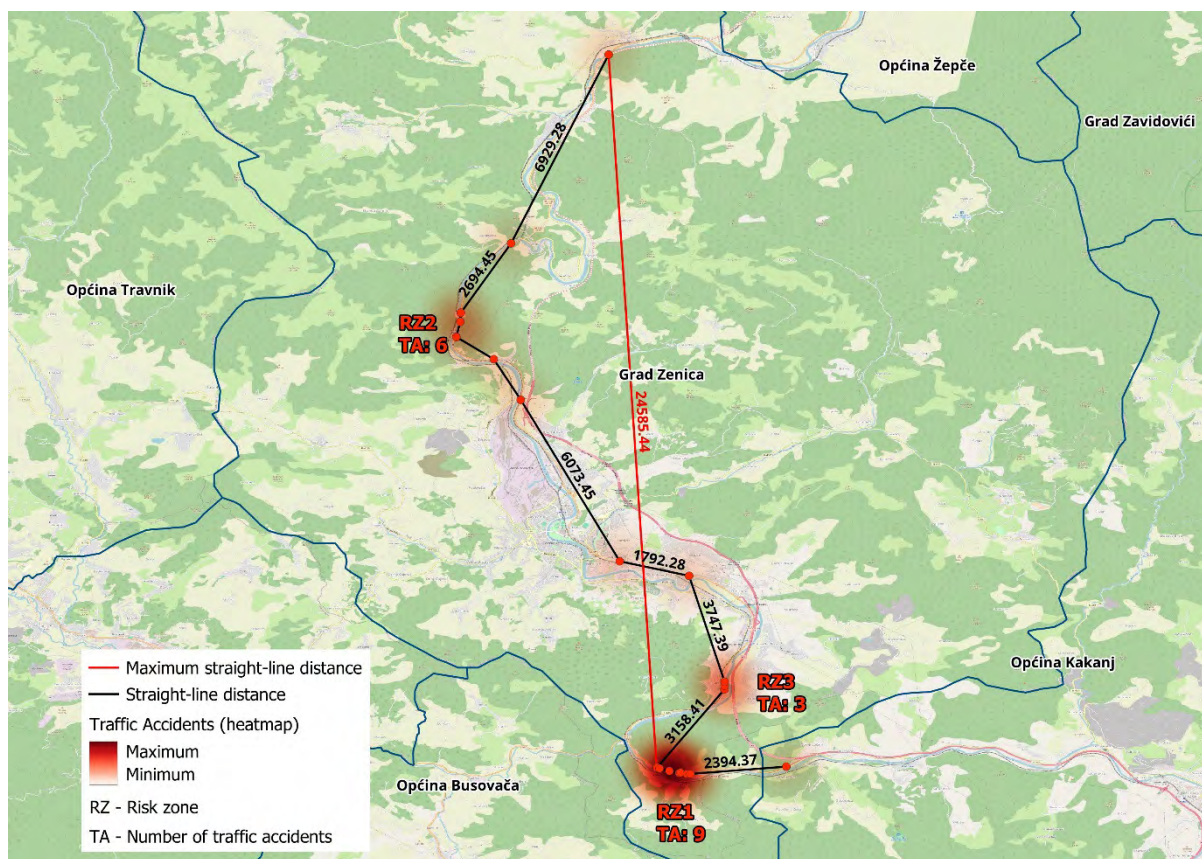


Figure 3 Spatial distribution of traffic WVCs in the area of the City of Zenica.

In addition to the spatial distribution of WVCs, a correlation was carried out with the locations of tunnels and bridges (Figure 4) based on the assumption of their multiple significance in the context of both biodiversity conservation and traffic safety improvement. Bridges and tunnels represent structurally specific segments of road infrastructure that may influence wildlife movement, but their effects are context-dependent and cannot be generalized. By identifying collisions in their vicinity, it is possible to highlight locations that, through relatively minimal interventions, could serve as priority sites for protective measures, such as installing warning signage and guiding fences to channel animal movements, or constructing dedicated crossing structures (ecoducts). Moreover, analyzing these locations helps pinpoint unsafe road segments, where terrain configuration and limited visibility further increase collision risks. Ultimately, these insights contribute to improved spatial planning and the integration of nature conservation principles into transport infrastructure development, thereby ensuring a more sustainable coexistence between humans and wildlife.

The analysis of accidents within a 1 km radius of tunnels identified a total of four WVCs, while no accidents were recorded within a 500 m buffer zone. The highest number

of accidents occurred near the Sikola II, Maglaj, and Lješnica tunnels (two in total), while one accident each was recorded near the Kupreška vrata – Koprivnica and Vranduk II tunnels. These findings suggest that the highest risks are not located immediately at tunnel entrances, but rather along access roads or transitional open sections where animals are more likely to attempt crossing. This pattern shows that tunnels rarely function as collision hotspots; instead, they often act as barriers that prevent wildlife from accessing the roadway or as structures that inadvertently facilitate safe movement beneath the road. Therefore, tunnels themselves should not be considered priority locations for mitigation, whereas the surrounding open sections may require closer examination. This is consistent with findings from other studies, which confirm that tunnels and underpasses are generally not collision hotspots (Gilhooly et al. 2019; Koju et al. 2025a, 2025b). Those studies show that such structures typically function either as barriers that prevent wildlife from accessing the road surface or as safe crossing points that enable animals to move beneath the roadway. As a result, these features tend to reduce, rather than increase, the likelihood of WVCs at the tunnel location itself.

All bridges analyzed in this study are conventional road

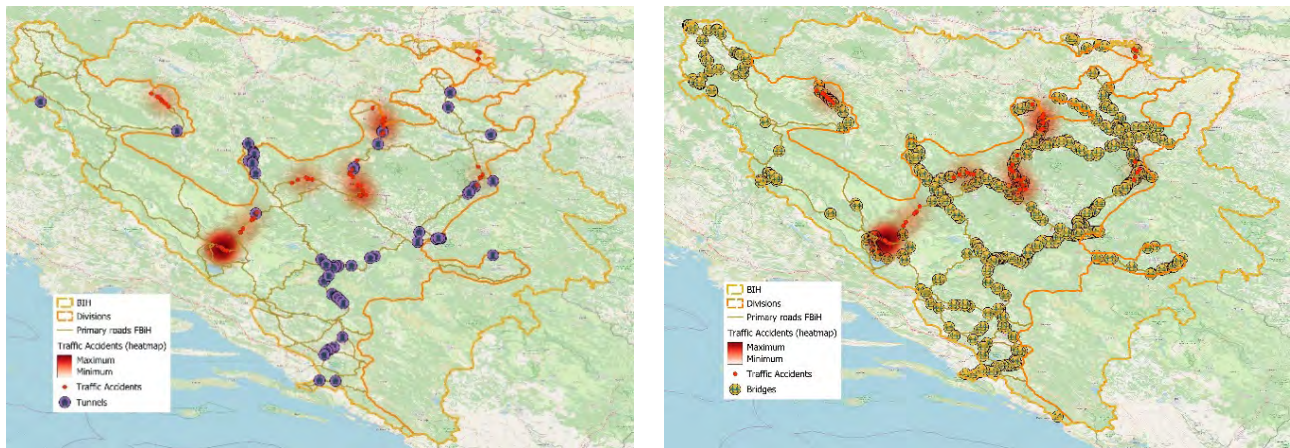


Figure 4 Correlation between accidents and road infrastructure: a) tunnels, b) bridges.

bridges located on the main road network of the Federation of Bosnia and Herzegovina. Within a 500 m buffer around bridges, 17 wildlife–vehicle collisions were recorded, while extending the buffer to 1 km increased this number to 37, indicating that bridge surroundings may function as elevated-risk areas. The highest concentrations were observed near river crossings such as the Sana River (Vrhopolje), the Mošulja and Drinjača streams (Vitalj), and several other single-incident locations. These patterns align with ecological expectations: bridges frequently coincide with river corridors and valley systems that naturally guide wildlife movement. In many cases, bridges are relatively narrow structures without sufficient underpass space for secure wildlife passage, which results in animals crossing the road near the bridges. Consequently, bridge vicinity can become conflict hotspots where topography, watercourses, and road infrastructure intersect. They can create unpredictable risk zones, especially if not designed with wildlife movement in mind (Paemelaere et al. 2023).

Also, bridges are frequently constructed in places where roads cross watercourses or valleys, which are also natural wildlife movement corridors. The surrounding topography and presence of water attract wildlife, while the bridge itself may funnel animal movement toward the road, especially if natural crossing points are limited elsewhere. This convergence increases the likelihood of wildlife attempting to cross the roads near bridges, making these areas potential conflict hotspots (Medrano-Vizcaino et al. 2023, Koju et al. 2025a). By contrast, tunnels often facilitate safe subterranean movement and help maintain connectivity for terrestrial animals. Overall, the findings suggest that risk does not arise from the bridge structures themselves, but from the ecological–infrastructural interface surrounding them. These transition zones warrant closer examination in future research and represent priority locations for targeted mitigation measures.

The findings presented here do not imply that bridges or tunnels inherently restrict wildlife movement. Instead, they emphasize the need for broader, data-driven research to clarify how various types of road infrastructure interact with wildlife movement patterns and collision risks. Although this study identified noticeable clusters of wildlife–vehicle collisions near several bridge locations, no statistical tests were performed to determine whether these concentrations

differ significantly from adjacent road segments. Therefore, these observations should be interpreted as descriptive spatial patterns rather than conclusive evidence of elevated risk. Future research should incorporate spatial statistical analyses to verify these relationships and assess whether bridges, approach zones, or associated river corridors consistently influence collision frequency.

Ecological Context of the Analyzed WVCs

The ecological context of WVCs is of particular importance because it links the safety dimension of road transport with the conservation of biodiversity and natural habitats. Accordingly, the analysis focused on identifying overlaps between accident locations and ecologically significant areas, including protected zones and habitats of species listed under international and national protection frameworks.

A considerable number of main road sections in the Federation of BiH pass through ecosystems of both international and national importance for biodiversity conservation. At the same time, these areas are also zones where the likelihood of wildlife–vehicle collisions is elevated, since road networks intersect with natural migration routes. The results indicate that a significant share of recorded accidents occurs in the immediate vicinity of areas designated within the Natura 2000 network (Figure 5).

The analysis of accidents within 500 and 1000 meters of areas covered by the Natura 2000 network shows that the highest concentration was recorded near the Bosna River, along the M17 main road in the municipality of Zenica, where 31 accidents occurred within the 500 m zone, and 33 accidents within the 1000 m zone. This area clearly dominates the overall values (41 out of 47 accidents), while other protected areas, such as Kupresko polje, Raduša, and Čapljansko polje, show significantly fewer accidents, usually single cases. These results confirm that riverine and alluvial habitats, particularly those running parallel to major transport corridors, are spatially the most sensitive and represent priorities for future planning of preventive measures.

The analysis of the spatial overlap between accidents and habitats of species listed on the Red List of the Federation of BiH and the IUCN Red List shows that, for most species, the greatest vulnerability of Natura 2000 habitats is found in the areas of Kupres and Sanski Most, where frequent WVCs zones overlap with ecologically significant habitats (e.g., Natura 2000 and Emerald areas). Table 3 presents more detailed results of

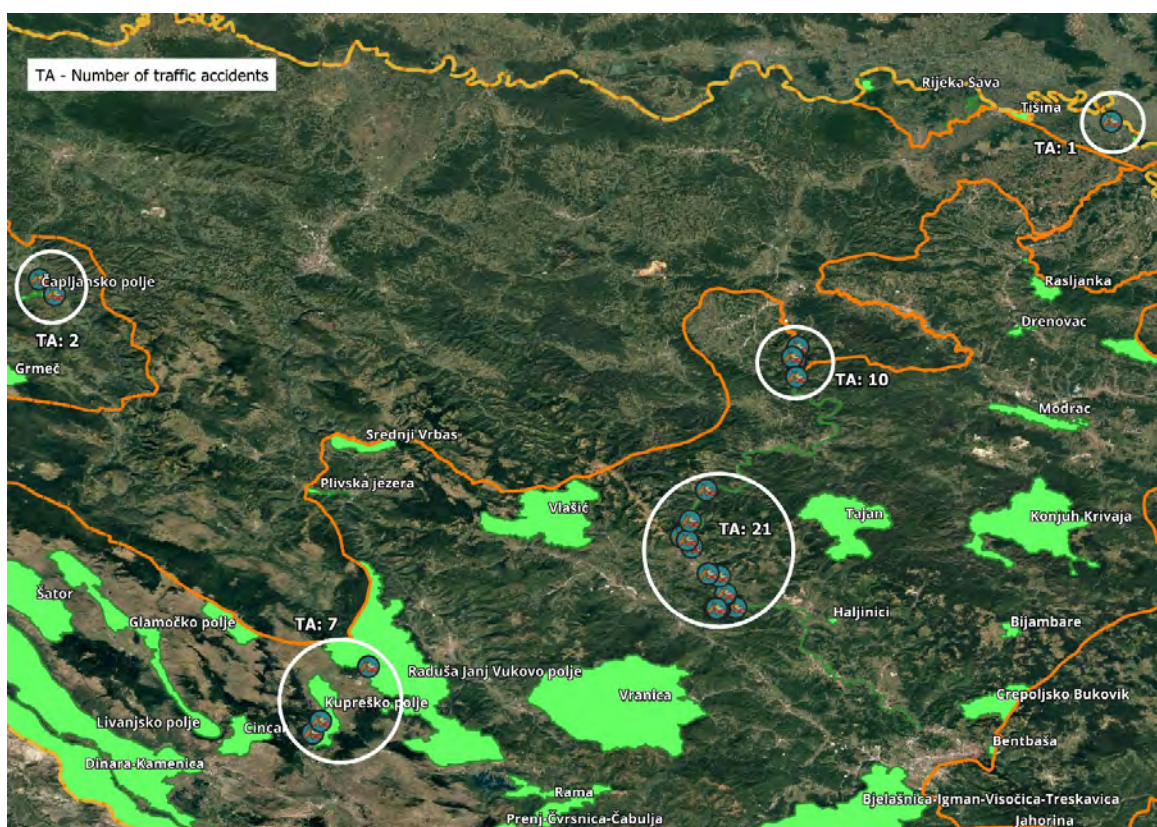


Figure 5 WVCs within 500 meters of Natura 2000 habitats.

Table 3 Characteristics of WVCs in relation to protected areas under the Natura 2000 network.

Road	Section	Length of road section (km)	Municipality	Number of WVCs on the section	Nearest protected area	Distance of the section from the protected area (km)	Area of the protected area (km ²)
M14.2	Bosanski Šamac – Orašje	18.222	Orašje	1	Tišina	0	4.195392451
M5	Donji Vakuf 1 – Turbe	26.42	Travnik	3	Vlačić	1.6	136.6875737
M5	Turbe – Nević Polje	12.3	Travnik	6	Vlačić	1.2	136.6875737
M18	Vitalj – Olovo	20.224	Kladanj	2	Konjuh Krivaja	2.2	167.7815925
M17	Lašva – Bilješevo	4.627	Zenica	9	Rijeka Bosna	0	12.81222171
M16	Kupres 1 – Šuica	20.238	Kupres	10	Kupreško polje	0	41.47728505
M15	Livno 4 – Šuica	23.533	Livno	27	Livanjsko polje	1.6	359.0018189
M17	Žepče 11 – Nemila	21.345	Zenica	1	Rijeka Bosna	0	12.81222171
M16	Bugojno 2 – Kupres 1	22.307	Kupres	1	Raduša Janj Vukovo polje	0	326.7882715
M17	Nemila – Lašva 0	29.143	Zenica	6	Rijeka Bosna	0	12.81222171
M15	Sanski Most 1 – Kamičak	12.546	Sanski most	9	Čapljansko polje	0	7.262826338
M17	Karuše – Žepče 11	35.588	Maglaj	16	Rijeka Bosna	0	12.81222171
M17	Nemila – Lašva 0	29.143	Zenica	5	Rijeka Bosna	0	12.81222171
M18	Živinice 1 – Vitalj (Stupari)	30.073	Kladanj	3	Konjuh Krivaja	3.4	167.7815925
M4	Teslić (Barići) – Karuše	22.847	Tešanj	2	Rijeka Bosna	2.7	12.81222171
M5	Turbe – Nević Polje	12.3	Travnik	1	Vlačić	1	136.6875737
M1.8	Granica BH/HR (Županja) – Lončari	11.169	Orašje	2	Rijeka Sava	0	33.02678625

the overlap analysis of WVCs on individual road sections in relation to their distance from Natura 2000 sites. These findings confirm that those areas are high-risk zones where roads intersect with natural habitats and potential animal migration routes. This pattern has also been confirmed in other studies. For example, in a 12-year study conducted in a Greek Natura 2000 wetland, 78% of all recorded roadkills occurred within the protected area itself, with proximity to water bodies and high traffic volume significantly increasing the risk of collisions (Kouris et al. 2024). Research highlights the need for urgent mitigation in these zones, recommending ecological corridors, wildlife crossings, and targeted interventions to maintain connectivity and reduce animal fatalities.

The analysis of WVCs distribution by landform types shows that the highest number of accidents occurred in heterogeneous agricultural areas, with a total of 43 recorded cases. These areas represent a mosaic of different agricultural activities and are often situated in transitional zones between settlements and natural habitats, which makes them particularly risky in the context of WVCs. Table 4 presents the landform categories where WVCs were recorded. These results provide a valuable basis for future research and the development of new correlations, not only from the perspective of road infrastructure and habitats but also in the context of broader ecological and spatial factors.

Table 4 Landform types in which WVCs were recorded.

Type of Area	Description	Number of Accidents
High-density residential areas	Densely populated urban areas with many buildings and very little greenery	13
Industrial and commercial areas	Zones of industry, commerce, warehouses, and transport infrastructure	2
Arable land (cropland)	Areas used for crop cultivation – fields, farmlands, and gardens	1
Pastures	Grass-covered areas used for livestock grazing	17
Heterogeneous agricultural areas	A mixture of different agricultural activities within one area	43
Agricultural and natural areas	Areas where agriculture intertwines with natural elements	11
Deciduous forests	Forests with broadleaf tree species, such as beech and oak	6
Coniferous forests	Forests dominated by coniferous species, such as pine and fir	1
Mixed forests	A combination of deciduous and coniferous trees	3
Natural grasslands	Untilled grasslands with natural vegetation	2
Inland waters (rivers, lakes)	Areas covered by freshwater – rivers, lakes, reservoirs	5
Sum		104

ANALYSIS AND DISCUSSION

The obtained results clearly indicate that WVCs in the Federation of Bosnia and Herzegovina have a spatially specific character and that risk is not evenly distributed either across administrative units or along the road network. The analysis by cantons and municipalities (Section 3.1) showed that certain administrative areas, particularly those located in the central part of the Federation of BiH, recorded a significantly higher number of WVCs. This finding confirms that spatial patterns are not random, but rather arise from a combination of factors such as traffic flow intensity, proximity to natural habitats, and terrain configuration. The findings of this study are consistent with the results reported in previous research. Some studies have shown that higher traffic volume is consistently associated with increased WVC risk, particularly on road sections characterized by higher vehicle speeds and wider lanes (Pagany 2020, Laube et al. 2023, Koju et al. 2025a). Other research has demonstrated that WVC hotspots frequently occur where roads intersect or run adjacent to forests, agricultural land, meadows, and water sources, which are all landscape features that attract or support wildlife and thereby elevate collision likelihood (Galinskaitė et al. 2022, Su et al. 2023, Koju et al. 2025a). Furthermore, clustering analyses in the literature confirm that WVCs are rarely random events. Instead, they tend to

concentrate at specific hotspot locations that correspond with local landscape structure and road characteristics (Bil et al. 2019, Park et al. 2021, Laube et al. 2023)

A detailed analysis at the level of main roads (Section 3.2) enabled a more precise identification of critical sections that are particularly burdened by this type of WVCs. Eight sections were identified as high-risk, with a significant number of accidents recorded in the immediate vicinity of bridges and tunnels. These findings confirm that infrastructural “bottlenecks” increase the likelihood of wildlife–vehicle conflicts, which is consistent with the results from other European studies reporting similar concentrations of collisions near structural elements and road passages through mountainous terrain. For example, the research by Fedorca et al. (2021) showed that narrow road sections, concrete embankments, and areas with limited wildlife permeability force animals to cross roads at specific points, thereby concentrating both animal movement and vehicle flow. The same study found that vegetation proximity and reduced visibility in the vicinity of such bottlenecks further elevate collision risk by limiting driver reaction time and increasing the probability of wildlife presence. Additionally, previous studies indicate that WVCs often cluster near road signs and bridges, likely because these features coincide with areas of high wildlife activity or reduced driver vigilance (Koju et al. 2025a).

The ecological aspect (Section 3.3) further emphasized the dual vulnerability of high-risk locations – on the one hand, traffic safety, and on the other, biodiversity conservation. Critical road segments often run directly adjacent to ecologically significant zones, increasing the likelihood of collisions with wildlife. This habitat network is of particular importance because it includes ecologically valuable and sensitive areas such as wetlands, river corridors, mountain ranges, and karst fields, which also serve as natural migration routes for wildlife. The results show that a large number of WVCs occur in the proximity or within areas included in the Natura 2000 and Emerald networks. Previous research has likewise reached similar conclusions. For example, studies have shown that roads frequently bisect or run along the edges of Natura 2000 and Emerald Network areas, thereby increasing the likelihood of WVCs due to the high density of wildlife and the ecological importance of these protected habitats (Fedorca et al. 2021). Such spatial overlap contributes to elevated wildlife mortality and undermines the functional connectivity of conservation networks (Helldin 2019). Moreover, even protected areas are not immune to WVCs. High traffic volumes, particularly during tourist seasons, and roads situated along valley bottoms or adjacent to suitable habitats within the protected zones have been shown to further increase collision risks (Fedorca et al. 2021).

In this study, particularly notable is the Bosna River, where on the road section through Zenica more than 40 WVCs were recorded within a 1000 m buffer zone, making it the most burdened natural corridor in the Federation of BiH. Additionally, karst fields (Livanjsko, Duvanjsko, Glamočko, Kupreško) and mountain areas (Prenj, Čvrsnica, Bjelašnica, Igman, Jahorina) confirm that the road network spatially overlaps with the most ecologically valuable zones. Areas such as Livanjsko polje, Duvanjsko polje, Glamočko polje, and Hutovo Blato stand out due to the presence of multiple road sections intersecting these ecosystems. Livanjsko polje is included in both Natura 2000 and Emerald datasets, confirming its status as one of the most sensitive ecosystems in the Federation of BiH. In addition to karst fields, a significant number of sections are linked to river corridors (Bosna, Sava, Una, Rama, Prača). Mountain areas such as Prenj, Čvrsnica, Čabulja, Bjelašnica, Igman, and Jahorina further demonstrate that road infrastructure often overlaps spatially with high-value ecological zones.

The analysis results revealed that certain main roads are particularly prominent in terms of spatial conflict. For instance, the M6.1 section crosses several Natura 2000 and Emerald habitats (Livanjsko polje, Duvanjsko polje, Grabovica Mountain, Dinara–Kamenica, Uilica–Grahovo polje), clearly identifying it as the most sensitive road segment from an ecological perspective. Similarly, the M17 network passes through multiple river and mountain habitats (Bosna River, Sava River, Hutovo Blato, Prenj–Čvrsnica–Čabulja), while parts of the M5 network intersect ecological complexes such as Grmeč, Pliva Lakes, and the Prača Canyon.

Therefore, it can be concluded that road sections located within Natura 2000 and Emerald areas exhibit dual sensitivity – both in terms of traffic safety and the conservation of natural resources. These findings highlight the urgent need to integrate road infrastructure planning with ecological databases and biodiversity conservation strategies.

Identifying critical points where WVCs overlap with sensitive habitats enables targeted implementation of preventive measures, such as constructing wildlife overpasses and underpasses, installing protective fencing, and deploying dynamic signage. Preventive measures should be prioritized at these locations, combining infrastructural solutions with strategic approaches that embed ecological criteria into spatial planning and traffic safety policies.

In summary, the analysis of the ecological dimension confirms that high-risk locations are not only a matter of driver safety but also represent a serious threat to the conservation of wildlife populations in the Federation of Bosnia and Herzegovina. The integration of ecological criteria into road network planning and management is therefore essential in order to establish a balance between traffic safety and the protection of natural resources. The most critical road sections were identified precisely in areas that traverse or lie adjacent to Natura 2000 and Emerald sites while simultaneously recording multiple WVCs. This underscores the fact that ecological and safety aspects are inseparable and must be considered in an integrated manner when planning preventive measures.

When all findings are taken together, three key patterns clearly emerge:

- 1. Regional concentration** – a higher number of WVCs is observed in the central parts of the Federation of BiH, particularly in certain municipalities and cantons, indicating a combination of traffic intensity and spatial configuration.
- 2. Infrastructural factors** – specific terrain configurations, especially the proximity of bridges, represent zones of elevated risk.
- 3. Ecological sensitivity** – Natura 2000 and Emerald areas overlap with the most heavily burdened road sections, simultaneously threatening traffic safety and the conservation of wildlife populations.

The limitations of this research stem from the fact that traffic accident records usually do not specify the species involved in the accidents. This makes it difficult to analyze the impact on specific populations, since conclusions can only be based on assumptions. For example, it would be possible to conduct a more detailed analysis of the habitats and migration corridors of certain wildlife species and establish correlations with identified risk zones and WVCs locations. One such case is the population of wild horses in the Livno karst plateau, north of Livno, which can reasonably be assumed to account for a large share of accidents in this area (identified as the highest-risk zone). Nevertheless, the lack of species-specific data does not diminish the validity of the spatial risk zone analysis. The applied methodological framework, identifying risk zones through spatial clustering of accidents, provides a reliable foundation for future research and the planning of preventive measures.

Overall, the spatial risk patterns in the Federation of BiH are consistent with European trends, but the karst fields and the Bosna River corridor represent unique local specificities, highlighting the need for tailored preventive measures. The discussion of these results underscores that spatially targeted prevention is the only effective way to reduce the number of wildlife–vehicle collisions. Integrating geospatial analysis into spatial planning, developing specific protection

plans for Natura 2000 and Emerald areas, and implementing infrastructural measures (e.g., ecoducts, underpasses, protective fencing) along with strategic measures (improving databases, systematic monitoring, driver education) represent a necessary course of action. This confirms that synergy between the transport sector and nature conservation is of crucial importance for long-term sustainability and safety in the Federation of Bosnia and Herzegovina.

STRATEGIES FOR REDUCING WVCs RISK

Based on the conducted analysis, it can be concluded that spatially targeted approaches are essential for effectively reducing the number of wildlife–vehicle collisions. While the following section presents general strategic and infrastructural recommendations, it is crucial to emphasize that each identified high-risk location requires a localized approach and the adaptation of measures to its specific ecological, traffic, and spatial conditions.

Strategic measures provide a systemic framework and planning approach through which the issue of wildlife–vehicle collisions is integrated into spatial planning, transport policy, and institutional activities. These include actions such as the development of national and regional databases, monitoring of migration corridors, the adoption of legal and sublegal acts, as well as the education for drivers and local communities. Their particular importance lies in their potential to shape long-term policies and road infrastructure development plans, thereby creating the conditions for a lasting reduction of conflicts between traffic and the natural environment.

Strategic recommendations for the prevention and reduction of wildlife–vehicle collisions include:

- developing strategic documents and plans based on the identified high-risk locations;
- improving the system for collecting traffic accident data, with particular emphasis on recording the species of animals involved (WVCs);
- creating integrated databases that link traffic, ecological, and spatial information;
- implementing continuous monitoring of high-risk locations using GIS tools and dynamic risk indicators;
- incorporating biodiversity protection criteria and wildlife migration corridors into spatial planning and road construction/modernization projects;
- raising awareness and educating road users about risks and ways to reduce the likelihood of collisions.

Infrastructure measures involve concrete physical interventions on roads that directly reduce the risk of wildlife–vehicle collisions. These include solutions such as wildlife overpasses (ecoducts), underpasses, protective fencing, specialized signage, and dynamic warning systems. Their role is twofold; on the one hand, they enhance road user safety, and on the other, they preserve the functional connectivity of natural habitats by reducing ecosystem fragmentation. The importance of infrastructure measures is particularly evident on critical sections of main roads with the highest number of WVCs, as they provide a direct and measurable effect in lowering incident rates.

Infrastructure recommendations for the prevention and reduction of wildlife–vehicle collisions include:

- installing protective fences along high-frequency collision segments, combined with controlled wildlife passages;
- constructing and modernizing ecological crossings (ecoducts, underpasses, wildlife bridges) at priority locations;
- introducing both dynamic and static traffic signage to warn drivers of high-risk zones;
- adjusting speed regimes and implementing speed-reduction measures on critical road sections;
- using new technologies, such as detection systems and smart signage, to provide timely driver warnings;
- installing adequate lighting on critical road sections to improve visibility and reduce risks during night-time driving;
- enhancing visibility on critical locations by clearing and maintaining roadside vegetation, as well as implementing additional infrastructural measures to ensure sufficient sight distance on both sides of the road.

In general, the proposed measures should be viewed as a framework providing both strategic and infrastructural directions for action. However, their implementation must be locally adapted, since specific high-risk locations differ in terms of traffic load, terrain configuration, dominant habitat types, and wildlife migration patterns. Only by combining general guidelines with site-specific solutions can a long-term, sustainable reduction of risk be achieved, while simultaneously enhancing traffic safety and contributing to biodiversity conservation.

CONCLUSION AND FUTURE RESEARCH

The results of the conducted analysis revealed that wildlife–vehicle collisions (WVCs) in the Federation of Bosnia and Herzegovina follow distinct spatial patterns, with risk unevenly distributed across administrative units and segments of the road network. Critical sections of national roads were identified, particularly in the vicinity of bridges and tunnels, as well as the high-risk zones which overlap with ecologically significant areas, including Natura 2000 and Emerald Network sites. These findings confirm that the issue has a dual dimension of both safety-related and ecological issues which require integrated approaches in the planning and implementation of preventive measures.

The general recommendations emphasize the importance of combining strategic and infrastructural actions, while also pointing out that each identified high-risk location requires a localized approach tailored to its specific spatial and ecological characteristics. Road sections passing through karst fields and river valleys are particularly important because conflicts between transportation infrastructure and wildlife migration corridors are most pronounced in those areas.

The limitations of this research primarily stem from the lack of detailed data on the animal species involved in accidents, as well as limited information on wildlife migration routes. A more advanced statistical assessment of collision determinants, such as testing the significance of correlations between WVCs and variables like traffic intensity, vehicle speed, land cover types, or proximity to ecological habitats,

could substantially strengthen future research. Incorporating regression-based or machine-learning models would enable a more precise quantification of risk factors and improve predictive capability beyond descriptive spatial patterns. Such approaches would expand the analytical depth of this study and support the development of more evidence-based mitigation strategies.

The observed clustering of collisions near bridge and tunnel locations indicates that infrastructure–habitat interfaces need closer examination. Although several collision clusters appear near bridge locations, this study did not statistically test the significance of these patterns. Further analyses are needed to verify whether such infrastructural and ecological interfaces consistently contribute to higher collision frequencies. Also, future research should investigate the role of this infrastructure using larger datasets and species-specific movement data. Such analyses would help clarify whether particular structures elevate the collision risk or offer opportunities for targeted mitigation design.

The study applied Euclidean distance to identify collision clusters, since irregular road geometry in the study area makes chainage-based distances unreliable for hotspot detection. However, future research could combine spatial clustering with chainage-based moving-window analysis to provide finer-scale identification of risk segments.

Furthermore, the study identified high-risk locations based on the number of accidents and their spatial distribution. The results indicate that the greatest risks are not exclusively linked to roads with high traffic volumes or those located near natural habitats, but also to specific segments of the road network, such as bridges and tunnels, where infrastructural features intersect with natural wildlife migration corridors. Therefore, it is necessary to conduct more detailed analyses of additional factors influencing WVCs, such as vehicle speeds on certain road sections, traffic intensity, and others. Accordingly, future research should focus on:

- applying advanced analytical methods for more accurate risk assessment that take into account a broader range of factors (e.g., vehicle speed, species vulnerability, migration corridors, etc.);
- conducting comparative analyses in regional, European, and global contexts to identify best practices;
- developing pilot projects for the implementation of wildlife overpasses, fencing, and intelligent signalling systems at priority locations;
- improving data collection systems, with explicit identification of causes and mandatory recording of the animal species involved in each wildlife–vehicle collision.

In summary, the study confirms that addressing the issue of wildlife–vehicle collisions requires integrated and spatially targeted measures that simultaneously enhance road safety and contribute to biodiversity conservation. Future efforts should focus on combining scientific analyses, strategic planning, and practical infrastructural solutions, drawing on international standards and experiences from the region and Europe.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported by the Environmental Fund of the Federation of Bosnia and Herzegovina within the framework of the project “Geospatial Analysis of Wildlife–Vehicle Collisions and Proposal of Preventive Measures”. The authors are grateful for the financial and institutional support that enabled the implementation of the research and the preparation of this study.

DATA AVAILABILITY STATEMENT

Supplementary materials and data used in this research are accessible upon request. For access, please contact the corresponding author via alem.colakovic@fsk.unsa.ba

REFERENCES

- Balčiauskas, L., A. Kučas, L. Balčiauskienė, 2025: A review of wildlife–vehicle collisions: A multidisciplinary path to sustainable transportation and wildlife protection. *Sustainability* 17: 4644. <https://doi.org/10.3390/su17104644>
- Bhandari, K., S. Upadhaya, N.K. Yadav, P. Poudel, B.P. Heyojoo, Y.P. Timilsina, P. Koirala, 2024: What factors drive wildlife–vehicle collisions on highways? A case study from Western Nepal. *Journal of Nature Conservation* 81: 126678. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2024.126678>
- Bil, M., R. Andrašik, M. Dufa, J. Sedonik, 2019: On reliable identification of factors influencing wildlife–vehicle collisions along roads. *Journal of Environmental Management* 237: 297–304. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.02.076>
- Dawson, C., A.M. Villamagna, R.A. Martin, R.J. Moll, 2025: More connected, more collisions? Documenting nonlinear relationships between habitat connectivity and wildlife–vehicle collision hotspots. *Environmental Management* 75: 2089–2102. <https://doi.org/10.1007/s00267-025-02188-0>
- Federalno ministarstvo okoliša i turizma, 2021: Crvena lista faune Federacije Bosne i Hercegovine. Federalno ministarstvo okoliša i turizma, Sarajevo. <https://fmoit.gov.ba/wp-content/uploads/dokumenti/Crvena-lista-Faune-FBiH.pdf>
- Federalno ministarstvo okoliša i turizma, 2024a: Popis Natura 2000 lokaliteta Federacije BiH. Federalno ministarstvo okoliša i turizma, Sarajevo. <https://fmoit.gov.ba/okolis/zastita-prirode/popis-natura-2000-federacije-bih/>
- Federalno ministarstvo okoliša i turizma, 2024b: Emerald mreža Bosne i Hercegovine. Federalno ministarstvo okoliša i turizma, Sarajevo. <https://fmoit.gov.ba/okolis/zastita-prirode/emerald-mreza-bosna-i-hercegovina/>
- Fedorca, A., M. Fedorca, O. Ionescu, R. Jurj, G. Ionescu, M. Popa, 2021: Sustainable landscape planning to mitigate wildlife–vehicle collisions. *Land* 10: 737. <https://doi.org/10.3390/land10070737>
- Galinskaitė, L., A. Ulevičius, V. Valskys, A. Samas, P.E. Busher, G. Ignatavičius, 2022: The influence of landscape structure on wildlife–vehicle collisions: Geostatistical analysis on hot spot and habitat proximity relations. *ISPRS International Journal of Geo-Information* 11: 63. <https://doi.org/10.3390/ijgi11010063>
- Gilhooly, P.S., S.E. Nielsen, J. Whittington, C.C. St. Clair, 2019: Wildlife mortality on roads and railways following highway mitigation. *Ecosphere* 10: e02597. <https://doi.org/10.1002/ecs2.2597>
- Ha, H., F. Shilling, 2018: Modelling potential wildlife–vehicle collisions (WVC) locations using environmental factors and human population density: A case study from three state highways in Central California. *Ecological Informatics* 43: 212–221. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2017.10.005>
- Helldin, J.O., 2019: Predicted impacts of transport infrastructure and traffic on bird conservation in Swedish Special Protection Areas. *Nature Conservation* 36: 1–16. <https://doi.org/10.3897/natureconservation.36.31826>
- International Union for Conservation of Nature (IUCN), 2024: The IUCN Red List of Threatened Species. <https://www.iucnredlist.org>
- JP Autoceste Federacije BiH, 2024: Mapa autoputeva u Federaciji BiH. JP Autoceste Federacije BiH, Sarajevo. <https://www.jpautoceste.ba/interaktivna-mapa/>

- JP Ceste Federacije BiH, 2024a: Brojanje saobraćaja – PGDS podaci. JP Ceste Federacije BiH, Sarajevo. <https://jpdcfbh.ba/bs/aktivnosti/brojanje-saobraćaja/22>
- JP Ceste Federacije BiH, 2024b: Mreža magistralnih cesta Federacije BiH. JP Ceste Federacije BiH, Sarajevo. <https://jpdcfbh.ba/bs/aktivnosti/mreza-magistralnih-cesta/37>
- Koju, N.P., A.K.C. Anish, K. Dodhari, P. Giri, M. Lee, S. Pokhrel, A. Ghimire, L. Nyaichyai, K.O. Onditi, X. Jiang, R.C. Kyes, 2025a: Spatiotemporal patterns and environmental determinants of wildlife–vehicle collisions in Banke National Park, Nepal. *Scientific Reports* 15: 19478. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-04609-w>
- Koju, N.P., A.K.C. Anish, K. Dodhari, P. Giri, M. Lee, S. Pokhrel, A. Ghimire, L. Nyaichyai, K.O. Onditi, X. Jiang, R.C. Kyes, 2025b: Spatiotemporal patterns and environmental determinants of wildlife–vehicle collisions in Banke National Park, Nepal. *Scientific Reports* 15: 19478. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-04609-w>
- Kouris, A.D., A. Christopoulos, K. Vlachopoulos, A. Christopoulou, P.G. Dimitrakopoulos, Y.G. Zevgolis, 2024: Spatiotemporal patterns of reptile and amphibian road fatalities in a Natura 2000 area: A 12-year monitoring of the Lake Karla Mediterranean Wetland. *Animals* 14: 708. <https://doi.org/10.3390/ani14050708>
- Kučas, A., L. Balčiauskas, C. Lavallo, 2023: Identification of urban and wildlife terrestrial corridor intersections for planning of wildlife–vehicle collision mitigation measures. *Land* 12: 758. <https://doi.org/10.3390/land12040758>
- Laliberté, J., M.-H. St-Laurent, 2020: In the wrong place at the wrong time: Moose and deer movement patterns influence wildlife–vehicle collision risk. *Accident Analysis & Prevention* 135: 105365. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2019.105365>
- Laube, P., N. Ratnaweera, A. Wróbel, I. Kaelin, A. Stephani, M. Reifler-Baechtger, R.F. Graf, S. Suter, 2023: Analysing and predicting wildlife–vehicle collision hotspots for the Swiss road network. *Landscape Ecology* 38: 1765–1783. <https://doi.org/10.1007/s10980-023-01655-5>
- Lind Hansen, J., P. Sunde, T.J. Skovbjerg Balsby, M. Mayer, 2024: Using animal–vehicle collision data for wildlife population monitoring. *Ecosphere* 15: e4953. <https://doi.org/10.1002/ecs2.4953>
- Litvaitis, J.A., J.P. Tash, 2008: An approach toward understanding wildlife–vehicle collisions. *Environmental Management* 42: 688–697. <https://doi.org/10.1007/s00267-008-9108-4>
- Malo, J.E., F. Suárez, A. Díez, 2004: Can we mitigate animal–vehicle accidents using predictive models? *Journal of Applied Ecology* 41: 701–710. <https://doi.org/10.1111/j.0021-8901.2004.00929.x>
- Medrano-Vizcaíno, P., C. Grilo, D. Brito-Zapata, M. González-Suárez, 2023: Landscape and road features linked to wildlife mortality in the Amazon. *Biodiversity and Conservation* 32: 4337–4352. <https://doi.org/10.1007/s10531-023-02699-4>
- Ministarstva unutrašnjih poslova kantona u Federaciji BiH, 2024: Evidencije saobraćajnih nezgoda 2021–2023. Ministarstva unutrašnjih poslova FBiH, Sarajevo.
- Morelle, K., F. Lehaire, P. Lejeune, 2013: Spatio-temporal patterns of wildlife–vehicle collisions in a region with a high-density road network. *Nature Conservation* 5: 53–73. <https://doi.org/10.3897/natureconservation.5.4634>
- Neumann, W., G. Ericsson, H. Dettki, N. Bunnefeld, N.S. Keuler, D.P. Helmers, V.C. Radeloff, 2012: Difference in spatiotemporal patterns of wildlife road-crossings and wildlife–vehicle collisions. *Biological Conservation* 145: 70–78. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.10.011>
- Paemelaere, E.A.D., A. Mejía, S. Quintero, M. Hallett, F. Li, A. Wilson, H. Barnabas, A. Albert, R. Li, L. Baird, G. Pereira, J. Melville, 2023: The road towards wildlife friendlier infrastructure: Mitigation planning through landscape-level priority settings and species connectivity frameworks. *Environmental Impact Assessment Review* 99: 107010. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2022.107010>
- Pagany, R., 2020: Wildlife–vehicle collisions – Influencing factors, data collection and research methods. *Biological Conservation* 251: 108758. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108758>
- Park, H., M. Kim, S. Lee, 2021: Spatial characteristics of wildlife–vehicle collisions of water deer in Korea expressway. *Sustainability* 13: 13523. <https://doi.org/10.3390/su132413523>
- Quintana, I., E.F. Cifuentes, J.A. Dunnink, M. Ariza, D. Martínez-Medina, F.M. Fantacini, B.R. Shrestha, F.-J. Richard, 2022: Severe conservation risks of roads on apex predators. *Scientific Reports* 12: 2902. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-05294-9>
- Sáenz-de-Santa-María, A., J.L. Tellería, 2015: Wildlife–vehicle collisions in Spain. *European Journal of Wildlife Research* 61: 399–406. <https://doi.org/10.1007/s10344-015-0907-7>
- Seigney, J., A. Summers, G. Kalisz, K. McAllister, 2021: Identification of elk–vehicle incident hotspots on State Route 20 in Washington State. *Landscape Ecology* 36: 1685–1698. <https://doi.org/10.1007/s10980-021-01238-2>
- Su, H., Y. Wang, Y. Yang, S. Tao, Y. Kong, 2023: An analytical framework of the factors affecting wildlife–vehicle collisions and barriers to movement. *Sustainability* 15: 11181. <https://doi.org/10.3390/su151411181>
- Visintin, C., R. van der Ree, M.A. McCarthy, 2016: A simple framework for a complex problem? Predicting wildlife–vehicle collisions. *Ecology and Evolution* 6: 6409–6421. <https://doi.org/10.1002/ece3.2306>
- Vrkljan, J., D. Hozjan, D. Barić, D. Ugarković, K. Krapinec, 2020: Temporal patterns of vehicle collisions with roe deer and wild boar in the Dinaric area. *Croatian Journal of Forest Engineering* 41: 347–358. <https://doi.org/10.5552/crojfe.2020.789>

MA NEĆE BITI NIŠTA...

NEMAR JE PRVA
ISKRA

U slučaju opasnosti nazovi 193 ili 112.

PREDMETI KOJI MOGU IZAZVATI POŽAR



opusak
cigarete



odbačeno
staklo



neugasen
plamen



iskra od
radova

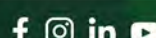
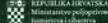
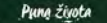
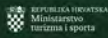
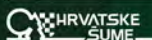


izgubljen
upaljac

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 opisite situaciju i lokaciju
- Ne koristite telefonsku liniju dok ne dođu 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 vatri kako biste ju snimali



Hrvatske šume d.o.o.

Leaf Phenological Variability in *Fagus sylvatica* L. Seedlings from Contrasting European Provenances Across Two Growing Seasons

Vladan Popović^{1*}, Sanja Lazić¹, Aleksandar Lučić¹, Aleksandar Vemić¹, Ljubinko Rakonjac¹, Biljana Filipović², Danijela Miljković²

¹ Institute of Forestry, Belgrade, Serbia

² Institute for Biological Research "Siniša Stanković" National Institute of the Republic of Serbia, University of Belgrade, Serbia

* Corresponding author: Vladan Popović, e-mail: vladanpop79@gmail.com

ABSTRACT

Phenological monitoring plays a critical role in understanding how forest ecosystems respond to climate change, particularly in economically and ecologically important forestry species such as European beech (*Fagus sylvatica* L., Fagaceae). This study assessed the variability of leafing phenophases in seedlings from 29 European beech provenances originating from Central and Southeastern Europe, grown under common conditions at a trial site on Mt. Goč, Serbia. Observations were conducted during two consecutive growing seasons (2022 and 2023), both warmer than average, with 2022 being notably drier. Significant variation was observed in the timing and duration of leafing phenophases among provenances, especially in 2022. Between-year comparisons revealed a statistically significant difference only for phenophase III (bud cracking), with shorter durations observed in 2022. In general, our results suggest that local climatic parameters and the genetic background influenced phenological variability, although no consistent eco-geographic pattern emerged. These findings represent early-stage results and should be interpreted as a preliminary step toward understanding adaptive potential in juvenile beech populations. Long-term monitoring across multiple years and developmental stages is essential to determine the stability of phenological traits and their relevance for provenance selection. This study contributes to the broader effort of integrating phenological data into climate-resilient forest management and highlights the importance of sustained multi-year research to support future breeding and conservation strategies.

Keywords: leaf phenology, provenance variation, seedlings, phenological plasticity, spring and autumn phenology, climate adaptation, season variability, common garden experiment

DOI:
<https://doi.org/10.31298/sl.150.3-4.2>

How to Cite:

Popović, V. et al., 2026: Leaf Phenological Variability in *Fagus sylvatica* L. Seedlings from Contrasting European Provenances Across Two Growing Seasons. Šumarski list 150 (5–6): 211–218, 2026. <https://doi.org/10.31298/sl.150.5-6.2>



This work is licensed under a Creative Commons
Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

INTRODUCTION

Phenology refers to the timing of recurring biological events such as budburst, leafing, flowering, and senescence. It serves as a major indicator of how plants respond to environmental variability. In the context of global climate change, phenological traits are particularly valuable for assessing how tree species react to shifts in temperature and precipitation regimes (Post et al. 2018, Jean et al. 2023). In forestry, phenology influences critical processes such as productivity, growth cycles, reproductive success, and vulnerability to abiotic stressors. Therefore, monitoring phenological responses is essential for developing adaptive forest management strategies.

Rising temperatures have already led to observable changes in tree phenology, including earlier leaf-out and extended growing seasons (Post et al. 2018). These shifts can increase exposure to late spring frosts and intensify drought stress due to reduced soil moisture (Dolschak et al. 2019). Phenological traits thus not only reflect climatic trends but also directly affect tree development and fitness (Journé et al. 2021, Jean et al. 2023). For example, the timing of leaf emergence influences photosynthetic efficiency and reproductive potential, and is closely linked to long-term productivity (Journé et al. 2021).

European beech (*Fagus sylvatica* L., Fagaceae) is one of the most widespread and ecologically significant broadleaf species in Europe. Its broad distribution across diverse altitudes and climates makes it an ideal model for studying local adaptation (Stojnić et al. 2022, Garosi et al. 2025). However, beech is highly sensitive to climate change. Rising temperatures and prolonged droughts have negatively impacted its growth, transpiration dynamics, and survival, especially in the southern parts of its range (Bolte et al. 2016, Del Castillo et al. 2022). Beech mortality near range margins has been more strongly associated with climatic variables than with geographic factors, suggesting that genetic variability and local adaptation play a central role in resilience (Bolte et al. 2016, Leuschner 2020).

Previous research has demonstrated that beech provenances differ in their phenological behavior under common environmental conditions, indicating a genetic basis for leafing time variability (Vander Mijnsbrugge et al. 2021). Earlier flushing provenances may be more vulnerable to frost damage, while increased temperature extremes can lead to greater inter-individual variability in phenological timing (Geng et al. 2020). These changes complicate predictions of future performance and highlight the need for provenance-level studies to support reforestation and restoration efforts.

Recent investigations further highlight the role of provenance and phenotypic plasticity in shaping the adaptive potential of *Fagus sylvatica* under climate change. Long-term monitoring across the Western Carpathians revealed a significant advancement of spring phases and an extended growing season, with clear variation across elevation zones (Skvareninová et al. 2024). Similarly, multi-trait evaluations of 85 provenances over 25 years showed pronounced differentiation in growth and stability, underscoring the potential for selecting well-adapted seed sources (Liepe et al. 2024). Controlled common-garden experiments have

also demonstrated that leaf phenology responses are both species- and provenance-specific under drought and nutrient treatments, illustrating the complexity of provenance-by-environment interactions (Bačurin et al. 2025a). Together, these findings reinforce the relevance of our study, which focuses on provenance-level variation in leafing phenophases and seeks to clarify how timing and duration respond to contrasting growing seasons.

Given the ecological and silvicultural importance of beech, and the increasing stress on its populations under climate change, there is a growing need for improved strategies to achieve forest restoration. This applies to both managed forests and protected areas, where active silvicultural interventions may be necessary to ensure long-term stability and biodiversity conservation (Wagner et al. 2010, Dubravac et al. 2024).

To address these challenges, this study investigates phenological variation among beech provenances under controlled conditions on Mt. Goč, Serbia. The objectives of this study were: (1) to examine whether selected beech provenances from Central and Southeastern Europe differ in the timing and duration of their leafing phenophases within the same growing season; and (2) to determine whether the leafing phenophases of these provenances differ between two successive growing seasons under variable climatic conditions.

MATERIAL AND METHODS

Plant Material

The trial involved 29 European beech provenances selected from their natural distribution areas in Central and Southeastern Europe (Figure 1). Their general characteristics are shown in Table 1. In autumn 2018, approximately 1 kg of visually healthy seeds were collected from each provenance. The collected material was delivered and processed in the laboratory of the Institute of Forestry in Belgrade. After basic cleaning and removal of empty seeds, the material was disinfected in a short H₂O₂ treatment, assessed for quality, and stratified in moist substrate at 3–4°C for 16 weeks. In spring 2019, the seeds were sown in the nursery of the Institute of Forestry in Belgrade, where seedlings were cultivated for two growing seasons under controlled conditions.

The provenance trial was later established in spring 2021 on Mt. Goč (latitude 43.56139° N, longitude 20.80056° E), at 980 m a.s.l., on a northeast-facing slope in the central part of Serbia (Management Unit Gračac, Department 20a, Public Enterprise "Šume Goč" Vrnjačka Banja). The site has temperate continental climate, with a mean annual air temperature of 7.5°C and annual precipitation of 856 mm. Two-year-old seedlings were planted at a spacing of 2 m × 1 m, resulting in a total of 4350 plants across 1 ha (50 seedlings per provenance × 3 replicates (blocks) × 29 provenances). The experimental design was a randomized complete block with three replicates. Each replicate consisted of 50 plants arranged in five rows of 10 planting sites (10 m × 10 m plot). According to von Wühlisch (2004), this plot size is sufficient to maintain trials for up to 60 years.

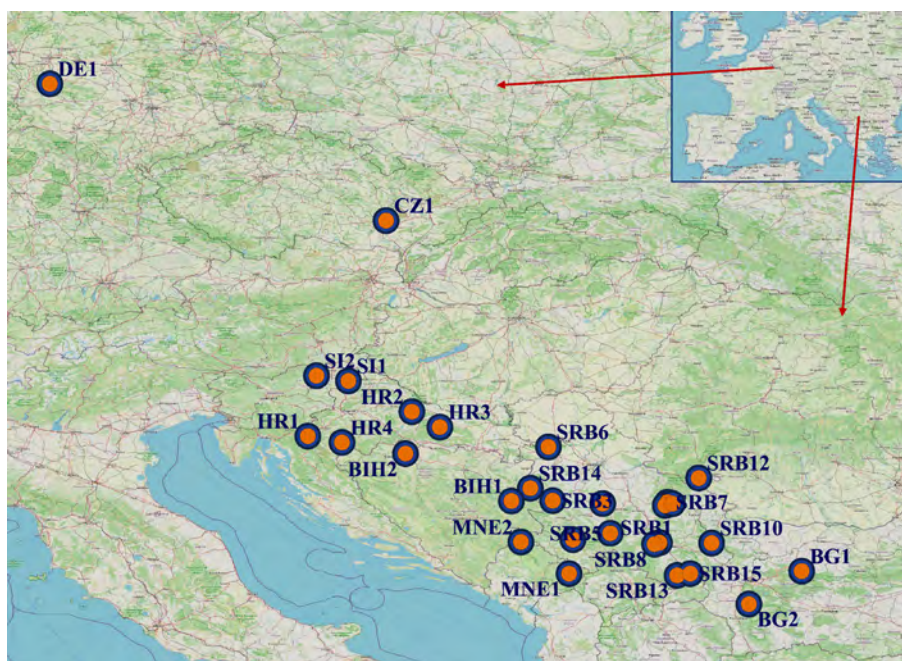


Figure 1 Geographic origin of 29 European beech (*Fagus sylvatica*) provenances included in the phenological trial at Mt. Goč.

Table 1 Geographic origin and ecological characteristics of 29 provenances of European beech (*Fagus sylvatica* L.) used to establish the trial under common conditions at Mt. Goč, Serbia. Country abbreviations: BG – Bulgaria; SRB – Serbia; MNE – Montenegro; BIH – Bosnia and Herzegovina; HR – Croatia; SI – Slovenia; CZ – Czech Republic; DE – Germany. Climatic characteristics: MAT – mean annual temperature, MAP – annual sum of precipitation (data from <https://www.climateengine.org>).

N	Provenance ID	Provenance name	Latitude	Longitude	Altitude (m)	MAT (°C)	MAP (mm)
1	BG1	Centralni Balkan	42.86444	24.24941	1100	8	941
2	BG2	Rila	42.26417	23.28333	1280	8	802
3	BIH1	Javor BIH	44.15611	18.94333	1010	8.9	1171
4	BIH2	Lisina	45.02522	17.00861	400	11.4	1110
5	CZ1	Malužin	49.27334	16.66171	360	10.5	571
6	DE1	Harz	51.78503	10.51716	820	7.2	789
7	HR1	Bukovača	45.34747	15.22334	435	11.9	1401
8	HR2	Građevačka Biogora	45.79191	17.12667	185	12.4	899
9	HR3	Južni Papuk	45.50722	17.63802	685	9.7	977
10	HR4	Bublen	45.23139	15.84747	205	12.6	1189
11	MNE1	Borak	42.82738	19.99544	1250	8.6	1100
12	MNE2	Kovač	43.40833	19.11611	960	9.9	1105
13	SI1	Hrastovec	46.35667	15.96667	300	11.4	1066
14	SI2	Osankarica	46.45325	15.38333	1240	6.2	1603
15	SRB1	Mali Jastrebac	43.39092	21.65006	830	9.8	844
16	SRB2	Rudnik	44.10531	20.6136	700	10.3	973
17	SRB3	Povlen	44.16111	19.69861	870	9.6	1144
18	SRB4	Javor SRB	43.44913	20.06806	1350	7.5	1118
19	SRB5	Goč	43.56351	20.75001	920	9.7	1126
20	SRB6	Fruška Gora	45.14194	19.62289	370	11.8	753
21	SRB7	Severni Kučaj	44.12941	21.79868	730	9.7	977
22	SRB8	Veliki Jastrebac	43.36242	21.56092	810	9.9	856
23	SRB9	Južni Kučaj	44.07015	21.75708	700	9.8	996
24	SRB10	Stara Planina	43.38065	22.60313	1260	7.1	1011
25	SRB11	Dubašnica	44.10063	21.88801	900	8.7	849
26	SRB12	Miroč	44.57029	22.37021	450	10.8	576
27	SRB13	Kukavica	42.79124	21.97133	1200	8.3	1011
28	SRB14	Boranja	44.38997	19.28981	650	10.7	1099
29	SRB15	Kačer-Zeleniće	42.82314	22.21206	1180	8.3	971

Monitoring of Leafing Phenophases

Phenological observations were conducted visually in 2022 and 2023 on fixed dates: 8 April, 15 April, 22 April, 29 April, 6 May, 13 May, 20 May, and 27 May. All seedlings were

observed on the same day during each observation date. The two years differed in climatic conditions (Figure 2), primarily in terms of precipitation, with 2022 being significantly drier than 2023 (data from <https://www.climateengine.org>).

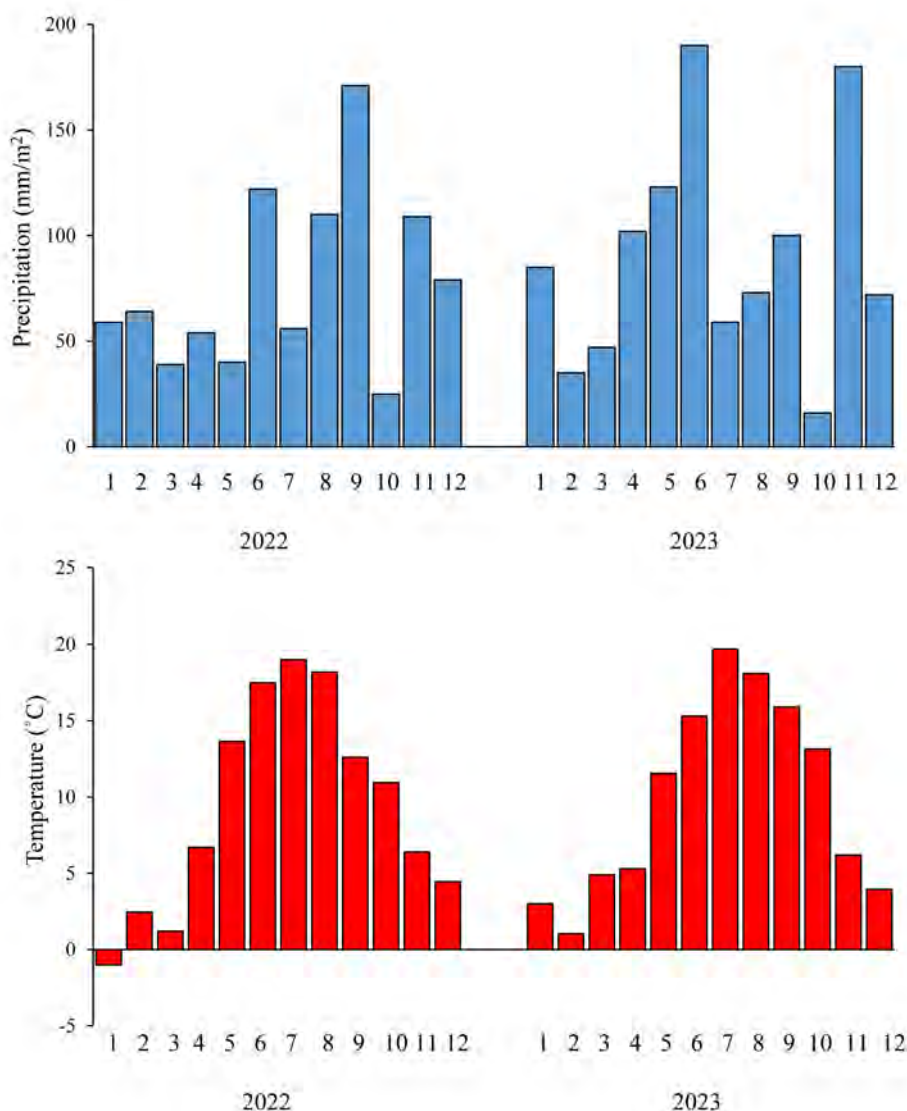


Figure 2 Climatic conditions at the trial site on Mt. Goč: monthly precipitation and temperature in 2022 and 2023.

The number of days from the initial observation day (8 April) to the onset of each leafing phenophase was recorded. Leaf development in the studied provenances was monitored across six characteristic phenophases, following Forstreuter (2002), ranging from dormant buds to fully developed leaves:

- I – Dormant bud – brown to dark brown in color
- II – Swollen bud – elongated, swollen, yellowish-green in color, with a membrane not yet pierced by the emerging leaf
- III – Bud cracking – buds begin to open, and the first signs of greenery become visible
- IV – Rolled leaf emergence – a bent, hairy leaf starts to appear
- V – Unrolled pale leaf – fan-shaped, light-colored leaves are visible

- VI – Fully developed leaf – smooth, wide, and fully expanded.

Statistical Methods

Descriptive statistics were obtained using the MEANS procedure in the SAS statistical package (SAS Institute, Inc. 2011). Differences in the duration of leafing phenophases between the two growing seasons (2022 and 2023) were assessed with analysis of variance (ANOVA). To explore geographic and bioclimatic influences, Pearson correlation coefficients (r) were calculated with the CORR procedure, testing the relationships between phenophase durations and eco-geographic variables (elevation, latitude, longitude, mean annual temperature and annual precipitation) of the seed origin sites.

RESULTS

Provenance Comparisons

The timing and duration of leafing phenophases varied substantially among the studied provenances (Figure 3). Overall, variability was greater in 2022 compared to 2023, with larger differences among provenances observed within that season. In contrast, phenophase durations in 2023 were more uniform across provenances, likely reflecting generally shorter leafing periods. Across both seasons, the lowest variability was consistently recorded for phenophase VI, whereas the highest variability was observed for phenophase IV.

Phenophase II was consistently the shortest, whereas phenophases IV–VI contributed the most to the total leafing duration. Provenances SRB1, SRB7, SRB12, and SRB15 showed the shortest durations across nearly all phenophases, indicating rapid leafing progression. In contrast, CZ1, DE1, HR3, SRB2, and SRB3 exhibited the longest durations, especially in phenophases III, V, and VI. Provenances DE1 and SRB2 maintained long phenophase duration over both years, reflecting stable phenology and resilience to interannual climatic variation. Other provenances displayed intermediate or variable durations, with some showing longer phenophases in 2022 (BG1, BG2, HR4, SRB4, SRB6, SRB9) and others in 2023 (BIH1, HR3, CZ1, SL2, SRB3, SRB13).

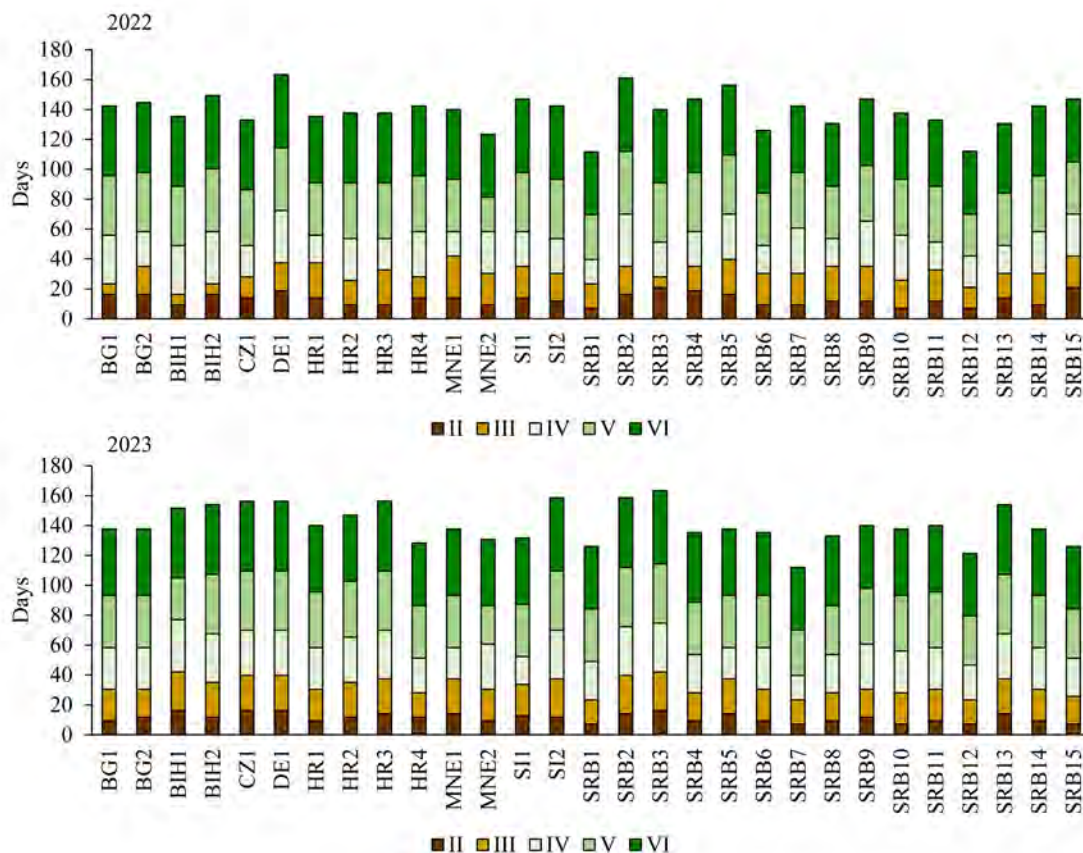


Figure 3 Duration of leafing phenophases (days) in 29 European beech (*Fagus sylvatica*) provenances during two successive growing seasons, 2022 and 2023.

Interannual Variations

Seasonal comparisons revealed the following average durations: phenophase II 13.0 days (2022) vs. 11.3 days (2023); phenophase III 17.9 days (2022) vs. 21.2 days (2023); phenophase IV 25.5 days (2022) vs. 27.7 days (2023); phenophase V 36.9 days (2022) vs. 35.7 days (2023); phenophase VI 45.9 days (2022) vs. 44.8 days (2023). ANOVA results indicated a statistically significant difference between years only for phenophase III ($p < 0.05$).

Correlation Analysis

The analysis revealed no statistically significant correlation between phenophase durations and elevation of the seed collection sites or with mean annual temperature and annual precipitation ($p > 0.05$). Latitude showed weak

but statistically significant positive correlations with phenophases II, V, and VI, while longitude exhibited weak but statistically significant negative correlations with the same phenophases ($p < 0.05$). In all cases, correlation coefficients were below 0.4, confirming that geographic gradients exert only a minor influence on the timing and duration of leafing phenophases.

DISCUSSION

The onset and duration of growth and reproductive phenophases in European beech are shaped by the interplay between genetic variation and ecological factors, particularly temperature, photoperiod, and moisture availability (Varela and Valdivieso 2011, Thiel et al. 2014, Skvareninová et al. 2024). In this study considerable variability was

observed among provenances; however, no consistent geographic pattern emerged. Environmental variables of the seed origin sites (elevation, mean annual temperature, and annual precipitation) did not significantly explain phenophase durations. This aligns with findings by Vogel (2022), who emphasized that short-term climatic conditions immediately preceding phenological events, such as temperature in the previous 2–3 months and precipitation in the previous 1–2 months, are stronger drivers than mean climatic parameters of the origin sites. These results are contrast to some extent with those of Robson et al. (2013), who reported that phenological traits in beech are segregated according to the location and elevation of provenance origin, particularly at the species' southern range margin.

Interannual differences between 2022 and 2023 further underscore the strong impact of short-term climatic variability on phenological development. In 2023, warmer spring temperatures combined with higher precipitation accelerated leaf emergence and shortened the duration of early phenophases. Previous research on *Fagus sylvatica* confirms that early leaf-out under limited soil water availability reduces hydraulic conductivity and constrains photosynthetic performance, supporting the assumption that early-leafing provenances are more vulnerable to dry conditions (Gebauer et al. 2020). By contrast, cooler conditions in early 2023 prolonged the duration of early phenophases, especially of phenophase III, and led to more synchronized responses among provenances. Statistical analyses confirmed that phenophase III was significantly affected by year-to-year climatic variation. These findings are consistent with broader European studies (Raffard et al. 2022), which demonstrate that even modest shifts in spring temperature can disrupt leafing synchrony and alter phenophase length.

A clear distinction was observed between early- and late-leafing provenances, with important implications for adaptive strategies. Provenances such as CZ1, DE1, SRB2, and SRB3 consistently exhibited late leafing, particularly in phenophase III (green leaf emergence), thereby reducing exposure to low temperatures during sensitive developmental stages (Menzel et al. 2015, Flynn and Wolkovich 2018, Malyshev et al. 2022). In contrast, early-leafing provenances such as SRB12, MNE2, and SRB1 were more vulnerable to frost due to earlier bud break and underdeveloped foliage. On fertile and moisture-rich sites, however, early-leafing provenances may enhance productivity through increased leaf area index, carbon assimilation, and biomass accumulation (Myneni et al. 1997, Meier and Leuschner 2008, Scartazza et al. 2016, Tumpa et al. 2022). Late-leafing provenances, by contrast, provide greater resistance to abiotic stress and phenological stability under less favorable environments (Aertsen et al. 2014). In conclusion, selecting provenances requires the balancing of growth and stress tolerance, with careful attention to habitat suitability for successful reforestation (Gömöry and Paule 2011, Memišević Hodžić and Ballian 2021b, Vukmirović et al. 2024, Vidaković et al. 2025).

Genetic studies in European beech have demonstrated substantial intrapopulation variability and a genetic basis for phenological differences (Kraj and Sztorc 2009, Meger et al. 2021), including early and late leafing. At the same time, research on phenotypic plasticity shows that local growing conditions, particularly temperature and precipitation in

the months preceding phenophases, often exert a stronger influence than the climatic parameters of the seed origin (Unterholzner et al. 2024). Similar results from common-garden trials in Southeastern Europe confirm that provenance differences reflect both inherited genetic variation and the modifying effects of local environments (Bogunović et al. 2020). Our findings, which reveal variability without a consistent geographic pattern, can therefore be interpreted through this combined effect of genetic inheritance and local environmental conditions.

In addition to European beech, several economically important members of the Fagaceae family, such as sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.), sessile oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.), and pedunculate oak (*Q. robur* L.), exhibit substantial variation in morphological and functional traits depending on local growth conditions (Brushi et al. 2003; Denéchère et al. 2021; Popović et al. 2021, 2024; Tumpa et al. 2021; Sever et al. 2022; Memišević Hodžić et al. 2024). These studies indicate that both morphological traits (e.g., leaf size, specific leaf area) and functional traits (e.g., photosynthetic capacity, water-use efficiency) are strongly influenced by environmental gradients such as temperature, soil moisture, and light availability. This broader evidence emphasizes the importance of considering multiple Fagaceae species when investigating adaptive strategies and managing forest resources.

Building on these findings, further research should expand beyond spring phenology to include autumnal phases, particularly leaf senescence, which plays a crucial role in determining the total length of the growing season and the ecological performance of different provenances. A more complete phenological profile would enhance our understanding of adaptive strategies and inform provenance selection under changing climatic conditions. Recent advances in remote sensing technologies, such as UAVs and satellite imagery, offer scalable and precise tools for real-time monitoring of phenophases, facilitating the integration of phenological data into reforestation planning and long-term forest management (Ciocîrlan et al. 2022, Wang et al. 2024). Incorporating a diverse set of provenances – ranging from early to late leafing types – into restoration programs increases the likelihood of successful adaptation across heterogeneous environments and provides a valuable framework for further molecular and genetic studies. The identification and selection of phenologically resilient provenances, particularly those demonstrating local adaptation and tolerance to climatic stressors, should be prioritized as a central strategy in forest conservation and improvement under ongoing climate change (Ivanković et al. 2011; Čehulić et al. 2019, 2023; Antonucci et al. 2021; Sperlich et al. 2024).

CONCLUSION

This study provides the first assessment of leafing phenology in the juvenile phase of 29 European beech provenances from Southeastern and Central Europe. The results reveal significant variability in the timing and duration of leafing phenophases, reflecting both genetic differentiation and climatic responsiveness. These traits offer practical value for adaptive forest management since early leafing may reduce disease risk, while late leafing may enhance frost avoidance and phenological stability.

The observed patterns suggest that phenologically resilient provenances can be strategically selected to improve the health and productivity of beech ecosystems under changing environmental conditions. Continued monitoring of the same provenances at later developmental stages will enable deeper insights into ontogenetic variability and long-term adaptation potential.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was funded by the Ministry of Science, Technological Development and Innovation of the Republic of Serbia, Grants No. 451-03-136/2025-03/ 200027 and 451-03-136/2025-03/ 200007. The results presented in this manuscript are in line with Sustainable Development Goal 15 (Protect, restore and promote sustainable use of terrestrial ecosystems, sustainably manage forests, combat desertification, and halt and reverse land degradation and halt biodiversity loss) of the United Nations 2030 Agenda.

REFERENCES

- Aertsen, W., E. Janssen, V. Kint, J.D. Bontemps, J. van Orshoven, B. Muys, 2014: Long-term growth changes of common beech (*Fagus sylvatica* L.) are less pronounced on highly productive sites. *Forest Ecology and Management* 312: 252–259. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2013.09.034>
- Antonucci, S., G. Santopuoli, M. Marchetti, R. Tognetti, U. Chiavetta, V. Garfi, 2021: What Is Known About the Management of European Beech Forests Facing Climate Change? *Current Forestry Reports* 7: 321–333. <https://doi.org/10.1007/s40725-021-00149-4>
- Bačurin, M., K. Sever, I. Katičić Bogdan, S. Bogdan, 2025a: Species- and provenance-specific leaf phenological responses to drought and elevated phosphorus in *Fagus sylvatica* and *Quercus petraea*. *Forests* 16 (9): 1402. <https://doi.org/10.3390/f16091402>
- Bačurin, M., I. Čehulić, I. Katičić Bogdan, S. Bogdan, 2025b: The different timing of exposure to drought stress differentially affects phenology and growth in goat willow. *South-east European forestry* 16 (2): 25–17. <https://doi.org/10.15177/>
- Bogunović, S., S. Bogdan, M. Lanščak, N. Čelepurović, M. Ivanković, 2020: Use of a common garden experiment in selecting adapted beech provenances for artificial stand restoration. *South-east European forestry* 11 (1): 1–10. <https://doi.org/10.15177/seefor.20-07>
- Bolte, A., T. Czajkowski, C. Cocozza, R. Tognetti, M. de Miguel, E. Pšidová, L. Ditmarová, L. Dinca, S. Delzon, H. Cochard, A. Ræbild, M. de Luis, B. Cvjetkovic, C. Heiri, J. Müller, 2016: Desiccation and mortality dynamics in seedlings of different European beech (*Fagus sylvatica* L.) populations under extreme drought conditions. *Frontiers in Plant Science* 7: 751. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00751>
- Brushi, P., P. Grossoni, F. Bussotii, 2003: Within- and among-tree variation in leaf morphology of *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. natural populations. *Trees* 17: 164–172.
- Ciocîrlan, M.I.C., A.L. Curtu, G.R. Radu, 2022: Predicting leaf phenology in forest tree species using UAVs and satellite images: A case study for European beech (*Fagus sylvatica* L.). *Remote Sensing* 14 (24): 6198. <https://doi.org/10.3390/rs14246198>
- Čehulić, I., K. Sever, I. Katičić Bogdan, A. Jazbec, Ž. Škvorc, S. Bogdan, 2019: Drought impact on leaf phenology and spring frost susceptibility in a *Quercus robur* L. provenance trial. *Forests* 10 (1): 50. <https://doi.org/10.3390/f10010050>
- Čehulić, I., A. Gavranović Markić, Z. Vujnović, M. Lanščak, S. Bogunović, M. Ivanković, 2023: Fenotipska varijabilnost određenih hrvatskih provenijencija obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) u komparativnom genetičkom testu. In (Perić, S., ed.): *Genetics and breeding of forest trees in Southeast Europe – current situation and challenges*. 3rd SEEFORGEN meeting, Jastrebarsko, Croatia, September 27–29, 2023, pp. 52–53.
- Del Castillo, E.M., C.S. Zang, A. Buras, A. Hacket-Pain, J. Esper, R. Serrano-Notivol, C. Hartl, R. Weigel, S. Klesse, V. Resco de Dios, T. Scharnweber, I. Dorado-Liñán, M. van der Maaten-Theunissen, E. van der Maaten, A. Jump, S. Mikac, B.E. Banzragch, W. Beck, L. Cavin, H. Claessens, V. Čada, K. Čufar, C. Dulamsuren, J. Gričar, E. Gil-Pelegrín, P. Janda, M. Kazimirovic, J. Kreyling, N. Latte, C. Leuschner, L.A. Longares, A. Menzel, M. Merela, R. Motta, L. Muffler, P. Nola, A.M. Petritan, I.C. Petritan, P. Prislan, Á. Rubio-Cuadrado, M. Rydval, B. Stajić, M. Svoboda, E. Toromani, V. Trotsiuk, M. Wilming, T. Zlatanov, M. de Luis, 2022: Climate-change-driven growth decline of European beech forests. *Communications Biology* 5 (1): 163. <https://doi.org/10.1038/s42003-022-03107-3>
- Denéchère, R., N. Delpierre, E.N. Apostol, D. Berveiller, F. Bonne, E. Cole, S. Delzon, E. Dufrêne, E. Gressler, F. Jean, 2021: The within-population variability of leaf spring and autumn phenology is influenced by temperature in temperate deciduous trees. *International Journal of Biometeorology* 65: 369–379.
- Dolschak, K., K. Gartner, T.W. Berger, 2019: The impact of rising temperatures on water balance and phenology of European beech (*Fagus sylvatica* L.) stands. *Modeling Earth Systems and Environment* 5: 1347–1363. <https://doi.org/10.1007/s40808-019-00602-1>
- Dubravac, T., D. Barčić, R. Rosavec, Ž. Španjol, S. Vojniković, 2024: The dynamics of stand structure development and natural regeneration of common beech (*Fagus sylvatica* L.) in Plitvice Lakes National Park. *Forests* 15: 357. <https://doi.org/10.3390/f15020357>
- Forstreuter, M., 2002: Auswirkungen globaler Klimaänderungen auf das Wachstum und den Gaswechsel (CO₂/H₂O) von Rotbuchenbeständen (*Fagus sylvatica* L.). *Landschaftsentwicklung und Umweltforschung*, Technische Universität, Berlin.
- Flynn, D.F.B., E.M. Wolkovich, 2018: Temperature and photoperiod drive spring phenology across all species in a temperate forest community. *New Phytologist* 219: 1353–1362. <https://doi.org/10.1111/nph.15232>
- Garosi, C., C. Vettori, L. Arcidiaco, M. Bajc, H. Kraigher, M. Westergren, D. Travaglini, R. Damjanić, K. Sever, A. Breznikar, A. Gregoric, M. Lanščak, M. Ivanković, S. Bogunović, D. Paffetti, 2025: Genome-wide SNP association analysis reveals the genomic signature of local adaptation in natural populations of European beech (*Fagus sylvatica* L.). *Trees, Forests and People* 21: 100981. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2025.100981>
- Gebauer, R., R. Plichta, J. Urban, D. Volařík, M. Hájičková, 2020: The resistance and resilience of European beech seedlings to drought stress during the period of leaf development. *Tree Physiology* 40 (9): 1147–1164. <https://doi.org/10.1093/treephys/tpaa066>
- Geng, X., Y.H. Fu, F. Hao, X. Zhou, X. Zhang, G. Yin, Y. Vitasse, S. Piao, K. Niu, H.J. De Boeck, A. Menzel, J. Peñuelas, 2020: Climate warming increases spring phenological differences among temperate trees. *Global Change Biology* 26 (10): 5979–5987. <https://doi.org/10.1111/gcb.15301>
- Gömöry, D., L. Paule, 2011: Trade-off between height growth and spring flushing in common beech (*Fagus sylvatica* L.). *Annals of Forest Science* 68: 975–984. <https://doi.org/10.1007/s13595-011-0103-1>
- Hurdebise, Q., M. Aubinet, B. Heinesch, C. Vincke, 2019: Increasing temperatures over an 18-year period shortens growing season length in a beech (*Fagus sylvatica* L.)-dominated forest. *Annals of Forest Science* 76: 75. <https://doi.org/10.1007/s13595-019-0861-8>
- Ivanković, M., M. Popović, I. Katičić, G. von Wuehlisch, S. Bogdan, 2011: Quantitative genetic variation of European beech (*Fagus sylvatica* L.) provenances from the Southeastern Europe. *Šumarski list* 135 (13): 36–37.
- Jean, F., H. Davi, S. Oddou-Muratorio, B. Fady, I. Scotti, C. Scotti-Saintagne, J. Ruffault, V. Journe, P. Clastre, O. Marloie, W. Brunetto, 2023: A 14-year series of leaf phenological data collected for European beech (*Fagus sylvatica* L.) and silver fir (*Abies alba* Mill.) from their geographic range margins in south-eastern France. *Annals of Forest Science* 80 (1): 35. <https://doi.org/10.1186/s13595-023-01193-9>
- Journé, V., T. Caignard, A. Hacket-Pain, M. Bogdziewicz, 2021: Leaf phenology correlates with fruit production in European beech (*Fagus sylvatica*) and in temperate oaks (*Quercus robur* and *Quercus petraea*). *European Journal of Forest Research* 140: 733–744. <https://doi.org/10.1007/s10342-021-01363-2>
- Leuschner, C., 2020: Drought response of European beech (*Fagus sylvatica* L.) – A review. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 47: 125576. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2020.125576>
- Liepe, K., E. van der Maaten, M. van der Maaten-Theunissen, J.M. Kormann, H. Wolf, M. Liesebach, 2024: Ecotypic variation in multiple traits of European beech: selection of suitable provenances based on

- performance and stability. *European Journal of Forest Research* 143 (3): 831–845. <https://doi.org/10.1007/s10342-024-01656-2>
- Kraj, W., A. Sztorc, 2009: Genetic structure and variability of phenological forms in the European beech (*Fagus sylvatica* L.). *Annals of Forest Science* 66: 203. <https://doi.org/10.1051/forest/2008085>
 - Malyshev, A.V., E. van der Maaten, A. Garthen, D. Maß, M. Schwabe, J. Kreyling, 2022: Inter-individual budburst variation in *Fagus sylvatica* is driven by warming rate. *Frontiers in Plant Science* 13: 853521. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.853521>
 - Meger, J., B. Ulaszewski, J. Burczyk, 2021: Genomic signatures of natural selection at phenology-related genes in a widely distributed tree species *Fagus sylvatica* L. *BMC Genomics* 22 (1): 583. <https://doi.org/10.1186/s12864-021-07907-5>
 - Memišević Hodžić, M., D. Ballian, 2021a: Morphological and phenological variability of Common beech (*Fagus sylvatica* L.) in the international provenance test in Bosnia and Herzegovina. *Šumarski list* 145 (1–2): 19–30. <https://doi.org/10.31298/sl.145.1-2.2>
 - Memišević Hodžić, M., D. Ballian, 2021b: Growth dynamics and tree shape of Common beech (*Fagus sylvatica* L.) in the international provenance test. *South-east European forestry* 12 (2): 105–114. <https://doi.org/10.15177/seeor.21-11>
 - Memišević Hodžić, M., A. Čabaravdić, D. Ballian, 2024: Phenotypic variation in leaf in natural populations of *Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) in Bosnia and Herzegovina. *Šumarski list* 148 (9–10): 441–452. <https://doi.org/10.31298/sl.148.9-10.2>
 - Menzel, A., R. Helm, C. Zang, 2015: Patterns of late spring frost leaf damage and recovery in a European beech (*Fagus sylvatica* L.) stand in south-eastern Germany based on repeated digital photographs. *Frontiers in Plant Science* 6: 110. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00110>
 - Meier, I.C., C. Leuschner, 2008: Leaf size and leaf area index in *Fagus sylvatica* forests: competing effects of precipitation, temperature, and nitrogen availability. *Ecosystems* 11: 655–669. <https://doi.org/10.1007/s10021-008-9135-2>
 - Myneni, R.B., C.D. Keeling, C.J. Tucker, G. Asrar, R.R. Nemani, 1997: Increased plant growth in the northern high latitudes from 1981 to 1991. *Nature* 386: 698–702. <https://doi.org/10.1038/386698a0>
 - Petrić, M., D. Vitanović, M. Božić, 2024: Trends in European beech phenology and climate change impacts: A meta-analysis. *Forest Ecology and Management* 523: 120576. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.120576>
 - Popović, V., A. Lučić, Lj. Rakonjac, 2021: Variability of morphological traits of European beech (*Fagus sylvatica* L.) seedlings in Serbia. *South-east European forestry* 12 (1): 83–89. <https://doi.org/10.15177/seeor.21-06>
 - Popović, V., A. Vemić, Lj. Rakonjac, S. Jovanović, S. Hadrović, A. Lučić, 2024: The use of morphological traits of European beech (*Fagus sylvatica* L.) seedlings for selection of reproductive material from the provenances likely affected by climate change. *Šumarski list* 148 (7–8): 353–361. <https://doi.org/10.31298/sl.148.7-8.3>
 - Post, E., B.A. Steinman, M.E. Mann, 2018: Acceleration of phenological advance and warming with latitude over the past century. *Scientific Reports* 8: 3927. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-22258-0>
 - Raffard, A., K.J. Anderson-Teixeira, B.O. Christoffersen, 2022: Interannual climate variability drives phenological mismatches in temperate forests. *Global Change Biology* 28 (1): 69–83. <https://doi.org/10.1111/gcb.15900>
 - Robson, T.M., E. Rasztovtovs, P.J. Aphalo, R. Alia, I. Aranda, 2013: Flushing phenology and fitness of European beech (*Fagus sylvatica* L.) provenances from a trial in La Rioja, Spain, segregate according to their climate of origin. *Agricultural and Forest Meteorology* 180: 76–85. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2013.05.008>
 - SAS Institute, Inc., 2011: The SAS System for Windows, release 9.3. SAS Institute, Cary
 - Scartazza, A., D. Di Baccio, P. Bertolotto, O. Gavrichkova, G. Matteucci, 2016: Investigating the European beech (*Fagus sylvatica* L.) leaf characteristics along the vertical canopy profile: leaf structure, photosynthetic capacity, light energy dissipation and photoprotection mechanisms. *Tree Physiology* 36 (9): 1060–1076. <https://doi.org/10.1093/treephys/tpw038>
 - Sever, K., A. Vukmirović, L. Hodak, S. Bogdan, I. Katičić Bogdan, D. Krstonošić, T. Karažija, J. Franjić, Ž. Škvorc, 2022: Functional adaptation of natural sessile oak and common beech saplings on different habitat conditions. *Šumarski list* 146 (7–8): 293–307. <https://doi.org/10.31298/sl.146.7-8.2>
 - Skvareninová, J., R. Sitko, J. Vido, Z. Snopková, J. Skvarenina, 2024: Phenological response of European beech (*Fagus sylvatica* L.) to climate change in the Western Carpathian climatic-geographical zones. *Frontiers in Plant Science* 15: 1242695. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1242695>
 - Sperlich, D., M. Hanewinkel, R. Yousefpour, 2024: Aiming at a moving target: economic evaluation of adaptation strategies under the uncertainty of climate change and CO2 fertilization of European beech (*Fagus sylvatica* L.) and Silver fir (*Abies alba* Mill.). *Annals of Forest Science* 81: 4. <https://doi.org/10.1186/s13595-023-01215-6>
 - Stojnić, S., V. Viscosi, M. Marković, M. Ivanković, S. Orlović, R. Tognetti, C. Cocozza, V. Vasić, A. Loy, 2022: Spatial patterns of leaf shape variation in European beech (*Fagus sylvatica* L.) provenances. *Trees* 36: 497–511. <https://doi.org/10.1007/s00468-021-02224-6>
 - Thiel, D., J. Kreyling, S. Backhaus, C. Beierkuhnlein, C. Buhk, K. Egen, G. Huber, M. Konnert, L. Nagy, A. Jentsch, 2014: Different reactions of central and marginal provenances of *Fagus sylvatica* to experimental drought. *European Journal of Forest Research* 133: 247–260. <https://doi.org/10.1007/s10342-013-0750-x>
 - Tumpa, K., A. Vidaković, D. Drvodelić, M. Šango, M. Idžojić, I. Perković, I. Poljak, 2021: The effect of seed size on germination and seedling growth in sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.). *Forests* 12 (7): 858. <https://doi.org/10.3390/f12070858>
 - Tumpa, K., Z. Šatović, A. Vidaković, M. Idžojić, R. Stipetić, I. Poljak, 2022: Population variability of almond-leaved willow (*Salix triandra* L.) based on the leaf morphometry: isolation by distance and environment explain phenotypic diversity. *Forests* 13: 420. <https://doi.org/10.3390/f13030420>
 - Unterholzner, L., J. Stolz, M. van der Maaten-Theunissen, K. Liepe, E. van der Maaten, 2024: Site conditions rather than provenance drive tree growth, climate sensitivity and drought responses in European beech in Germany. *Forest Ecology and Management* 572: 122308. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2024.122308>
 - Vander Mijnsbrugge, K., J.M. Malanguis, S. Moreels, A. Lauwers, A. Thomaes, L. De Keersmaeker, K. Vandekerckhove, 2021: Growth recovery and phenological responses of juvenile beech (*Fagus sylvatica* L.) exposed to spring warming and late spring frost. *Forests* 12: 1604. <https://doi.org/10.3390/f12111604>
 - Varela, M.C., T. Valdivieso, 2011: Cork oak phenology. *UISPF, Instituto Nacional de Recursos Biológicos IP (INIA), Oeiras, Portugal*.
 - Vidaković, A., S. Matijašević, K. Tumpa, I. Poljak, 2025: Leaf phenotypic plasticity of European ash (*Fraxinus excelsior*) at its northern range in Dinaric Alps. *Acta Botanica Croatica* 84 (1): 1–11. <https://doi.org/10.37427/botcro-2025-001>
 - Vitasse Y., C. François, N. Delapierre, E. Dufrêne, A. Kremer, I. Chuine, S. Delzon, 2011: Assessing the effects of climate change on the phenology of European temperate trees. *Agricultural and Forest Meteorology* 151 (7): 969–980. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2011.03.003>
 - Vogel, J., 2022: Drivers of phenological changes in southern Europe. *International Journal of Biometeorology* 66: 1903–1914. <https://doi.org/10.1007/s00484-022-02331-0>
 - von Wühlisch, G., 2004: Series of international provenance trials of European beech. In (Sagheb-Talebi, K., P. Madsen, K. Terazawa, eds.): *Improvement and silviculture of beech. Proceedings from the 7th International Beech Symposium IUFRO Research Group 1.10.00, Tehran, Iran, May 10–20, pp. 135–144.*
 - Vukmirović, A., Ž. Škvorc, S. Bogdan, D. Krstonošić, I. Katičić Bogdan, T. Karažija, M. Bačurin, M. Brener, K. Sever, 2024: Effects of drought, phosphorus fertilization and provenance on the growth of common beech and sessile oak. *Forests* 15 (1): 219. <https://doi.org/10.3390/f15010219>
 - Wagner, S., C. Collet, P. Madsen, T. Nakashizuka, R.D. Nyland, K. Sagheb-Talebi, 2010: Beech regeneration research: From ecological to silvicultural aspects. *Forest Ecology and Management* 259: 2172–2182. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.02.029>
 - Wang, C., Y. Yang, G. Yin, Q. Xie, B. Xu, A. Verger, A. Descals, I. Filella, J. Peñuelas, 2024: Divergence in autumn phenology extracted from different satellite proxies reveals the timetable of leaf senescence over deciduous forests. *Geophysical Research Letters* 51: e2023GL107346. <https://doi.org/10.1029/2023GL107346>

Biocontrol Potential of Indigenous *Beauveria bassiana* Strain Against *Ips typographus* from Tara National Park Under Varying Temperature Regimes

Marija Milosavljević^{1*}, Mara Tabaković-Tošić², Snežana Stajić², Suzana Mitrović², Zlatan Radulović², Zoran Poduška², Bojan Gavrilović³

¹ Biology Centre of the Czech Academy of Sciences, Institute of Entomology, České Budějovice, Czech Republic

² Institute of Forestry, Belgrade, Serbia

³ Institute of Chemistry, Technology and Metallurgy, University of Belgrade, Belgrade, Serbia

* Corresponding author: Marija Milosavljević, e-mail: marija.milosavljevic@entu.cas.cz

ABSTRACT

Entomopathogens are microbes that infect and cause pathogenesis in insects, often leading to the death of individual insects and, in some cases, the collapse of entire populations. More than 750 species of fungi have been documented as insect entomopathogens. Entomopathogenic fungi such as *Beauveria bassiana* play an important role in the biological control of insect populations. Environmental factors such as temperature and humidity significantly influence its growth and efficacy. This study focuses on *B. bassiana* isolated from *Ips typographus* populations in the Serbian Tara National Park. Laboratory experiments conducted at three constant temperatures (10°C, 20°C, and 30°C) demonstrated that fungal growth varied significantly across treatments, with the fastest growth recorded at 20°C. Furthermore, a mortality rate of 79.5% was observed when *B. bassiana* was applied to bark beetles, showing promising potential as a biological control agent under controlled conditions.

Keywords: biopesticides, climate, efficacy, entomopathogenic fungi, spruce bark beetle, *Picea abies*, pest management

DOI:
<https://doi.org/10.31298/sl.150.5-6.3>

How to Cite:

Milosavljević, M. et al., 2026: Biocontrol Potential of Indigenous *Beauveria bassiana* Strain Against *Ips typographus* from Tara National Park under Varying Temperature Regimes. Šumarski list 150 (5–6): 219–227, 2026. <https://doi.org/10.31298/sl.150.5-6.3>



This work is licensed under a Creative Commons
Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

INTRODUCTION

Entomopathogenic fungi play a crucial role in regulating insect populations, sometimes leading to significant mortality and even the collapse of entire populations. More than 750 species of fungi have been identified as insect pathogens (Ramanujam et al. 2014) with prominent representatives from the divisions Ascomycota and Zygomycota, which are known to attack various insect groups (Hajek and Leger 1994, Landa 1994, Shah and Pell 2003, Zimmermann 2007, Pell et al. 2010, Hock 2012, Tabaković-Tošić et al. 2017, Kovač et al. 2021). Among these, the genera *Beauveria*, *Isaria* and *Metarhizium* are important biological control agents (Inglis et al. 2001).

The genus *Beauveria*, which belongs to the Ascomycota, the order Hypocreales and the family Cordycipitaceae, has undergone a comprehensive taxonomic revision thanks to advances in molecular genetics (Neelapu et al. 2009). The genus *Beauveria* currently comprises more than 80 described species according to the Index Fungorum database (Index Fungorum 2026), reflecting the discovery of numerous cryptic taxa in recent decades through advances in molecular phylogenetic analyses. The most well-studied and widely recognized species include *B. bassiana*, *B. amorpha*, *B. asiatica*, *B. australis*, *B. brongniartii*, *B. caledonica*, *B. kipukae*, *B. pseudobassiana*, *B. malawiensis*, *B. sungii*, *B. varroae*, and *B. vermiconia* (Rehner and Buckley 2005). In particular, *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. (1912) is one of the most commonly observed entomopathogens infecting a wide range of insect hosts, and its role in the natural regulation of pest populations is well documented (Wulf 1983, Uribe and Khachatourians 2004, Bugeme et al. 2008, Vega et al. 2008, Mishra et al. 2015, Matek and Pernek 2018, Dara et al. 2019, Sumikarsih et al. 2019, Zhang et al. 2020, Zemek et al. 2021). The sexual stage (teleomorph) *Cordyceps bassiana* Z.Z.Li, C.R.Li, B.Huang & M.Z.Fan 2001 was first described in China (Li et al. 2001).

This species occurs on all continents except Antarctica and plays an important role in regulating insect populations through epizootic outbreaks. It has been frequently reported from pests such as the spruce bark beetle *Ips typographus* (Linnaeus, 1758), although natural epizootics in bark beetle populations have not yet been clearly documented (Neuzilova 1956, Handel et al. 2003, Wegensteiner 2004, Takov et al. 2006, Mudrončková et al. 2013, Wegensteiner et al. 2015). *Beauveria bassiana* is widely used for the biological control of economically important pests in forestry and agriculture (Shah and Pell 2003, Goble 2015). Successful infection of a host depends on the fungus overcoming the insect's immune defence. In insects, cellular immunity is mediated by hemocytes, among which granulocytes play a key role in defence mechanisms such as phagocytosis and encapsulation. During fungal infection, the number of granulocytes can be significantly reduced, with a marked decline observed three days after the infection (Hajek and St. Leger 1994). As early as 1935, *B. bassiana* was identified as a natural suppressor of the spruce bark beetle (*I. typographus*), which led to further research into its use and effects (Karpiński 1935, Siemaszko 1939, Neuzilova 1956, Kreutz et al. 2000, Landa et al. 2001, Takov et al. 2006, Takov et al. 2011, Draganova et al. 2017, Tabaković-Tošić and Milosavljević 2018).

Abiotic factors, such as temperature, humidity and sunlight, are crucial for the persistence and effectiveness of *B. bassiana* as an entomopathogen in the field (Bugeme et al. 2008, Sumikarsih et al. 2019). They influence the key stages of its life cycle, including spore germination, hyphal penetration and sporulation on the host (Mann and Davis 2020). Previous studies on the influence of temperature have shown that *B. bassiana* can grow at temperatures between 8°C and 37°C, with isolates from forest habitats thriving in cooler conditions, while isolates from agricultural habitats better tolerate higher temperatures (Bidochka 2002). Strains from different geographical regions have different temperature tolerances, with tropical strains tolerating higher temperatures better than those from cooler climates (Fargues and Luz 2000).

The first confirmed occurrence of *B. bassiana* in Serbian *I. typographus* populations was documented in the Tara National Park (Milosavljević et al. 2021). The isolates were identified as *B. bassiana sensu lato* and belong to the Bsh/Bsk group (regions with dry, arid and semi-arid climates), which occurs mainly in Italy and Spain (Milosavljević et al. 2021).

The objectives of this study were to evaluate the colony growth and development of this strain under different temperature regimes, and to evaluate the best growth temperature, as well as to test its biological effectiveness against *I. typographus* under laboratory conditions.

MATERIALS AND METHODS

Study Area

A three-year study (from 2016 to 2018) on the presence of the entomopathogenic fungus in *I. typographus* populations at 20 selected sites on Mount Tara was carried out using the bait tree method. The sites were located in the eastern part of the Tara National Park (Figure 1), at an elevation of 953–1277 m above sea level, within the spruce forest belonging to the associations *Piceo-Fago-Abietetum* Čolić 1965 subass. *drymetosum* and *Piceo-Fago-Abietetum* Čolić 1965 subass. *typicum* (Gajić et al. 1992, Cvjetičanin and Novaković 2010, Knežević and Košanin 2010).

The climate in which the study was conducted (Mount Tara) can be described as continental with subalpine characteristics (Gajić 1989). It is characterized by fresh to cool summers and cold winters with little annual variation in air temperature. The average annual precipitation is 977.3 mm, with a maximum in July (104.0 mm) and a minimum in January (56.5 mm). The average annual air temperature in the wider Tara area is 7.9°C, with the lowest value in January (−3.5°C) and the highest in August (17.3°C). The amplitude of the annual temperature fluctuation is 20.8°C (Karaklić 2021). The climatic conditions vary in the different parts of the massif. The microclimatic conditions under the bark of the tree, where *I. typographus* develops, may be less suitable for the growth of the fungus. The temperature in the phloem can vary and even rise to 50°C.

Sampling and Identification

The study was conducted annually during the growing season (April–September) over a three-year period. Bait trees were established in two sessions each year: the first group in April and the second group in July. Sampling was carried out by debarking the trees at two time points: in July



Figure 1 Study area and sampling locations in the Tara National Park, Serbia: (a) map of the Tara National Park showing the park boundaries (orange line) and sampling sites (red dots), (b) location of the study area within Europe, and (c) location of the Tara National Park within Serbia.

(first group) and at the end of September (second group). Adults showing visible signs of fungal infection were collected from the debarked trees and transported to the laboratory for further analysis. Fungal isolation from field-collected *I. typographus* was performed following the protocol described in Milosavljević et al. (2021). The infected imagoes were incubated to promote fungal outgrowth, surface-sterilized in 70% ethanol, rinsed in sterile distilled water, and plated on PDA (Potato Dextrose Agar) medium. Emerging colonies were subsequently subcultured to obtain pure cultures. From 50 imagoes covered with fungal mycelium collected on Mount Tara, a total of 15 isolates were obtained, of which 10 were successfully purified into pure cultures. All isolates were identified as *B. bassiana* based on macro- and micromorphological characteristics (Koval 1974, Rehner et al. 2011, Beug et al. 2014). Colonies were snow-white, fluffy and powdery, completely covering the insect body. Conidiophores were straight, swollen at the base, with a characteristic zigzag (denticulate) rachis, while conidia formed round clusters measuring $2.1\text{--}3 \times 1.8\text{--}2.2 \mu\text{m}$. These procedures were conducted to confirm the presence of the entomopathogenic fungus in field samples. For further experiments (colony growth and insect mortality), a representative isolate from Mount Tara, previously DNA-confirmed based on ITS rDNA sequencing using primers ITS1 and ITS4 and deposited in GenBank under accession number MW774276

(Milosavljević et al. 2021), hereafter referred to as *Beauveria bassiana* isolate MW774276, was selected as a reference strain, while the remaining isolates were identified only morphologically.

The Impact of Temperature on Growth Rate

Physiological characterisation of the fungus was carried out by determining the effect of temperature on mycelial growth. Fungal isolate MW774276 was inoculated in the center of 90 mm diameter Petri dishes containing PDA medium by placing a drop of spore suspension (1×10^6 spores ml^{-1}) using a sterile micropipette. Conidia of the fungal isolate MW774276 were obtained from a developed colony by adding 5 ml of sterile 0.05% Tween® 80 solution and gently removing them with a sterile inoculation loop, followed by filtration through sterile gauze. A fungal suspension with a concentration of 1×10^6 spores ml^{-1} was prepared using a Neubauer chamber (Horňák 2004).

The inoculated plates were incubated at 10°C, 20°C, and 30°C, as described by Booth (1971), in separate thermostats set to the respective temperatures. The Petri dishes were wrapped in aluminum foil and maintained in darkness throughout the incubation period. For each temperature, ten replicates were prepared. Colony growth was measured after 7, 14, and 21 days along two perpendicular diameters, and the mean values were calculated.

Assessment of Biological Efficacy

The biological efficacy of *B. bassiana* isolate MW774276 was tested on adult individuals of *Ips typographus* collected in the Tara National Park area using pheromone traps (Milosavljević et al. 2025). The conidial suspension (1×10^6 spores ml^{-1}) was prepared as described in the previous subsection. The beetles were individually dipped into the fungal suspension for 20 seconds (dip test), while control individuals were dipped into a sterile 0.05% Tween® 80 solution.

After treatment, the beetles were placed in Petri dishes (90 mm diameter) lined with moist filter paper and maintained

under controlled laboratory conditions ($23 \pm 1^\circ\text{C}$; 16L:8D photoperiod). The filter paper was moistened daily with distilled water to maintain high humidity. Insect mortality and mycosis development were recorded daily over a 15-day period. Only individuals with microscopically confirmed fungal sporulation were considered infected. The experiment was conducted with five replicates, each consisting of 10 insects.

The effectiveness of the treatment was evaluated using Abbott's formula (Abbott 1925). Since mortality in the control group exceeded 5%, the corrected formula was applied (WHO 2016).

$$\text{Corrected mortality} = ((\% \text{ observed mortality} - \% \text{ control mortality}) / ((100 - \% \text{ control mortality}))) \times 100 \quad (1)$$

Statistical Analysis

Statistical analyses were performed in R (version 4.5.3) using the *nlme* and *emmeans* packages. The parameters of growth intensity of *B. bassiana* colonies depending on environmental temperature conditions were processed with the help of descriptive statistics and analysed using a Linear Mixed-Effects Model (LMM). LMM was used to account for the repeated measures design, with Temperature (10, 20, and 30°C) and Day (7, 14, and 21) treated as fixed factors, including their interaction term. To account for the non-independence of temporal measurements, Plate ID was included as a random effect. Initial diagnostic testing via Levene's test indicated a significant violation of the homogeneity of variance ($p < 0.001$). Consequently, the model was fitted using a variance identity structure (varident) to allow for heteroscedasticity across temperature treatments. Normality of residuals and random effects were confirmed through visual inspection of Q-Q plots and histograms. The significance of fixed effects was determined via Type III ANOVA, and where significant interactions were observed, post-hoc pairwise comparisons of means were conducted using the Tukey HSD adjustment. All results were considered significant at $\alpha = 0.05$.

Cumulative mortality data were analyzed using survival analysis centered on the Kaplan–Meier estimator, a non-parametric method used to calculate survival probabilities over time. We determined both the mean and median lethal time (LT_{50}), representing the interval required for 50% of the population to succumb, alongside 95% confidence intervals (CI). Differences in survival distributions between the *B. bassiana* treatment and the control were statistically evaluated using the log-rank (Mantel-Cox) test ($\alpha = 0.05$). Individuals that survived until the end of the 15-day observation period were treated as right-censored observations. Statistical analyses and high-resolution survival curves were performed in R using the *survival* and *survminer* packages.

RESULTS

Mycelial Growth and Thermal Preference

Over the course of three years of research, we collected 50 adult individuals of *I. typographus* that showed clear symptoms of infection with the entomopathogenic fungus *B. bassiana* (Figure 2). During the first inspection (July) in 2016, we discovered three infected beetles at two locations. The following year, in 2017, we found seven beetles at five sites

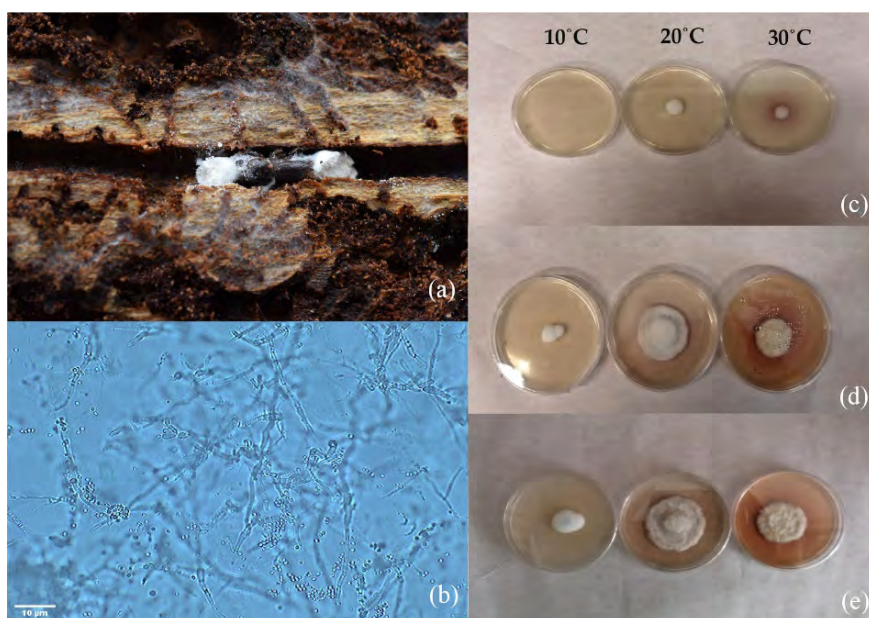


Figure 2 The process of fungal isolation: (a) infected adult with white mycelium, (b) identification under the microscope magnification 40X, and the effect of three constant temperature conditions (10, 20, and 30°C) on colony growth of *Beauveria bassiana* isolate MW774276 after (c) seven, (d) fourteen, and (e) twenty-one days.

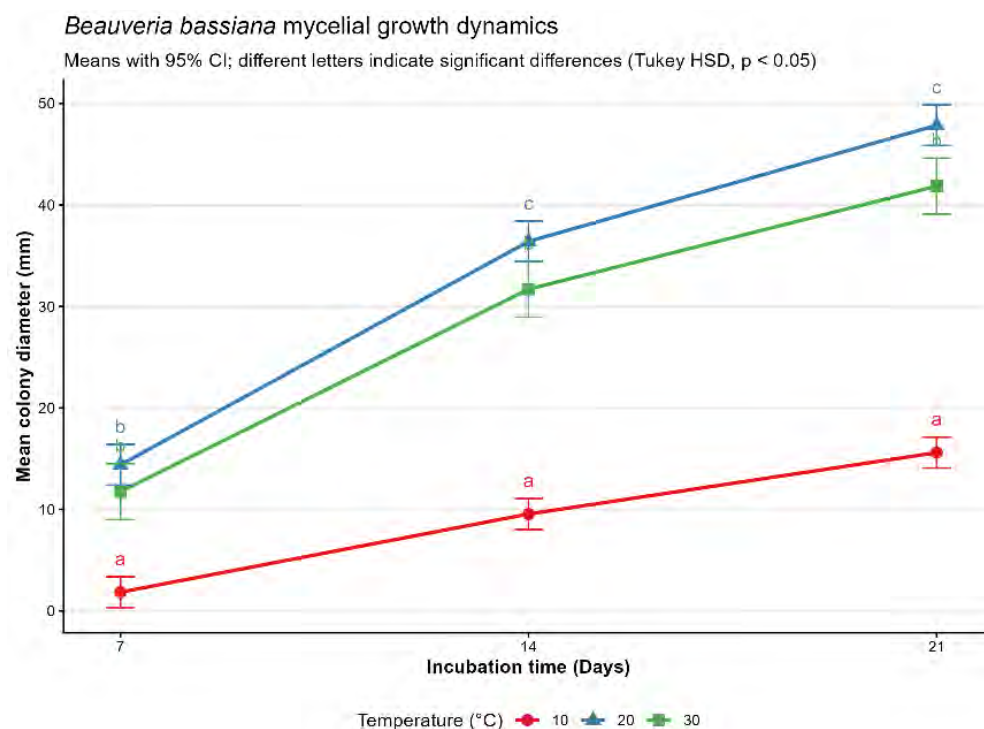


Figure 3 Thermal growth dynamics of *Beauveria bassiana*. Mean mycelial colony diameter (mm) of *B. bassiana* isolates cultured on PDA medium at three constant temperatures (10°C, 20°C, and 30°C) over a 21-day incubation period. Data points represent Estimated Marginal Means (EMMs) derived from a Linear Mixed-Effects Model (LMM) to account for repeated measures and heteroscedasticity. Error bars indicate the 95% confidence intervals ($n = 10$). Different lowercase letters at each time point denote significant differences between temperature treatments according to Tukey's HSD post-hoc test ($\alpha = 0.05$).

during the first inspection (July) and 31 beetles at seven sites during the second inspection (September). In 2018, we found one beetle at one site during the first inspection and eight beetles at three sites during the second inspection.

Temperature is one of the key environmental factors influencing the vegetative growth of fungi. In our *in vitro* experiment, colony growth of *B. bassiana* varied significantly with temperature, with the highest growth observed at 20°C (Figure 3).

The Linear Mixed-Effects Model (LMM) confirmed that both temperature ($F_{2,27} = 598.98$, $p < 0.0001$) and incubation time ($F_{2,54} = 917.77$, $p < 0.0001$) had a highly significant effect on mycelial expansion. In addition, a significant interaction between temperature and incubation time was observed ($F_{4,54} = 91.39$, $p < 0.0001$), indicating that the growth rate of *B. bassiana* varied depending on the thermal regime over time. The fixed effects of the LMM are summarised in Table 1.

Table 1 Results of the Type III Analysis of Variance (ANOVA) for the linear mixed-effects model evaluating the effects of temperature (10, 20, 30°C), incubation time (7, 14, 21 days), and their interaction on the mycelial growth of *Beauveria bassiana*.

Source of Variation	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	54	4248.90	< 0.0001
Temperature	2	27	598.98	< 0.0001
Day	3	54	917.77	< 0.0001
Temperature × Day	4	54	91.39	< 0.0001

The isolate exhibited a clear thermal optimum at 20°C, reaching a maximum mean diameter of 47.85 mm by Day 21 (Figure 3). While growth at 20°C and 30°C was statistically comparable at the first measurement (Day 7; difference = 2.65 mm; $p = 0.136$), the treatments significantly diverged by Day 14 ($p = 0.004$) and Day 21 ($p = 0.0003$), where the 30°C group reached a lower final mean of 41.85 mm. The lowest growth was recorded at 10°C, which remained significantly lower than all other treatments at every time point ($p < 0.0001$), concluding with a mean diameter of 15.60 mm. Furthermore, higher thermal stress at 30°C was associated with increased biological variation; the within-group variance at 30°C was 2.24 times higher than that observed at 10°C, as specifically accounted for by the variance-weighted model structure.

A detailed summary of the estimated marginal means (EMMs), associated standard errors, and 95% confidence intervals for all treatment combinations is presented in Table 2. These values quantify the significant divergence in mycelial expansion observed between the three thermal regimes. Notably, the standard error increased progressively with temperature ($SE_{10} = 0.60$ vs. $SE_{30} = 1.08$), reflecting the higher phenotypic plasticity and physiological instability of the isolate when cultured at its upper thermal limit of 30°C. The statistical groupings within each time point further confirm the transition of 20°C from a shared growth rate with 30°C at Day 7 to a distinct, superior thermal optimum by the conclusion of the 21-day study.

Table 2 Estimated marginal means (EMM) of *Beauveria bassiana* colony diameter (mm) at different temperatures and incubation periods.

Day	Temperature (°C)	Mean Diameter (mm)	Standard Error (SE)
7	10	1.85	0.60
	20	14.40	0.79
	30	11.75	1.08
14	10	9.55	0.60
	20	36.40	0.79
	30	31.70	1.08
21	10	15.60	0.60
	20	47.85	0.79
	30	41.85	1.08

Biological Efficacy of *B. bassiana* Isolate from the Tara National Park

The biological effectiveness of a single *B. bassiana* isolate (MW774276) was tested on adult *Ips typographus* individuals collected from pheromone traps in the Tara National

Park area. The Kaplan–Meier survival analysis was used to estimate the survival probability of the infected insects over time, as shown in Figure 4. The log-rank (Mantel-Cox) test indicated a highly significant difference in survival distributions between the fungal treatment and the control group ($\chi^2 = 63.1$, $df = 1$, $p < 0.0001$).

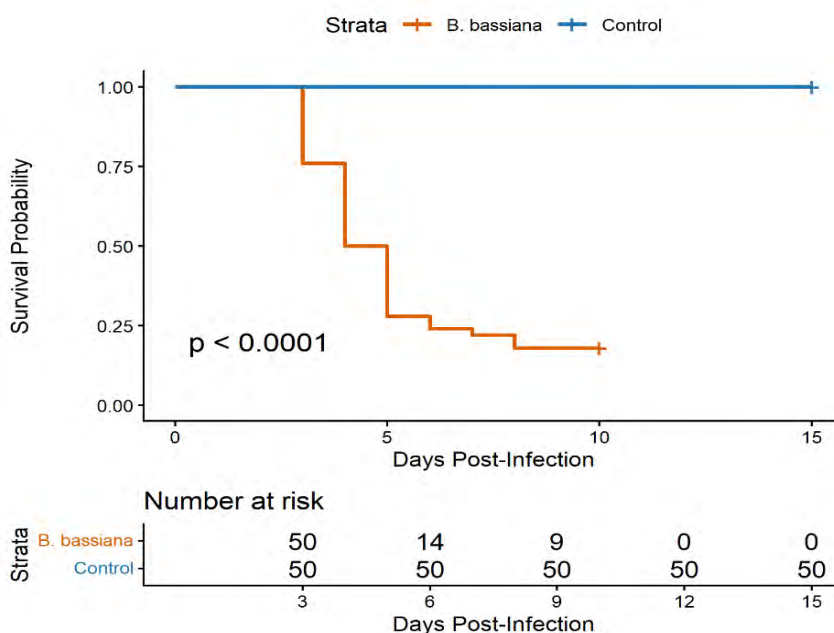


Figure 4 Kaplan–Meier survival curves of adult individuals of *Ips typographus* in the control group and in the group infected with *Beauveria bassiana*. The red dashed lines represent 95% confidence intervals. The horizontal red line indicates a survival rate of 50%. Cross marks represent censored observations.

In the treatment group, pathogenicity was rapid, with the first mortality events recorded on day 3 post-inoculation. The median lethal time (LT_{50}) was reached at 4.0 days (95% CI: 4.0–5.0 days). The highest rate of attrition occurred between days 3 and 5, during which 72% of the treated population succumbed to mycosis. Following day 5, mortality slowed, with only an additional 10% of the population dying by the end of the experiment. By the conclusion of the bioassay, cumulative mortality in the *B. bassiana* group reached 82%, whereas the control group maintained 100% survival throughout the 15-day period (with all individuals right-censored at the end of the study). Based on Abbott's corrected formula, the overall biological efficacy of the isolate was estimated at 79.5%.

DISCUSSION

Temperature plays a decisive role in the growth and infection process of *B. bassiana*. It is typically a mesophilic fungus with a reported optimal temperature range between 20°C and 30°C (Fargues et al. 1997). Temperatures below this range significantly decelerate the development of mycosis, while temperatures above 30°C can inhibit mycelial growth, which typically ceases entirely above 37°C (Hywel-Jones and Gillespie 1990). However, microclimatic conditions within the host's habitat can be extreme; for instance, temperatures within the phloem of spruce trees have been recorded as high as 50°C during intense solar radiation (Annala 1969). The thermal profile of the *B. bassiana* isolate reveals a distinct

preference for temperate conditions, with an optimal growth temperature of 20°C. The tested isolate MW774276 from Mount Tara shows comparable growth at 20°C to specific strains from France and Morocco also isolated from Curculionidae species (Fargues et al. 1997). While many entomopathogenic fungi exhibit a broad thermal breadth, the significant divergence in growth rates between 20°C and 30°C by the second week of incubation suggests that 30°C lies near the upper threshold of this isolate's metabolic efficiency. In this context, the increased variability observed at 30°C may indicate that this temperature approaches the upper limit of optimal growth for this isolate. However, further studies are needed to confirm whether this reflects physiological stress or reduced developmental stability.

At the point of origin in the Tara National Park, *Ips typographus* typically occupies sub-cortical environments that rarely sustain prolonged temperatures above 25°C. The observed growth pattern indicates a preference for moderate temperature conditions, with optimal growth at 20°C, while growth at lower temperatures (10°C) remained limited. Such adaptation makes this isolate a prime candidate for localized biocontrol programs targeting bark beetle outbreaks in high-value coniferous forests, where it may offer a competitive advantage over commercial biopesticide strains, which are often derived from isolates adapted to warmer, agricultural environments, particularly during the cooler periods of the beetle's active season.

The biological efficacy of the tested *B. bassiana* isolate MW774276 (79.5% corrected mortality) demonstrates its high virulence against adult *I. typographus*. This level of effectiveness aligns with the upper tier of results reported in the literature for entomopathogenic fungi targeting bark beetles. Previous studies investigating *B. bassiana* under various laboratory and semi-controlled conditions have yielded highly variable results, with efficacy rates ranging from negligible (18%) to total population suppression (100%) (Vaupel and Zimmermann 1996, Jakuš and Blaženec 2011, Grodzki and Kosibowicz 2015, Barta et al. 2020). Consistent levels of pathogenicity have been reported in recent laboratory studies on bark beetles, including work on *Ips duplicatus* Sahlberg (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae), where selected *B. bassiana* isolates caused high mortality, often exceeding 80–90%, depending on isolate virulence and experimental conditions (Vakula et al. 2025).

The rapid onset of mortality observed in our study, characterised by a median lethal time (LT₅₀) of 4.0 days, is particularly noteworthy. This swift pathogenic action is critical for effective bark beetle management, as it reduces the window of time available for the beetles to bore into the phloem and initiate brood production. Our findings are consistent with the laboratory dip-tests conducted by Draganova et al. (2017) and Mudrončková et al. (2013), who also observed high susceptibility in *I. typographus* when exposed to concentrated conidial suspensions. Comparable LT₅₀ values (3–5 days) have been reported in similar laboratory bioassays, indicating rapid host mortality following exposure to high conidial concentrations (Mudrončková et al. 2013, Draganova et al. 2017).

The stark contrast between the high efficacy observed in laboratory bioassays and the lower performance (18–30%) often reported in field trials (e.g., Grodzki and Kosibowicz 2015) is likely due to environmental degradation of the conidia. In the

forest environment, solar radiation and fluctuating humidity levels can significantly reduce spore viability. Consistent discrepancies between laboratory and field efficacy have been widely documented for *I. typographus*, where mortality rates are substantially reduced under natural conditions due to abiotic stress factors such as temperature variability and UV exposure (Jakuš and Blaženec 2011, Fora et al. 2022).

However, the high intrinsic virulence of the Tara National Park isolate MW774276, together with the evidence of horizontal transmission reported in previous studies (Kreutz et al. 2004), suggests that this isolate may represent a promising candidate for further investigation and development. Utilising an autochthonous isolate adapted to the temperate-cool microclimates of the Dinaric Alps may offer a competitive advantage over commercial products derived from agricultural strains adapted to warmer climatic conditions.

Our results indicate that *B. bassiana* is a promising agent against bark beetle pest species. A major advantage of this fungus is its efficacy as a biological insecticide (mycoinsecticide) which is environmentally friendly and has been approved for use in agriculture and forestry by the European Commission (EFSA 2020). This fungus is one of five biological pesticides that have been classified as safe for humans and the environment (Chiew et al. 2022). Further research will focus on the interaction between natural strains of *B. bassiana* and its bark beetle hosts along with outdoor experiments involving the strain from the Tara National Park and the *I. typographus* population.

CONCLUSIONS

Our research confirms the presence and activity of *Beauveria bassiana* as an entomopathogenic fungus in *Ips typographus* populations in the Tara National Park. Over the course of three years, 50 infected beetle individuals were identified, and the laboratory experiments showed that the fastest fungal growth occurred at 20°C compared to 10°C and 30°C. Although the selected strain of *B. bassiana* showed a biological efficiency of 79.5% under controlled laboratory conditions, the influence of environmental factors such as temperature and humidity on its pathogenicity remains to be investigated. While previous studies have reported variable efficacy in different geographical regions, our isolate showed strong potential as a biological control agent. However, natural epizootics caused by *B. bassiana* in bark beetle populations have not been documented, and further investigation into horizontal transmission of the fungus in natural populations is warranted.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank the public enterprise "Tara National Park" for providing the experimental site and human resources. We also thank Luc Tardy (Institute of Parasitology, Biology Centre CAS, Czech Republic) for his help with language editing and useful comments.

The work of M. T-T., B.G., Z.R., S.S., S.M. and Z.P., was supported by the Ministry of Science, Technological Development and Innovation of the Republic of Serbia (No. 451-03-66/2024-03/200027), and the work of M.M. was supported by the European Union's Program Interreg Czech-Austria BIPC (no. ATCZ00189)

REFERENCES

- Abbott, W.S., 1925: A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18: 265–267. <https://doi.org/10.1093/jee/18.2.265a>
- Annala, E., 1969: Influence of temperature upon the development and voltinism of *Ips typographus* L. (Coleoptera, Scolytidae). *Annales Zoologici Fennici* 6: 1–47.
- Barta, M., D. Takov, D. Pilarska, D. Doychev, M. Kádasi Horáková, 2020: Entomopathogenic fungi of the genus *Beauveria* and their pathogenicity to *Ips typographus* in the Vitosha National Park, Bulgaria. *Journal of Forest Science* 66: 420–435. <https://doi.org/10.17221/123/2020-JFS>
- Bidochka, M., F. Menzies, A. Kamp, 2002: Genetic groups of the insect-pathogenic fungus *Beauveria bassiana* are associated with habitat and thermal growth preferences. *Archives of Microbiology* 178: 531–537. <https://doi.org/10.1007/s00203-002-0490-7>
- Booth, C., 1971: Introduction to general methods. In: *Methods in Microbiology*, Vol. 4. Elsevier, pp. 1–47.
- Bugeme, D.M., N.K. Maniania, M. Knapp, H.I. Boga, 2008: Effect of temperature on virulence of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* isolates to *Tetranychus evansi*. *Experimental and Applied Acarology* 46: 275–285. <https://doi.org/10.1007/s10493-008-9179-1>
- Chiew, B.F., G.H. Ong, R.R. Wong, K.K. Wong, K.E. Loh, 2022: Safety and effectiveness of entomopathogenic fungi for use as bioinsecticide: A mini review. *Journal of Biopesticides and Crop Protection* 1: 1–6. <https://doi.org/10.18311/jbc/2022/30415>
- Cvjetičanin, R., M. Novaković, 2010: Floristic diversity of beech, fir and spruce forest (Piceo-Fago-Abietetum Čolić 1965) in the Tara National Park. *Glasnik Šumarskog fakulteta* 101: 129–143. <https://doi.org/10.2298/GSF1002129C>
- Dara, S.K., C. Montalva, M. Barta, 2019: Microbial control of invasive forest pests with entomopathogenic fungi: A review of the current situation. *Insects* 10: 341. <https://doi.org/10.3390/insects10100341>
- Draganova, S., D. Doychev, D. Pilarska, D. Takov, 2017: Bioassays of entomopathogenic fungi against xylophagous insects in Bulgaria: Laboratory and field experiments. *Acta Zoologica Bulgarica* 69: 411–419.
- EFSA (European Food Safety Authority), 2020: Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance *Beauveria bassiana* strain 203. *EFSA Journal* 18: 6295. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2020.6295>
- Fargues, J., M.S. Goettel, N. Smits, A. Ouedraogo, M. Rougier, 1997: Effect of temperature on vegetative growth of *Beauveria bassiana* isolates from different origins. *Mycologia* 89: 383–392. <https://doi.org/10.1080/00275514.1997.12026797>
- Fargues, J., C. Luz, 2000: Effects of fluctuating moisture and temperature regimes on the infection potential of *Beauveria bassiana* for *Rhodnius prolixus*. *Journal of Invertebrate Pathology* 75: 202–211. <https://doi.org/10.1006/jipa.1999.4923>
- Fora, C.G., N. Boja, M. Moatăr, F. Tóth, A. Balog, 2022: Effect of entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana* (Cordycipitaceae), on the bark beetle *Ips typographus* (L.) under field conditions. *Insects* 13 (10): 885. <https://doi.org/10.3390/insects13100885>
- Gajić, M., 1989: Flora Nacionalnog parka Tara. Šumarski fakultet, Beograd.
- Gajić, M., M. Kojić, D. Karadžić, M. Vasiljević, M. Stanić, 1992: Vegetacija Nacionalnog parka Tara. Šumarski fakultet, Bajina Bašta.
- Ghikas, D.V., V.N. Kouvelis, M.A. Typas, 2010: Phylogenetic and biogeographic implications inferred by mitochondrial intergenic region analyses of *Beauveria bassiana*. *BMC Microbiology* 10: 174. <https://doi.org/10.1186/1471-2180-10-174>
- Goble, T.A., D.E. Conlong, M.P. Hill, 2015: Virulence of *Beauveria brongniartii* and *Beauveria bassiana* against *Schizonychia affinis*. *Journal of Applied Entomology* 139: 134–145. <https://doi.org/10.1111/jen.12182>
- Grodzki, W., M. Kosibowicz, 2015: Use of *Beauveria bassiana* in forest protection against *Ips typographus*. *Leśne Prace Badawcze* 76: 5–17. <https://doi.org/10.48538/FRP-2015-0001>
- Hajek, A.E., R. St. Leger, 1994: Interactions between fungal pathogens and insect hosts. *Annual Review of Entomology* 39: 293–322. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.39.010194.001453>
- Hock, B., 2012: *Fungal associations*. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Hornák, P., 2004: Monitoring přirozeného výskytu entomopatogenních hub v půdních ekosystémech. PhD thesis, Jihočeská univerzita, České Budějovice.
- Hywel-Jones, N.L., A.T. Gillespie, 1990: Effect of temperature on spore germination in *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana*. *Mycological Research* 94: 389–392. [https://doi.org/10.1016/S0953-7562\(09\)80363-8](https://doi.org/10.1016/S0953-7562(09)80363-8)
- Inglis, G.D., M.S. Goettel, T.M. Butt, H. Strasser, 2001: Use of hyphomycetous fungi for managing insect pests. In (Butt, T.M., C. Jackson, N. Magan, eds.): *Fungi as biocontrol agents*. CABI Publishing, pp. 23–69.
- Index Fungorum, 2026: Index Fungorum database. Available at: <http://www.indexfungorum.org>.
- Jakuš, R., M. Blaženec, 2011: Treatment of bark beetle attacked trees with entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. *Lesnícký časopis – Forestry Journal* 57: 150–155.
- Karaklić, D., 2021: Osnova gazdovanja šumama za gazdinsku jedinicu Tara 2021–2030. JP NP Tara, Bajina Bašta.
- Karpiński, J.J., 1935: Przyczyny ograniczające rozmnażanie się korników drukarzy (Factors limiting bark beetle reproduction). Instytut Badawczy Lasów Państwowych.
- Kovač, M., A. Linde, N. Lacković, F. Bollmann, M. Pernek, 2021: Natural infestation of *Beauveria pseudobassiana* on *Corythucha arcuata*. *Forest Ecology and Management* 491: 119193. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119193>
- Kreutz, J., G. Zimmermann, H. Marohn, O. Vaupel, G. Mosbacher, 2000: Use of *Beauveria bassiana* against *Ips typographus* in the field. *IOBC/WPRS Bulletin* 23: 167–173.
- Kreutz, J., G. Zimmermann, O. Vaupel, 2004: Horizontal transmission of *Beauveria bassiana* among *Ips typographus*. *Biocontrol Science and Technology* 14: 837–848.
- Landa, Z., L. Osborne, F. Lopez, J. Eyal, 1994: A bioassay for determining pathogenicity of entomogenous fungi on whiteflies. *Biological Control* 4: 341–350.
- Landa, Z., P. Hornák, L.S. Osborne, A. Nováková, E. Bursová, 2001: Entomogenous fungi associated with spruce bark beetle *Ips typographus* L. (Coleoptera, Scolytidae) in the Bohemian Forest. *Silva Gabreta* 6: 250–272.
- Li, Z., C. Li, B. Huang, M. Fan, 2001: Discovery of the teleomorph of *Beauveria bassiana*. *Chinese Science Bulletin* 46: 751–753. <https://doi.org/10.1007/BF03187215>
- Mann, A.J., T.S. Davis, 2020: Plant secondary metabolites and low temperature as limiting factors for *Beauveria bassiana*. *Biological Control* 141: 104130.
- Matek, M., M. Pernek, 2018: First record of *Dendrolimus pini* outbreak on Aleppo pine in Croatia and severe case of population collapse caused by entomopathogen *Beauveria bassiana*. *Southeast European Forestry* 9 (2): 91–96. <https://doi.org/10.15177/seeof.18-17>
- Milosavljević, M., M. Tabaković-Tošić, Z. Radulović, M. Marković, M. Rindos, 2021: Isolation and phylogenetic position of *Beauveria bassiana* from *Ips typographus* in Serbia. *Fresenius Environmental Bulletin* 30: 9443–9448.
- Milosavljević, M., Tabaković-Tošić, M., Stajić, S., Mitrović, S., Tomić, M., Rindos, M., Jovanović, F. 2025: Dry or wet? Comparing black slot trap efficiency in spruce bark beetles control. *Journal of Forestry Research* 37 (1): 18. <https://doi.org/10.1007/s11676-025-01959-z>
- Mishra, S., P. Kumar, A. Malik, 2015: Effect of temperature and humidity on pathogenicity of native *Beauveria bassiana*. *Journal of Parasitic Diseases* 39: 697–704. <https://doi.org/10.1007/s12639-013-0408-0>
- Mudrončková, S., M. Mazán, M. Nemčovič, I. Šalamon, 2013: Entomopathogenic fungus species *Beauveria bassiana* (Bals.) and *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) used as mycoinsecticide effective in biological control of *Ips typographus* (L.). *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences* 2: 2469–2472.
- Neelapu, N.R.R., A. Reineke, U.M.R. Chanchala, U.D. Koduru, 2009: Molecular phylogeny of asexual entomopathogenic fungi. *Revista Iberoamericana de Micología* 26: 129–145.
- Neuzilova, A., 1956: Ein Beitrag zur Kenntnis der parasitischen Pilze bei *Ips typographus* L. (Contribution to the knowledge of parasitic fungi of *Ips typographus*). *Preslia* 28: 273–275.
- Pell, J.K., J.J. Hannam, D.C. Steinkraus, 2010: Conservation biological control using fungal entomopathogens. *BioControl* 55: 187–198. <https://doi.org/10.1007/s10526-009-9245-6>

- R Core Team, 2024: R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org>
- Ramanujam, B., R. Rangeswaran, G. Sivakumar, M. Mohan, M.S. Yandigeri, 2014: Management of insect pests by microorganisms. Proceedings of the Indian National Science Academy 80: 455. <https://doi.org/10.16943/ptinsa/2014/v80i2/3>
- Rehner, S.A., E. Buckley, 2005: A *Beauveria* phylogeny inferred from nuclear ITS sequences. Mycologia 97: 84–98. <https://doi.org/10.1080/15572536.2006.11832842>
- Shah, P.A., J.K. Pell, 2003: Entomopathogenic fungi as biological control agents. Applied Microbiology and Biotechnology 61: 413–423. <https://doi.org/10.1007/s00253-003-1240-8>
- Siemaszko, W., 1939: Fungi associated with bark beetles in Poland. Planta Polonica 7: 1–54.
- Sumikarsih, E., S. Herlinda, Y. Pujiastuti, 2019: Conidial density and viability of *Beauveria bassiana* isolates. Agrivita – Journal of Agricultural Science 41. <https://doi.org/10.17503/agrivita.v41i2.2105>
- Tabaković-Tošić, M., M. Milosavljević, G.T. Georgiev, 2017: *Entomophaga aulicae* – new entomopathogenic fungus in Serbia. Acta Zoologica Bulgarica 70: 133–137.
- Tabaković-Tošić, M., M. Milosavljević, 2018: Comparative effectiveness of insecticides in controlling *Ips typographus*. Proceedings Book, University of East Sarajevo, pp. 2164–2169.
- Takov, D., D. Pilarska, R. Wegensteiner, 2006: Entomopathogens in *Ips typographus* from spruce stands in Bulgaria. Acta Zoologica Bulgarica 58: 409–420.
- Takov, D., D. Doychev, A. Linde, S. Draganova, D. Pilarska, 2011: Pathogens of bark beetles in Bulgarian forests. Phytoparasitica 39: 343–352. <https://doi.org/10.1007/s12600-011-0167-3>
- Uribe, D., G.G. Khachatourians, 2004: Mitochondrial genome polymorphism in *Beauveria bassiana*. Mycological Research 108: 1070–1078. <https://doi.org/10.1017/S0953756204000760>
- Vakula, J., C. Nikolov, M. Lalík, M. Kádasi-Horáková, S. Rell, J. Galko, A. Gubka, M. Zúbrik, A. Kunca, M. Barta, 2025: Selection, application, and pathogenicity of naturally occurring *Beauveria bassiana* strains against *Ips duplicatus* Sahlberg. Biological Control 204: 105740. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2025.105740>
- Vega, F.E., F. Posada, M. Catherine Aime, M. Pava-Ripoll, F. Infante, S.A. Rehner, 2008: Entomopathogenic fungal endophytes. Biological Control 46: 72–82. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2008.01.008>
- Wegensteiner, R., 2004: Pathogens in bark beetles. In (Lieutier, F., K.R. Day, A. Battisti et al., eds.): Bark and wood boring insects in living trees in Europe. Springer, Dordrecht, pp. 291–313.
- Wegensteiner, R., C. Tkaczuk, S. Bałazy et al., 2015: Occurrence of pathogens in bark beetle populations in Europe. Acta Protozoologica 54: 219–232.
- WHO, 2016: Test procedures for insecticide resistance monitoring in malaria vector mosquitoes, 2nd ed. World Health Organization, Geneva.
- Wulf, A., 1983: Investigations on the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* as a parasite of bark beetles. Zeitschrift für Angewandte Entomologie 95: 34–46. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1983.tb02608.x>
- Zemek, R., J. Konopická, E. Jozová, O. Skoková Habuštová, 2021: Virulence of *Beauveria bassiana* strains against Colorado potato beetle. Insects 12: 1077. <https://doi.org/10.3390/insects12121077>
- Zimmermann, G., 2007: Review on safety of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Beauveria brongniartii*. Biocontrol Science and Technology 17: 553–596. <https://doi.org/10.1080/09583150701309006>
- Zhang, Z., Y. Lu, W. Xu et al., 2020: Genetic diversity of *Beauveria bassiana* isolates from different hosts. BMC Genomics 21: 451. <https://doi.org/10.1186/s12864-020-06791-9>

Milan Krmpotić

OPREZNO KORAČAJ ŠUMOM

Oprezno koračaj šumom da rosu vječnosti s grana ne otrusiš,
da ne probudiš vjetrove što u krhkim krošnjama drijemaju
i ne oživiš mrazove u otpalu lišću!

Oprezno hodaj šumom
Da ne uznemiriš ptice
Dok u gnijezdima griju još nerazmahana krila,
Da ne razljutiš otrovne čuvarice tmine
Što čuvaju trezore neputa i korijenja
I medvjede, dobroćudne domare,
U špiljskom ne prekineš drijemežu!

Oprezno, zaboga, oprezno
Koračaj pahuljastim koracima ushita!
Neka svaki koračaj
Bude lepet leptirovih krila,
A svaka želja puna mirisna peluda!

Kada napuštaš šumu,
Samo ono što ti u srce stane
Ponesi iz nje!
Šuma u tebi lakše će razumjeti
Šumu u planini!



A Study on the Distribution of Geophyte Taxa in Trabzon Province in Türkiye

Hanife Erdoğan Genç^{1*}, Melike Yazar¹, Nebahat Çimen², Salih Terzioğlu³, Abdurrahman Semercioğlu¹, Caner Akgül⁴, Ömer Suha Ceylan⁵

¹ Eastern Black Sea Forestry Research Institute, Trabzon, Türkiye

² Üsküdar University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, İstanbul, Türkiye

³ Karadeniz Technical University, Faculty of Forestry, Trabzon, Türkiye

⁴ Trabzon Regional Forest Directorate, Trabzon, Türkiye

⁵ Directorate General for Nature Conservation and National Parks, XII. Regional Directorate, Trabzon, Türkiye

* Corresponding author: Hanife Erdoğan Genç, e-mail: hanifeerdogangenc@ogm.gov.tr

ABSTRACT

This study aims to identify the geophyte taxa of Trabzon Province (NE Anatolia) and to assess their potential distribution. Plant samples were collected using standard herbarium procedures between 2015 and 2021. The research employed a comprehensive field survey methodology, aligned with the specific vegetation periods of each taxon. A digital database was created by converting both field-collected and literature-based data into spatial data layers within a Geographic Information System (GIS). This GIS-based system allows for advanced data querying and spatial mapping. In addition, the study evaluated specific areas with regard to taxonomic diversity and density, placing particular emphasis on endemic and rare taxa. A total of 95 geophyte taxa were identified, distributed across 1271 unique locations. These taxa represented 20 families and 45 genera. Eight endemic and eight rare geophyte taxa were documented and classified according to the International Union for Conservation of Nature (IUCN) threat categories. The family Orchidaceae had the highest representation, comprising 31 taxa, followed by Asparagaceae with 16, Liliaceae and Amaryllidaceae with 7 each, and Iridaceae with 6 taxa. The most taxon-rich genera were *Orchis* (7 taxa), *Dactylorhiza* (6), *Ornithogalum* (6), *Crocus* (4), *Allium* (4), and *Gagea* (4). The findings of this study will contribute to the conservation and sustainable management of biodiversity, particularly concerning geophyte species, which are vital natural resources within forestry practices. By establishing a balance between conservation and utilization, this research supports biodiversity protection while enabling sustainable use. Moreover, the study provides a valuable framework for identifying priority areas for future conservation initiatives and for sourcing plant material to support the cultivation of endangered geophyte species.

Keywords: biodiversity, geophyte, endemic and rare taxa, Trabzon

DOI:
<https://doi.org/10.31298/sl.150.5-6.4>

How to Cite:

Erdoğan Genç, H. et al., 2026: A Study on the Distribution of Geophyte Taxa in Trabzon Province in Türkiye. Šumarski list 150 (5–6): 229–241, 2026. <https://doi.org/10.31298/sl.150.5-6.4>



This work is licensed under a Creative Commons
Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

INTRODUCTION

Türkiye, located at the intersection of biologically diverse regions such as the Caucasus, the Mediterranean Basin, and Iran-Turan, boasts remarkable species richness comparable to that of the entire European continent, with a total of 12,354 taxa (Terzioğlu et al. 2021). Compared to many European countries, Türkiye exhibits a higher level of endemism, with 3,649 endemic taxa and an endemism rate of 31.82% (Güner 2012). The country is home to 1,056 naturally occurring geophyte taxa, of which 424 are endemic, corresponding to an endemism rate of 40% (Özhatay 2013). Geophytes are plants with specialized underground storage organs, such as bulbs, tubers, rhizomes, and corms, which are used for storing nutrients (Giray 2001, Selimov 2008). Most geophytes bloom during the early weeks of spring, although some flower as late as October (Özuslu and Iskender 2009). They are valued for their aesthetic appeal, use as cut flowers, and in fragrances, which makes them popular ornamental plants (Çakır 2017). Geophytes can thrive in a wide range of climatic conditions, from the sea level to high-altitude regions.

Previous studies have documented the presence of various geophyte genera in Trabzon Province, including *Galanthus*, *Orchis*, *Dactylorhiza*, *Ophrys*, *Serapias*, *Allium*, *Bunium*, *Cyclamen*, *Anemone*, *Iris*, *Tulipa*, *Lilium*, *Fritillaria*, *Muscari*, *Arum*, *Asphodeline*, *Geranium*, *Colchicum* and *Crocus*. According to these studies, approximately 90 geophyte taxa from these genera have been identified in Trabzon (Davis 1965–1985; Anşin 1979; Davis 1988; Berber 1993; Coşkunçelebi 1995; Terzioğlu 1994, 1998, 1999; Güner et al. 2000; Karaköse 2008; Kreutz and Çolak 2009; Akbulut 2009; Palabaş Uzun 2009; Orman ve Su İşleri Bakanlığı 2014). The eighth volume of *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* documents the distribution of petaloid monocots, while the sixth volume focuses on *Cyclamen*. The first volume details the natural occurrence of *Anemone* and *Eranthis* species in Türkiye. These plants also possess considerable commercial and medicinal value (Demir et al. 2013). Several species from genera such as *Anemone*, *Crocus*, *Colchicum*, *Cyclamen*, *Eranthis*, *Fritillaria*, *Galanthus*, *Iris*, *Leucojum*, *Muscari*, *Ornithogalum*, *Orchis*, *Arum* and *Scilla* exhibit medicinal and aromatic characteristics (Seyidoğlu and Yayım 2009, Sargın et al. 2013). Geophytes have been exported since the era of the Ottoman Empire. The populations of *Galanthus* and *Sternbergia* species have suffered adverse effects due to excessive collection, as reported by Ergun et al. (1997) and Çelik et al. (2004). However, these plants are also threatened by clearing and overgrazing, industrialization, agricultural pressures, forest fires, road widening and new road construction activities along highways (Şekeroğlu et al. 2013).

Numerous studies have been conducted on geophytes in various regions of Türkiye (Koyuncu and Demirkuş 2000, Mammadov and Sahranç 2003, Çelik et al. 2004, Pınar et al. 2008, Yıldırım and Gemici 2008, Yüzbaşıoğlu et al. 2008, Duman 2010, Akan 2012, Kayıkçı et al. 2012, Sargın et al. 2013, Şekeroğlu et al. 2013, Sarıhan and Asil 2013, Avcu et al. 2016, Akbaş and Varol 2017, Babacan and Eker 2017, Ekici 2017, Sefalı and Gıdık 2019, Yener and Seyidoğlu Akdeniz 2020, Alhasan and Akan 2021, Bozkurt 2021). Despite the abundance of studies on flora and vegetation in Trabzon, a region characterized by significant plant biodiversity, a

comprehensive study focusing specifically on geophytes across the entire province has yet to be conducted. This study aims to develop a database incorporating both field and literature-based information, including coordinates, population densities, and conservation statuses of identified geophyte species in Trabzon. The resulting database will support the evaluation of geophytes as an important botanical resource, contributing to the balance between conservation and utilization through essential forestry-related activities such as biodiversity assessments, inventory studies, and ecotourism, as well as through regulatory processes for infrastructure projects like dams, hydroelectric power plants, and quarries. Furthermore, the study will help identify key areas that can provide the necessary biological materials and data to implement conservation measures for high-priority or at-risk plant species.

MATERIALS AND METHODS

The study area, Trabzon Province, is located within squares A7 and A8 according to Davis's floristic grid system (Figure 1). Floristically, this area belongs to the Colchic Sector of Euxine Province within the Euro-Siberian Phytogeographical Region. The study was conducted based on the Forest Sub-District Directorates under the jurisdiction of the Forestry Management Directorates. In the province, the altitude starts from the sea level up to 3376 m (Demirkapı Summit).

In this study, geophyte taxa in Trabzon were determined through a comprehensive field survey conducted between the years 2015 and 2021. The habitats of the taxa were periodically observed in the study area during the vegetation periods of the taxa. Due to both Trabzon province's elevation and the mountainous ranges running parallel to the sea, the field studies were started from the sea level and continued towards higher altitudes. The coordinates were obtained for each geophyte plant taxa found in the field or from the midpoint of the populations. These taxa were identified primarily using *Flora of Turkey and East Aegean Islands* (Davis 1965–1985, Davis 1988, Güner et al. 2000) and *Illustrated Flora of Türkiye* (Güner et al. 2023, 2024). Furthermore, some visual materials (Ekim 2007, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı 2008, Kreutz and Çolak 2009, Simpson 2012, Eminağaoğlu 2012, Eminağaoğlu 2015), published articles (Özhatay and Özhatay 1995), dictionaries of botanical terms (Baytop 1998, Harris and Harris 1999), and theses (Gürsoy 2009, Yüzbaşıoğlu 2010, Ünlü 2010, Demir 2019) were used. Endemic and rare taxa were categorized according to the IUCN Red list categories on the basis of *Red Data Book of Turkish Plants* (Ekim et al. 2000). However, the latest threat categories of these taxa on a global scale have been updated according to IUCN (2012). Nomenclature follows the Catalogue of Life Annual Checklist (2025), and *Turkey Plant List* (Güner et al. 2012). A list of 95 geophyte plant taxa identified in this study was created according to APG IV (Angiosperm Phylogeny Group 2016). The list is provided in the Appendix. In the list, the following details are stated: family, genus, species, habitat of the taxa, altitude and densely populated localities of the taxa, phytogeographical region, endemism status, the element, underground stem type, collection date, and collection number. The data obtained during the field studies were recorded using the ArcGIS and a database was created in GIS environment. This database can also be used for other

tasks such as querying and mapping. All plant material was stored at the Eastern Black Sea Forestry Research Institute Herbarium in Trabzon.

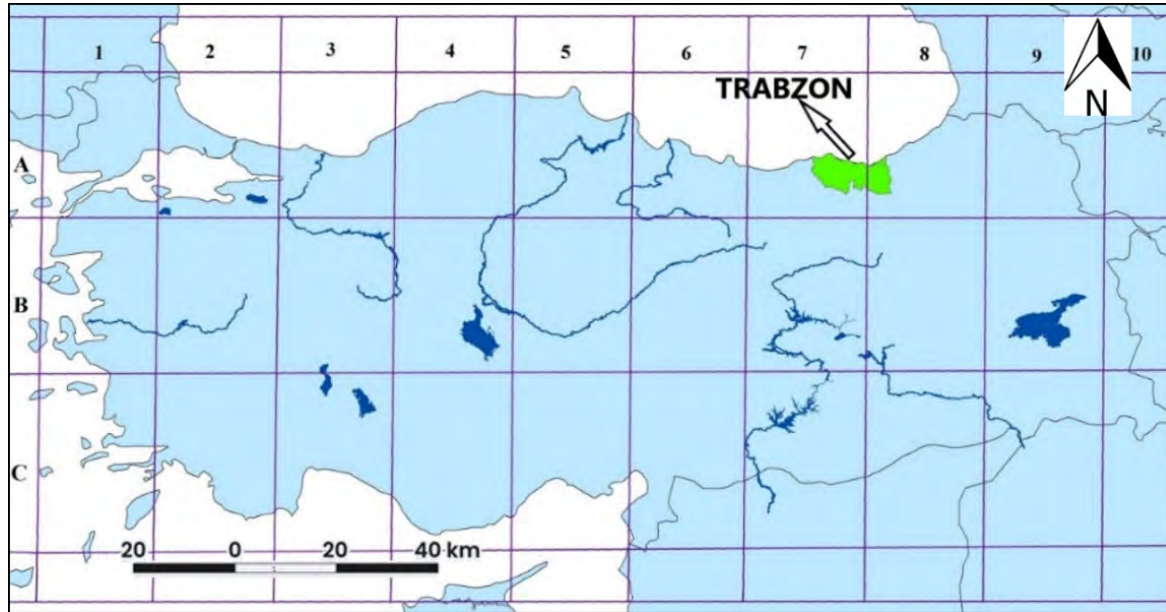


Figure 1 The location of the study area according to Davis's floristic grid system.

RESULTS

The results of this study, a total of 95 geophyte plant taxa belonging to 20 families and 45 genera, were determined. The proportional distributions of taxa richness from the richest five families are shown in Figure 2.

Families with the most taxa are as follows: Orchidaceae (31 taxa), Asparagaceae (16 taxa), Liliaceae (7 taxa), Amaryllidaceae (7 taxa) and Iridaceae (6 taxa). The genera *Orchis* (7 taxa), *Dactylorhiza* (6 taxa) and *Ornithogalum* (6 taxa) have the most species, followed by *Crocus* (4 taxa), *Allium* (4 taxa) and *Gagea* (4 taxa). The phytogeographical regions of 53 (55.79%) taxa in the present study were determined. The plant taxa categorization according to phytogeographical

regions is as follows: Euro-Siberian elements 15 (15%), Euxine 18 (19%), Mediterranean 9 (9%), Irano-Turanian 5 (5%), Hyrcano-Euxine 3 (3%), East Mediterranean 2 (2%), and Euxine (mountain) 1 (1%). The remaining 42 taxa were of unknown phytogeographical regions. The underground stem types of the detected taxa were evaluated in four groups according to Davis (1965–1985) as bulbous, tuberous, cormous, and rhizome. It was determined that 39% of these taxa were tuberous, 29% bulbous, 25% rhizome, and 7% cormous. In total, 8 taxa were endemic to Türkiye, with an endemism rate of 8.4%. According to the *Red Data Book of Turkish Plants* (Ekim et al. 2000), 8 taxa were also classified as rare (Figure 3). These taxa were evaluated according to the IUCN threat categories (IUCN 2012).

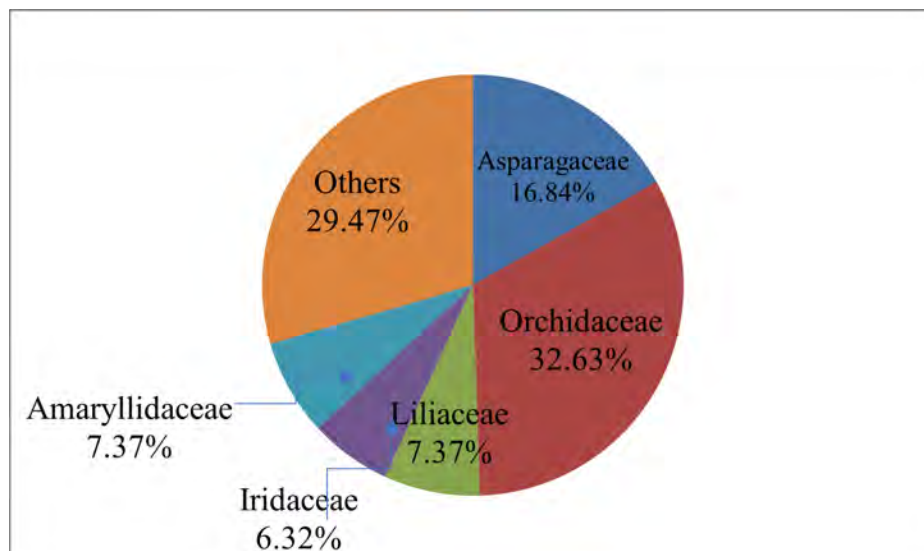
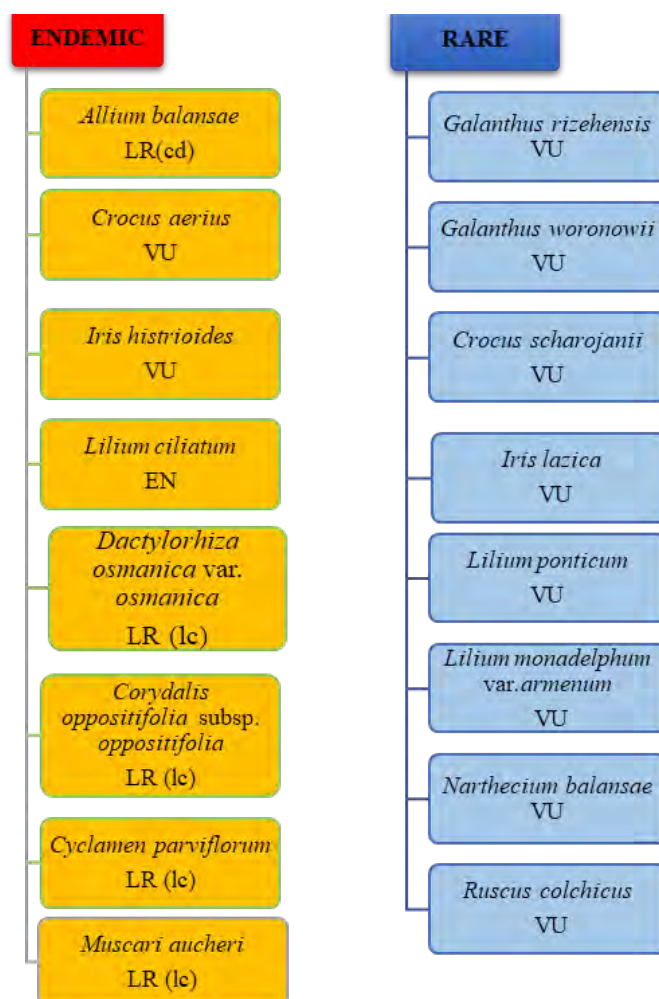


Figure 2 The proportional distributions of the richest five families.



TLR (cd): Lower risk (conservation dependent) LR (lc): Lower risk (least concern) VU: Vulnerable EN: Endangered

Figure 3 IUCN threat categories of endemic and rare taxa.

DISCUSSION

A total of 95 geophyte plant taxa belonging to 45 genera and 20 families were identified in the present study. The families with the highest number of taxa in the research area are Orchidaceae (31 taxa), Asparagaceae (16 taxa), Liliaceae (7 taxa), Amaryllidaceae (7 taxa), and Iridaceae (6 taxa). A comparison with previous studies revealed discrepancies in the number of taxa reported within certain families. Notably, the number of geophyte taxa in the Liliaceae family was higher in earlier studies than in the present study (see Table 1). In contrast, the number of taxa in the Asparagaceae

family was higher in this study, a difference attributed to recent taxonomic revisions in which many taxa previously classified under Liliaceae were reclassified into Asparagaceae. Furthermore, the broader geographic coverage of the present study, relative to prior studies, contributed to a higher number of Orchidaceae taxa recorded. Table 2 lists the plant families with the highest number of geophyte taxa reported in studies conducted across Türkiye. These consistently identify Orchidaceae, Liliaceae, Asparagaceae, Amaryllidaceae, and Iridaceae as the families in which geophyte taxa are most frequently encountered.

Table 1 The comparison of five families containing the most species in previous studies conducted in in this region (number of taxa).

Families	Present study	Berber (1993)	Terzioğlu (1998)	Palabaş (2002)	Uzun (2002)	Palabaş Uzun (2009)
Orchidaceae	31	8	16	9	9	10
Asparagaceae	16	-	-	-	-	-
Liliaceae	7	11	28	15	12	17
Amaryllidaceae	7	-	-	-	-	-
Iridaceae	6	1	6	3	6	1

Table 2 Families with the most geophyte taxa in the studies conducted in Türkiye.

Families	Present study	Avcu et al. (2016)	Çakır (2017)	Akbaş and Varol (2017)	Sefali and Gıdık (2019)	Yener and Seyidoğlu Akdeniz (2020)
Orchidaceae	31	11	3	17	-	27 (%)
Asparagaceae	16	10	14	7	-	-
Liliaceae	7	-	9	-	2	-
Amaryllidaceae	7	-	9	-	-	18
Iridaceae	6	-	5	5	12	-

Euxine (18) and Euro-Siberian (15) elements are prevalent in the study area. It has also been noted that Euro-Siberian elements are prominent in other studies conducted in this region (Terzioğlu 1998, Palabaş 2002, Uzun 2002, Uzun and Terzioğlu 2008, Özkan 2016, Yazar 2019).

Trabzon Province boasts a rich variety of geophyte taxa owing to its expansive coverage from the coast to mountain summits, encompassing diverse habitat types. In this study, eight identified taxa were found to be endemics. Among these, *Allium balansae*, discovered in a very small population within a stony-rocky habitat at 2797 meters altitude, is exclusively located within the Çaykara Forest Sub-District Directorate. This taxon is categorized as LR (cd) in the IUCN threat assessment (Ekim et al. 2000), necessitating protection. Hence, the formulation of *in-situ* conservation plans for this taxon holds paramount importance in safeguarding biological diversity. Another endemic species, *Iris histrioides*, was exclusively located at the snowline (2373 meters altitude) within the Çaykara Forest Sub-District Directorate. It falls under the VU category according to the IUCN assessment (Ekim et al. 2000), signaling high risk and predicted future threats. The habitat supporting this species is threatened by proposed road construction activities, necessitating all future endeavors in this area to be meticulously planned to ensure the preservation of the species' habitat.

Corydalis oppositifolia subsp. *oppositifolia* was exclusively found in the field on the snowline of wet meadow grasslands at 2364 meters altitude, within the borders of the Çaykara Forest Sub-District Directorate, alongside several other geophyte taxa (*Crocus aeri*, *Ornithogalum oligophyllum*, *Scilla siberica* subsp. *armena*, *Colchicum szowitsii*, *Gagea villosa*, *Orchis pallens*, *Muscari* spp., *Cyclamen parviflorum*). This taxon is classified as LR (lc) according to Ekim et al (2000), and is not considered threatened. *Crocus aeri* was documented in various locations in the Çaykara Forest Sub-District Directorate and on the plateaus adjacent to the Maçka Altındere Valley. Its IUCN threat category is VU according to Ekim et al. (2000), and it was further evaluated as EN according to Ekim et al. (2013) and IUCN (2012). This classification indicates a very high risk of extinction in the near future. The primary threats to this taxon in its distribution area are tourism activities, as noted by Solomon et al. (2014), who also highlighted overgrazing and global climate change as significant threats. The populations of *Lilium ciliatum*, an endemic species, were discovered in Hamsiköy, Çatak, Düzköy, and Araklı Forest Sub-District Directorates. While originally listed as LR (cd) according to Ekim et al. (2000), it was reassessed as EN by Ekim et al. (2013) and IUCN (2012). This reevaluation suggests a decline in habitats over the years and indicates a high risk. The primary threats in the

study area are overgrazing and grass-cutting activities, with instances observed where the entire populations were eradicated within a short time frame, such as in the village of Boğalı. Solomon et al. (2014) noted a decline in population across distribution areas, attributing it to human threats like ecotourism, recreational activities, and road construction.

Despite being endemic, *Cyclamen parviflorum* exhibited dense populations ranging from 965 to 2578 meters altitude in numerous Forest Sub-District Directorates within Trabzon Province. Classified as LR (lc) according to Ekim et al. (2000), this taxon is not considered threatened. *Muscari aucheri*, an endemic species, boasts a sizable population spanning areas from 2116 to 2900 meters in Çaykara and Altındere Forest Sub-District Directorates. Classified as LR (lc) according to Ekim et al. (2000), this taxon is not considered threatened. *Dactylorhiza osmanica* var. *osmanica*, another endemic species, also exhibits a substantial population occupying wet meadow areas from 2039 to 2400 meters in Köprübaşı, Sürmene, Karadere, and Esiroğlu Forest Sub-District Directorates. The results underscore the importance of protecting endemic geophytic taxa, which often have restricted distributions. Implementing measures such as the installation of barbed wire and designation as gene sources is crucial, particularly in areas where transhumance and grazing activities are intensive. A significant population of the rare *Crocus schorajanii* subsp. *schorajanii* was exclusively found around Balıkgöl in the Çaykara Forest Sub-District Directorate. Although this species is not endemic, it was not observed in any other location during this study. However, it has been reported to have a dense population in Maçka-Kasapoğlu Plateau (Tarımsal Kalkınma Vakfı 2010). *Galanthus rizehensis*, *Galanthus woronowii*, *Iris lazica*, *Lilium ponticum*, and *Lilium monadelphum* subsp. *armenum*, rare species listed in Ekim et al. (2000) under the VU category, were extensively observed in numerous locations across the study area.

As a result, we concluded that the Çaykara Forest Sub-District Directorate is particularly rich in endemic and rare geophyte plants. This region exhibits high floristic biodiversity owing to its diverse ecosystems, including forests, alpine meadows, stony-rocky habitats, and wet meadows. Geophyte taxa were densely detected up to 2900 meters in the study area, encompassing Uzungöl and Yedigöller. Similarly, a study reported by the Agricultural Development Foundation (2010) also identified *Crocus aeri*, *Iris histrioides*, *Cyclamen parviflorum*, *Lilium ponticum*, *Crocus schorajanii*, *Allium balansae*, *Dactylorhiza osmanica* var. *osmanica*, *Lilium ciliatum*, *Galanthus woronowii*, and *Cyclamen coum* among the target plant taxa sensitive to the ecosystem present in Uzungöl. Uzungöl, located within the Çaykara Forest Sub-District Directorate, is a prominent tourist attraction center.

However, habitats containing numerous endemic and rare species in this region have been subjected to damage due to excessive construction in recent years. Therefore, priority should be given to the protection of these plants when planning forest and tourism activities, and road construction works in this area. Considering the potential of significant geophyte plant taxa of this region, the planning of studies as geophyte taxon gene resource reserve areas will contribute to the protection and sustainability of this rich biodiversity.

Geophyte taxa, particularly species in the family Orchidaceae, are abundant in the Hamsiköy Forest Sub-District Directorate. This region harbors 30 geophyte taxa including Orchidaceae taxa. Kreutz and Çolak (2009) also identified 24 species in the Orchidaceae family in this area and its surroundings. The integration of these studies into forest management plans will maintain biological variety in order to conserve rich biodiversity in this region. The Altındere Valley Forest Planning Unit also stands out in terms of plant diversity within the study area, hosting 40 geophyte taxa. Similarly, Anşin (1979) identified 40 geophyte taxa, while Uzun and Terzioğlu (2008) reported 34 in the study area and its close environments. This valley attracts tourists due to the presence of the Sumela Monastery. Therefore, diversifying tourism with ecotourism activities, such as botanical tourism, can enhance the regional economy while simultaneously protecting species in their habitats and showcasing them to visitors in a conservation-friendly manner.

Galanthus alpinus var. *alpinus*, found in the study area, is a new record for Trabzon Province. A study that reevaluated the *Galanthus* genus revealed that *Galanthus alpinus* is exclusively found within the confines of Rize Province in Türkiye (Emir and Ünver Somer 2018). Extensive literature investigations indicated that the distribution of this species in Trabzon Province was unknown. However, a dense population of the species was observed in two nearby fields on the edge of forest and roadside habitats at 657 meters in the Uğurlu District. In this study, the Tonya-Düzköy region exhibited rich plant diversity, particularly with spring taxa (such as *Scilla siberica* var. *armena*, *Scilla monanthos*, *Colchicum szovitsii*, *Gagea glacialis*, and *Ornithogalum montanum*) and fall taxa (such as *Crocus vallicola*, *Crocus speciosus* subsp. *speciosus*, and *Colchicum speciosum*), blooming and displaying high population density. During spring, the Kadiralak Plateau, located within this region, attracts tourists due to the striking appearance of the *Scilla* species, known locally as “mavi yıldız”. Additionally, numerous other regions in the vicinity have potential for tourism. Therefore, based on the flowering dates of the species obtained in the study, it is recommended that these taxa be incorporated into ecotourism activities in the region.

ACKNOWLEDGEMENTS

This article has been prepared utilizing the data from the research project number 03.1210 titled “Identification and Mapping of Geophyte Plants of Trabzon Province in GIS Environment,” conducted by the General Directorate of Forestry and the Directorate of Eastern Black Sea Forestry Research Institute between 2015 and 2021.

REFERENCES

- Akan, H., 2012: The rarest flowers of gap “geophytes”. Proceedings Book of the Biological Diversity Symposium. Harran University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Biology, Ankara, May 22–23, pp. 25–25.
- Akbaş, K., Ö. Varol, 2017: Geophytes of the Bozburun Peninsula. Journal of the Institute of Science and Technology 7 (2): 73–81.
- Akbulut, S., 2009: A research on the inventory of *Alchemilla* spp. and *Colchicum speciosum* as non-wood forest product in Hamsiköy region. PhD Thesis, KTU, Institute of Science.
- Alhasan, N., H. Akan, 2021: Geophyte collection at Harran University herbarium (HARRAN). Turkish Journal of Bioscience and Collections 5 (1): 22–82. <https://doi.org/10.26650/tjbc.2021717711>
- Anşin, R., 1979: Flora of Trabzon-Meryemana research forest and floristic studies on pure spruce stands. KTU Forestry Faculty Journal 2 (2): 171–203.
- Avcu, C., S. Selvi, F. Satıl, 2016: Geophyte plants distributed in Katran mountain (bayramiç/çanakkale) and its surroundings and their ecological characteristics. Iğdır University Journal of Science Institute 6 (3): 9–6.
- Babacan, E.Y., İ. Eker, 2017: Geophyte flora of munzur valley, tunceli and its surroundings. Bağbahçe Science Journal 4 (1): 31–49.
- Baytop, A., 1998: English-turkish botany guide. IU Printing House and Film Center, University Publication No: 4058, Faculty of Pharmacy Publication No: 70, Istanbul.
- Berber, I., 1993: Flora of Madur mountain (Trabzon-Sürmene). Master's Thesis, Yüzüncü Yıl University, Institute of Science, Department of Biology, Van.
- Bozkurt, S.G., 2021: Investigation of the usage possibilities of some geophytes growing naturally in Sivas province in landscape architecture. Atatürk University Faculty of Agriculture Journal 52 (3): 300–313. <https://doi.org/10.17097/ataunizfd.945878>
- Coşkunçelebi, K., 1995: Natural flowering plants of Karadeniz Technical University campus. Master Thesis, KTU, Institute of Science, Trabzon.
- Çakır, A.A., 2017: Geophytes of Iğdır (East Anatolia) and their economic potentialities as ornamental plant. Eurasian Journal of Forest Science 5 (1): 48–56. <https://doi.org/10.31195/ejefs.327365>
- Catalogue of Life Annual Checklist, 2025: The Catalogue of Life Annual Checklist 2025. <https://www.catalogueoflife.org/>
- Çelik, A., M. Çiçek, G. Semiz, M. Karıncalı, 2004: Taxonomical and ecological investigations on some geophytes growing around Denizli province (Türkiye). Turkish Journal of Botany 28: 205–211. <https://journals.tubitak.gov.tr/botany/vol28/iss1/21>
- Davis, P.H., 1965-1985: Flora of Turkey and the east aegean islands, Vol 1–9. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Davis, P.H., 1988: Flora of Turkey and the east aegean islands, Vol. 10 (supplement 1). Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Demir, E., V. Atamov, H. Baykal, 2013: Geophytes of ceymakçur plateau (çamlihemşin). Firtina Valley Symposium, Rize.
- Demir, A., 2019: Investigation of bacterial replicative DNA polymerase inhibitors and antioxidant properties of *Paenonia daurica* Andrews subsp. *macrophylla* plant extract fractions. PhD Thesis, Recep Tayyip Erdoğan University, Institute of Science, Rize.
- Duman, U., 2010: Determination of geophytes found in euxin and Colchis zones and their biological characteristics. Master's Thesis, Ordu University, Institute of Science, Ordu.
- Ekici, B., 2017: Some geophyte plants determined in Bartın/Turkey. Biological Diversity and Conservation 10 (1): 49–54.
- Ekim, T., M. Koyuncu, M. Vural, H. Duman, Z. Aytaç, N. Adıgüzel, 2000: Red data book of Turkish plants pteridophyta and spermatophyta. Barışcan Ofset, Ankara.
- Ekim, T., 2007: Rare endemics of Turkey. Türkiye İş Bankası Kültür Publications, Istanbul.
- Ekim, T., S. Terzioğlu, Ö. Eminağaoğlu, K. Coşkunçelebi, 2013: Turkey. In (Solomon, J., T. Shulkina, G.E. Schatz, eds.): Red list of the endemic plants of the Caucasus: Armenia, Azerbaijan, Georgia, Iran, Russia and Turkey. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 125. Missouri Botanical Garden Press, Saint Lois.
- Eminağaoğlu, Ö., 2012: Natural plants of Camili, a natural heritage in Artvin. Promat Printing Publishing Industry and Trade Inc. Industrial District, Istanbul.
- Eminağaoğlu, Ö. (ed.), 2015: Natural plants of Artvin. 1. Basım. Promat Basım Yayın San. ve Tic. A.Ş., Istanbul.

- Emir, C., N. Ünver Somer, 2018: Quantitative analysis of lycorine in *Galanthus alpinus* Sosn. var. *alpinus* by HPLC-DAD. Istanbul Journal of Pharmacy 48 (2): 32–37. DOI: 10.5152/IstanbulJPharm.2018.416835
- Ergun, E., S. Erkal, F. Pezikoğlu, 1997: Economic evaluation of the uprooting, production and trade of flower bulbs removed from nature. Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Publication No: 108, pp. 1–3.
- Giray, B., 2001: Developments in natural flower bulbs in Türkiye. Ministry of Agriculture and Rural Affairs Journal, Ankara, Issue: 139.
- Güner, A., N. Özhatay, T. Ekim, K.H.C. Başer (eds.), 2000: Flora of Turkey and the East Aegean Island, Suppl. 2, Vol. 11. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Güner, A., S. Aslan, T. Ekim, M. Vural, M.T. Babaç (eds.), 2012: List of Turkish plants (Vascular Plants). Turkish Flora Research Association, Nezahat Gökyiğit Botanical Garden Publications, Flora Series 1, First Edition.
- Güner, A., A. Kandemir, Y. Menemen, H. Yıldırım, S. Aslan, A.Ö. Çimen, I. Güner, G.E. Bona, F.Ş. Gökmen (eds.), 2023: Illustrated flora of Türkiye, Volume 3b. ANG Foundation Nezahat Gökyiğit Botanical Garden Publications, İstanbul.
- Güner, A., A. Kandemir, Y. Menemen, H. Yıldırım, S. Aslan, A.Ö. Çimen, I. Güner, G.E. Bona, F.Ş. Gökmen (eds.), 2024: Illustrated Flora of Türkiye, Volume 4a. ANG Foundation Nezahat Gökyiğit Botanical Garden Publications, İstanbul.
- Gürsoy, M., 2009: The biological investigations on some *Muscari* Miller species (*Muscari armeniacum* Leichtlin ex Baker, *Muscari neglectum* Guss.) which are distribution in west Anatolia. Master Thesis, Celal Bayar University, Institute of Science, Manisa.
- Harris, J.G., M.W. Harris, 1999: Plant identification terminology, an illustrated glossary. Second Edition, Spring Lake Publishing, Spring Lake, Utah.
- IUCN 2012: IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. Second edition. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN. <https://www.iucnredlist.org/resources/categories-and-criteria>
- Karaköse, M., 2008: Monitoring forest plant biodiversity change in Hamsiköy forest planning unit. Master Thesis, KTU, Institute of Science, Trabzon.
- Kayıkçı, S., V. Altay, Y. Güzel, 2012: A study on some geophyte plant species distributed in Hatay province. Journal of Biological Sciences Research 5 (2): 139–143. <https://bibad.gen.tr/index.php/bibad/article/view/176>
- Koyuncu, M., N. Demirkuş, 2000: Geophytes of Van surroundings, XV. Proceedings of the National Biology Department Congress, Ankara University, Faculty of Science, Department of Biology, 5–9 September 2000, Ankara.
- Kreutz, C.A.J., A.H. Çolak, 2009: The book of orchids of Türkiye. Rota Publications, İstanbul.
- Mammadov, R., B. Sahranç, 2003: Some geophytes detected in Muğla city center in autumn. Ecology and Environment Journal 12 (48): 13–18.
- Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2014: Final report of the biodiversity inventory and monitoring work of terrestrial and inland water ecosystems of Trabzon province. DKMP General Directorate, 12th Regional Directorate, Trabzon Branch Directorate National Biodiversity Inventory and Monitoring Project, Turunç Peyzaj Ltd.Şti., Ankara.
- Özhatay, N., E. Özhatay, 1995: A new white *Paeonia* L. from north-western Turkey: *P. mascula* Miller subsp. *bodurii*. N. Özhatay. The Karaca Arboretum Magazine 1 (3): 17–26.
- Özhatay, N., 2013: Ornamental plants potential of Turkey: natural monocotyledonous geophytes. Proceedings of the 5th Ornamental Plants Congress, Atatürk Horticultural Central Research Institute, Yalova University, Yalova, May 6–9 2013, pp 1–12.
- Özkan, K., 2016: Biodiversity and non-wood forest products database (biyod-a case study in Trabzon Regional Directorate of Forestry). Master Thesis, KTU, Institute of Science, Trabzon.
- Özusul, E., E. İskender, 2009: Geophytes of Sof Mountain (Gaziantep-Turkey). Biological Diversity and Conservation 2 (2): 78–84.
- Palabaş, S., 2002: Subalpine and alpine flora of Altındere valley (Maçka-Trabzon). Master's Thesis, KTU Institute of Science, Trabzon.
- Palabaş Uzun, S., 2009: Flora, vegetation and succession of Sisdağı surroundings. PhD Thesis, KTU Institute of Science, Trabzon.
- Pınar, S.M., N. Adigüzel, B. Bani, 2008: Geophytes of Çatak valley (Van) and their threat categories. Proceedings of the 19th National Biology Congress, KTU Biology Department, Trabzon.
- Sarıhan, E.O., H. Asil, 2013: Some geophyte species of Hatay region and the threats they face. MKU Faculty of Agriculture Journal 18 (1): 41–56.
- Sargın, S.A., S. Selvi, E. Akçiçek, 2013: Ethnobotanical investigation of some geophytes growing in Alaşehir (Manisa) and its surroundings. Erciyes University Journal of the Institute of Science 29 (2): 170–177.
- Sefali, A., B. Gidik, B., 2019: The distribution of the world's most grown geophytes in Bayburt Region. Proceedings of the 3rd International Conference on Advanced Engineering Technologies, 19–21 September 2019.
- Seyidoğlu, N., D. Yayım, 2009: Geophytes as medicinal and aromatic plants. Acta Horticulturae 826: 421–426. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.826.59>
- Selimov, R., 2008: Some geophytes identified around the Lenkoran and Lerik (Azerbaijan) region. EurAsiann Journal of BioSciences 2: 91–101.
- Simpson, M.G., 2012: Plant Systematics. Nobel Academic Publishing, Ankara.
- Solomon, J., T. Shulkin, G.E. Schatz, 2014: Red list of the endemic plants of the Caucasus: Armenia, Azerbaijan, Georgia, Iran, Russia, and Turkey. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 125, Missouri Botanical Garden Press, Saint Louis.
- Şekeroğlu, N., K. Aydın, H. Gözüaçık, M. Kulak, 2013: Geophytes growing in Kilis province. Turkish Scientific Reviews Journal 6 (1): 199–201.
- Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, 2008: Meadow and pasture plants of Turkey. General Directorate of Agricultural Production and Development, Department of Meadow, Pasture, Forage Crops and Basin Development, Ankara.
- Tarımsal Kalkınma Vakfı, 2010: Uzungöl special environmental protection area terrestrial biological diversity determination project. Ankara.
- Terzioğlu, S., S. Akbulut, Z.C. Özkan, B. Serdar, M. Öztürk, 2021: Turkey's plant biodiversity and non-wood plant products. In (Pakdemirli, B., Ö. Küçük, Z. Bayraktar, S. Takmaz, eds.): Forest and Forestry in Turkey in Terms of Ecology and Economy, Chapter 14. Sonçağ Academy, Ankara.
- Terzioğlu, S. 1994: Flora of the Of-Ikizdere-Anzer valley. Master Thesis, KTU Institute of Science, Trabzon.
- Terzioğlu, S., 1998: Flora and vegetation of Uzungöl (Trabzon-Çaykara) and its surroundings. PhD Thesis, KTU Institute of Science, Trabzon.
- Terzioğlu, S., 1999: Endemic plants of Trabzon province. Republic of Türkiye Trabzon Governorship Provincial Environment Directorate Environmental Status Report, Trabzon.
- The Angiosperm Phylogeny Group, Chase, M.W., M.J.M. Christenhusz, M.F. Fay, J.W. Byng, W.S. Judd, D.J. Mabberley, P.S. Soltis, P.F. Stevens, 2016: An update of the Angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. Botanical Journal of the Linnean Society 181: 1–20.
- Uzun, A., 2002: Forest vegetation flora of altındere valley (maçka-trabzon). Master's Thesis, KTU, Institute of Science, Trabzon.
- Uzun, A., 2009: Plant species diversity in the Research Forest of Black Sea Technical University, Faculty of Forestry and mapping its vegetation. PhD Thesis, KTU Institute of Science, Trabzon.
- Uzun, A., S. Terzioğlu, 2008: Vascular flora of forest vegetation in Altındere valley (Maçka-Trabzon). Turkish Journal of Botany 32 (2): 135–153.
- Ünlü, S., 2010: Pharmaceutical botanical research on *Paeonia* species of Turkey. Istanbul University Health Sciences Institute, Department of Pharmaceutical Botany, İstanbul.
- Yazar, M., 2019: The flora of Çal Camili (Düzköy-Trabzon) Nature Park and its environs. Master's Thesis, KTU, Institute of Science, Trabzon.
- Yener, D., N. Seyidoğlu Akdeniz, 2020: Evaluation of the natural geophyte taxa of Sariyer and their use in urban landscape. Eurasian Journal of Forest Science 8 (1): 93–107. DOI:10.31195/ejeifs.631387
- Yıldırım, H., Y. Gemici, 2008: Natural status of some geophytes with commercial potential in the coastal zone. Proceedings of the 19th National Biology Congress, Karadeniz Technical University, Department of Biology, Trabzon.
- Yüzbaşıoğlu, S., M.V. Özbek, H. Altınöz, 2008: Geophytes of Kemaliye (Erzincan) district. Proceedings of the 19th National Biology Congress, KTU, Department of Biology, Trabzon.
- Yüzbaşıoğlu, I.S., 2010: Revision of snowdrop (*Galanthus*) taxa in Türkiye. PhD Thesis, İstanbul University, Institute of Science, İstanbul.

Appendix

FLORISTIC LIST OF THE STUDY AREA

ANGIOSPERMS

MONOCOTS

ALISMATALES

ARACEAE

1 – *Arum* L.

1 – *Arum italicum* Mill.

Akçaabat-Meşeli village, 10.03.2020, 147 m, agricultural areas; Mačka-Coşandere, 1094 m, under forest; Vakfikebir-Kirazlık district, 19.02.2016, 125 m, agricultural areas; Akçaabat-Osmanbaba village, 10.03.2020, 141 m, agricultural areas; Trabzon-Gürbulak district, 24.01.2019, 151 m, under hazelnut plantation, tuberous, HEG50.

2 – *Arum maculatum* L.

Araklı-Yalıbozu district, 18.02.2016, 10 m, under hazelnut plantation; Arsin-Çardaklı village, 10.05.2016, 547 m, field margins; Akçaabat-Kavaklı district, 10.03.2020, 167 m, hazelnut plantation, tuberous, HEG51.

DIOSCOREALES

NARTHECIACEAE

2 – *Narthecium* Huds.

3 – *Narthecium balansae* Briq.

Sürmene-Seslikaya plateau, 11.07.2018, 2049 m, wet areas; Hayrat-Büyükharman plateau, 19.07.2018, 2033 m, roadsides; Çaykara-Hanımdüzü plateau, 19.07.2018, 2303 m, meadow pasture, Euxine element, rhizome, HEG116.

LILIALES

COLCHICACEAE

3 – *Colchicum* L.

4 – *Colchicum speciosum* Steven

Tonya-Karşular district, 16.09.2020, 1427 m, forest clearings; Mačka-Güzelyayla district, 30.05.2019, 1458 m, meadow pasture; Çaykara-Küçükyayla plateau, 21.05.2019, 2269 m, rocky areas; Düzköy, 12.04.2019, 1116 m, under forest; Mačka-Meryemana, 23.02.2018, 1124 m, under forest, Euro.-Sib. element, cormous, HEG132.

5 – *Colchicum szovitsii* Fisch. & C.A.Mey. subsp. *szovitsii*

Düzköy-Haçkalıbaşa plateau, 12.04.2019, 1849 m, meadow pasture; Mačka-Fırınoba plateau, 06.05.2021, 2387 m, meadow pasture; Şalpazarı-Gökçeköy village, 03.03.2016, 1375 m, cemetery; Çaykara-Demirkapı village, 15.05.2021, 2188 m, meadow pasture; Çaykara-Uzungöl, 13.02.2019, 1194 m, meadow pasture, Irano-Turanian element, cormous, HEG52.

6 – *Colchicum umbrosum* Steven

Ortahisar-Zafanoz village, 31.08.2020, 200 m, field; Ortahisar-KTÜ campus, 17.09.2020, 120 m, under forest, Euxine element, cormous, HEG131.

MELANTHIACEAE

4 – *Paris* L.

7 – *Paris incompleta* M.Bieb.

Düzköy-Gürgendağ, 16.05.2019, 1521 m, under beech forest; Arsin-Çardaklı village, 10.05.2016, 693 m, hazelnut

plantations; Düzköy-Çalköy, 30.04.2016, 1300 m, forest; Düzköy-Aykut district, 22.06.2021, 1005 m, under beech forest, Euxine element, rhizome, HEG88.

5 – *Veratrum* L.

8 – *Veratrum album* L.

Düzköy-Gürgendağ, 16.05.2019, 1627 m, forest clearings; Mačka-Ormanüstü plateau, 23.07.2018, 1744 m, forest clearings; Hayrat-Ağaçbaşı plateau, 19.07.2018, 2103 m, meadow pasture; Araklı-Taşlı plateau, 08.06.2021, 2373 m, meadow pasture; Mačka-Balehor plateau, 1858 m, meadow pasture, 09.07.2019, Euro.-Sib. element, rhizome, HEG66.

LILIACEAE

6 – *Gagea* Salisb.

9 – *Gagea bohemica* (Zauschn.) Schult. & Schult.f.

Mačka-Fırınoba plateau, 06.05.2021, 2406 m, meadow pasture; Sürmene-Ağaçbaşı peatland, 25.05.2019, 2000 m, swamp; Mačka-Papazyurdu plateau, 2356 m, meadow pasture, 06.05.2021, bulbous, HEG77.

10 – *Gagea glacialis* K.Koch

Mačka-Kutlusu plateau, 28.05.2019, 2127 m, meadow pasture; Çaykara-Küçükyayla, 21.05.2019, 2263 m, stony meadow pasture; Çaykara-Balıklığöl district, 15.05.2021, 2568 m, meadow pasture; Sürmene-Ağaçbaşı plateau, 28.05.2019, 1984 m, meadow pasture; Düzköy-Çalköy, 12.04.2019, 1414 m, meadow pasture, Irano-Turanian element, bulbous, HEG75.

11 – *Gagea luteoides* Stapf

Düzköy-Çalköy, 07.04.2016, 1137 m, meadow pasture, bulbous, HEG78.

12 – *Gagea villosa* (M.Bieb.) Sweet var. *villosa*

Düzköy-Çalköy, 13.04.2017, 1108 m, meadow pasture; Çaykara-Küçükyayla surroundings, 21.05.2019, 2364 m, meadow pasture, Mediterranean element, bulbous, HEG76.

7 – *Lilium* Tourn. ex L.

13 – *Lilium ciliatum* P.H.Davis

Mačka-Hamsiköy, 09.07.2019, 1728 m, meadow pasture; Araklı-Boğalı village, 28.06.2018, 2034 m, damp open areas; Düzköy-Fengo plateau, 22.06.2021, 1597 m, roadside; Mačka-Büyükselen plateau, 18.06.2020, 1824 m, forest clearings; Köprübaşı-Arpalı, 11.07.2018, 1618 m, forest clearings, endemic, bulbous, HEG119.

14 – *Lilium monadelphum* var. *armenum* (Misch. ex Grossh.) P.H. Davis & D.M. Hend.

Mačka-Balehor plateau, 09.07.2019, 1842 m, meadow pasture; Mačka-Bekçiler district, 24.06.2020, 1510 m, under *Picea orientalis* forest; Mačka-Livera, 01.07.2020, 1342 m, forest clearings; Mačka-Yerlice village, 23.07.2018, 1571 m, meadow pasture; Düzköy-Çalköy, 03.07.2016, 1149 m, forest sides, bulbous, HEG118.

15 – *Lilium ponticum* K.Koch.

Araklı-Bahçecik plateau, 28.06.2018, 1819 m, *Picea orientalis* forestsides; Çaykara-Sultanmurat plateau, 02.07.2018, 2057 m, meadow pasture; Mačka-Kusal plateau, 01.07.2020, 1840 m, meadow pasture; Sürmene-Vizara plateau, 18.06.2019, 1924 m, meadow pasture; Araklı-Kal plateau, 18.06.2019, 2012 m, stony areas, bulbous, HEG120.

ASPARAGALES

ORCHIDACEAE

8 – *Anacamptis* Rich.

16 – *Anacamptis pyramidalis* (L.) Rich.

Araklı-Kayaiçi district, 28.06.2018, 750 m, stony areas; Maçka-Bakırcılar surroundings, 01.07.2020, 476 m, stony-rocky areas; Maçka-Velioğulları district, 27.05.2021, 473 m, in *Cistus* bush; Düzköy-Çalköy, 03.07.2016, 1164 m, forest clearings; Maçka-Livera, 01.07.2020, 1019 m, in forest, tuberous, HEG109.

9 – *Cephalanthera* Rich.

17 – *Cephalanthera damasonium* (Mill.) Druce

Maçka-Bağışlı, 25.05.2021, 966 m, deciduous forest; Maçka-Başarköy, 25.05.2021, 1236 m, forest clearings; Maçka-Anayurt village, 30.05.201, 968 m, in forest, Euro.-Sib. element, rhizome.

18 – *Cephalanthera longifolia* (L.) Fritsch

Maçka-Başarköy, 25.05.2021, 1240 m, in forest; Çaykara-Uzungöl, 15.05.2021, 1099 m, forest clearings; Araklı-Akocak village, 14.05.2019, 1177 m, meadow pasture; Maçka-Mataracı, 27.05.2021, 661 m, in *Cistus* bushes; Araklı-Örnek village, 01.05.202, 328 m, under hazelnut plantation, Euro.-Sib. element, tuberous, HEG81.

19 – *Cephalanthera rubra* (L.) Rich.

Düzköy-Çalköy, 08.07.2017, 1317 m, *Picea orientalis* forest, rhizome, HEG82.

10 – *Coeloglossum* (L.) Hartm.

20 – *Coeloglossum viride* (L.) Hartm.

Araklı-Kal plateau, 18.06.2019, 2012 m, stony area; Maçka-Küçükyurt plateau, 01.07.2020, 2181 m, meadow pasture; Sürmene-Harmantepe, 11.07.2018, 1973 m, swamp area; Çaykara-Sultanmurat plateau, 28.06.2018, 2240 m, meadow pasture; Sürmene-Taşlı plateau, 11.07.2018, 2086 m, streamside, tuberous, HEG110.

11 – *Dactylorhiza* Necker ex Nevski

21 – *Dactylorhiza euxina* var. *markowitschii* (Soó) Renz & Taubenheim

Araklı-Yılantaş plateau, 01.06.2021, 1819 m, meadow pasture; Köprübaşı-Arpalı village, 08.06.2021, 2028 m, wetland; Hayrat-Huso Santral, 19.07.2018, 2146 m, meadow pasture; Maçka-Paparza plateau, 24.06.2020, 2195 m, meadow pasture; Köprübaşı-Vartan plateau, 08.06.2021, 2118 m, meadow pasture, Euxine element, tuberous, HEG105.

22 – *Dactylorhiza euxina* (Nevski) Czerep.

Hayrat-Büyükharman plateau, 19.07.2018, 1873 m, forest clearings; Sürmene-Hanyeri plateau, 18.06.2019, 1845 m, meadow pasture; Hamsiköy-Paparza rocky places, 24.06.2020, 2010 m, meadow pasture; Çatak-Başar village, 24.06.2020, 2204 m, wet places; Esiroğlu-Dilaver pasture, 15.06.2021, 2196 m, Euxine element, tuberous, HEG106.

23 – *Dactylorhiza osmanica* var. *osmanica* (Klinge) P. F. Hunt & Summerh

Köprübaşı-Taşlı plateau, 11.07.2018, 2130 m, meadow pasture; Köprübaşı-Vartan Yaylası, 08.06.2021, 2097 m, wet meadow pasture; Sürmene-Lişiit plateau, 08.06.2021, 2069 m, meadow pasture; Maçka-Esiroğlu, 15.06.2021, 2400 m

wet meadow pasture, Irano-Turanian element, endemic, tuberous, HEG107.

24 – *Dactylorhiza romana* subsp. *georgica* (Klinge) Soó ex Renz & Taubenheim

Çaykara-Arpaözü village, 21.05.2019, 2004 m, meadow pasture; Köprübaşı-Vartan plateau, 08.06.2021, 2105 m, meadow pasture; Çaykara-Haldizen, 21.05.2019, 1809 m, forest clearings; Köprübaşı-Kutlusu plateau, 28.05.2019, 2088 m, meadow pasture; Maçka-Camiboğazı plateau, 15.06.2021, 2367 m, wet meadow pasture, tuberous, HEG85.

25 – *Dactylorhiza saccifera* (Brongn.) Soó

Hayrat-Hanımdüzü plateau, 19.07.2018, 2303 m, meadow pasture, Maçka-Livera, 01.07.2020, 1172 m, meadow pasture; Sürmene-Taşlı plateau, 08.06.2021, 1126 m, meadow pasture, Mediterranean element, tuberous, HEG108.

26 – *Dactylorhiza urvilleana* (Steud.) H.Baumann & Künkele
Düzköy-Haçka, roadsides, 06.06.2018, 1124 m, forest clearings; Tonya-Kadıralak plateau, 06.08.2015, 1433 m, roadside; Çayırbaşı-Hırsafa plateau, 22.06.2021, 1650 m, forest clearing; Hamsiköy-Başar village, 24.06.2020, 1541m, forest side; İpekyolu-Ormanüstü plateau, 23.07.2018, 1744 m, forest clearings, Euxine element, tuberous, HEG104.

12 – *Gymnadenia* R.Br.

27 – *Gymnadenia conopsea* (L.) R.Br.

Çaykara-Sultanmurat plateau, 02.07.2018, 1937 m, meadow pasture; Maçka-Yerlice roadside, 23.07.2018, 1838 m, meadow pasture; Maçka-Hamsiköy, 09.07.2019, 1751 m, meadow pasture; Köprübaşı-Parma plateau, 02.07.2018, 1865 m, meadow pasture; Sultanmurat-Hanlar district, 02.07.2018, 1841 m, meadow pasture, Euro.-Sib. element, tuberous, HEG112.

13 – *Limodorum* Boehm.

28 – *Limodorum abortivum* (L.) Sw. var. *abortivum*

Hamsiköy-Başarköy, 21.05.2021, 1004 m, under forest; Akçaabat-Mersin Saraçlar district, 25.06.2020, 104 m, under forest, rhizome, HEG67.

14 – *Listera* R.Br.

29 – *Listera ovata* (L.) R.Br.

Hamsiköy-Bağışlı, 25.05.2021, 966 m, under deciduous forest; İpekyolu-Kozağaç village, 27.05.2021, 788 m, roadside, Euro.-Sib. element, rhizome, HEG83

15 – *Neottia* Guett.

30 – *Neottia nidus-avis* (L.) Rich.

Düzköy-Çalköy, 08.07.2017, 1302 m, under *Picea orientalis* forest; Maçka-Hamsiköy, 09.07.2019, 1665 m, under forest, Euro.-Sib. element, rhizome, HEG113.

16 – *Ophrys* L.

31 – *Ophrys apifera* Huds.

KTÜ campus, 13.05.2019, 72 m, meadow places, tuberous, HEG70.

32 – *Ophrys oestriifera* M.Bieb.

Hamsiköy-Güzelce village, 25.05.2021, 985 m, meadow pasture, tuberous, HEG68.

33 – *Ophrys sphegodes* subsp. *caucasica* (Woronow ex Grossh.) Soó

İpekyolu-Kozağaç village, 27.05.2021, 788 m, roadside; İpekyolu-Kozağaç village, 27.05.2021, 110 m, meadow pasture, Euxine element, tuberous, HEG69.

17 – *Orchis* L.

34 – *Orchis laxiflora* Lam.

KTU campus, 13.05.2019, 79 m, meadow pasture, tuberous, HEG100.

35 – *Orchis mascula* subsp. *longicalcarata* Akhalk., H.Baumann, R.Lorenz, Mosul. & Ruedi Peter

Köprübaşı-Ağaçbaşı peatland, 28.05.2019, 199 m, meadow pasture; Sürmene Seslikaya plateau, 18.06.2019, 2015 m, meadow pasture; Karadere-Yılantaş plateau, 1.06.2021, 1962 m, meadow pasture; Köprübaşı-Taşlı plateau, 11.07.2018, 2086 m, streamside; Karadere-Liştir plateau, 8.06.2021, 2053 m, wet meadow pasture, tuberous, HEG97.

36 – *Orchis militaris* L.

Hamsiköy-Güzelve village, 25.05.2021, 844 m, stony-rocky places; İpekyolu-Kozağaç village, 27.05.2021, 788 m, road-sides; Hamsiköy-Dikkaya village, 30.05.2019, 1019 m, road-sides; Hamsiköy-Güzelyayla, 30.05.2019, 1094 m, meadow pasture, Hyrcano-Euxine element, tuberous, HEG101.

37 – *Orchis pallens* L.

Çaykara-Küçükyayla surroundings, 21.05.2019, 2364 m, meadow pasture; Köprübaşı-Harmantepe, 28.05.2019, 1989 m, meadow pasture; Hamsiköy, 30.05.2019, 1614 m, forest side Köprübaşı-Kutlusu plateau, 28.05.2019, 2088 m, meadow pasture, Euro.-Sib. element (?), tuberous, HEG98.

38 – *Orchis purpurea* Huds.

Çatak-Başarköy, 25.05.2021, 1240 m, under forest; Hamsiköy-Bağışlı, 25.05.2021, 938 m, forest clearings; Hamsiköy-Başarköy, 25.05.2021, 1239 m, forest clearings, tuberous, HEG102.

39 – *Orchis simia* Lam.

İpekyolu-Güzelve village, 25.05.2021, 533 m, forest clearings, Mediterranean element(?), tuberous, HEG103.

40 – *Orchis tridentata* Scop.

Hamsiköy-Güzelyayla plateau, 30.05.2019, 1094 m, meadow pasture; Yeşiltepe-Velioğulları road, 27.05.2021, 473 m, Cistus bushes; Hamsiköy-Anayurt village, 30.05.2019, 968 m, under forest; Yeşiltepe-Öğütlü village, 27.05.2021, 569 m, bushes places; Hamsiköy-Büyükselen plateau, 18.06.2020, 2056 m, meadow pasture, Mediterranean element, tuberous, HEG99.

18 – *Platanthera* Rich.

41 – *Platanthera bifolia* (L.) Rich.

Maçka-Livera, 1.07.2020, 966 m, under forest; Çayırbaşı-Çalköy, 8.07.2017, 1303 m, under *Picea orientalis* forest; Akçaabat-Mersin Saraçlar district, 25.06.2020, 104 m, under forest, Euro.-Sib. element, tuberous, HEG91.

42 – *Platanthera chlorantha* (Custer) Rchb.

Düzköy-Erikli plateau, 25.06.2020, 1631 m, meadow pasture, tuberous, HEG92.

19 – *Serapias* L.

43 – *Serapias orientalis* (Greuter) H.Baumann & Künkele subsp. *orientalis*

Akçabat-Mersin district, 25.06.2020, 454 m, meadow pasture; Arsın Yanbolu-Kuzguncuk district, 12.05.2021, 15 m,

stony-rocky places; KTÜ campus, 13.05.2019, 72 m, meadow pasture; Maçka-Öğütlü village, 27.05.2021, 548 m, meadow pasture, Mediterranean element, tuberous, HEG96.

20 – *Spiranthes* Rich.

44 – *Spiranthes spiralis* (L.) Chevall.

Maçka-Pilav Dağı, 3.10.2018, 1075 m, forest clearings; Ortahisar-Gölçayır village, 19.09.2018, 242 m, under hazelnut plantations; Orthisar-Çamoba village, 19.09.2018, 359 m, under hazelnut plantations; Yomra-Kaşüstü Murathan district, 7.10.2015, 30 m, under hazelnut plantations, Mediterranean element, tuberous, HEG123.

21 – *Steveniella* Schltr.

45 – *Himantoglossum satyrioides* Spreng.

Araklı-Yağmurdere, 14.05.2019, 975 m, roadsides; Maçka-Başarköy, 25.05.2021, 1240 m, under forest, Hyrcano-Euxine element, tuberous, HEG80.

22 – *Traunsteinera* Rchb.

46 – *Traunsteinera sphaerica* (M.Bieb.) Schltr.

Maçka-Küçükyurt plateau, 1.07.2020, 2181 m, under hazelnut plantations; Maçka-Balehor plateau, 9.07.2019, 1800 m, meadow pasture; Sürmene-Vizara plateau, 18.06.2019, 1924 m, meadow pasture; Köprübaşı-Taşlı plateau, 11.07.2018, 2086 m, streamside, Hyrcano-Euxine element, tuberous, HEG114.

IRIDACEAE

23 – *Crocus* L.

47 – *Crocus aerius* Herb.

Altındere Valley-Haliya plateau, 6.05.2021, 2068 m, meadow pasture; Çaykara-Uzungöl, 14.03.2015, 1120 m, meadow pasture; Çaykara-Küçükyayla, 21.05.2019, 2364 m, meadow pasture; Çaykara-Demirkapı village, 15.05.2021, 2373 m, meadow pasture, Euro.-Sib. element, endemic, cormous, HEG121.

48 – *Crocus scharojanii* Rupr.

Çaykara-Küçükyayla, 13.09.2018, 2451 m, streamside; Çaykara-Balıklı Lake, 18.09.2019, 2543 m, wet meadow pasture, cormous, HEG128.

49 – *Crocus speciosus* M.Bieb.

Düzköy-Honefter district, 18.10.2018, 1887 m, meadow pasture; Çatak-Üçgedik village, 18.10.2018, 1565 m, meadow pasture; Tonya-Şova plateau, 18.10.2018, 1906 m, meadow pasture; Tonya-Çayırbaşı, 18.10.2018, 1959 m, meadow pasture; Tonya-Kadıralak plateau, 1.09.2015, 1415 m, meadow pasture, cormous, 130.

50 – *Crocus vallicola* Herb.

Akçaabat-Hıdırnebi plateau, 5.10.2018, 1375 m, meadow pasture; Düzköy-Mula district, 18.10.2018, 1849 m, meadow pasture; Maçka-Yerlice village, 25.09.2018, 1830 m, meadow pasture; Düzköy-Zeliha district, 1.10.2015, 1448 m, meadow pasture; Düzköy-Kayabaşı plateau, 5.10.2018, 1804 m, meadow pasture, Euxine element, cormous, HEG129.

24 – *Iris* L.

51 – *Iris histrioides* (G.F.Wilson) S.Arn.

Çaykara-Demirkapı village, 15.05.2021, 2373 m, snow line, Euxine element, endemic, rhizome, HEG93.

52 – *Iris lazica* Albov

Arsin-Karşıyaka district, 12.05.2021, 253 m, *Corylus* plantation side; Arsin-Elmalan village, 616 m, under forest; Sürmene-Çamburnu, 20.02.2019, 145 m, roadside; Of-Uğurlu Nazarlı district, 15.03.2021, 441 m, roadside; Sürmene-Zarha Mountain, 23.01.2019, 440 m, forest side; Of-Yazlık village, 20.02.2019, 16 m, road side, Euxine element, rhizome, HEG53.

ASPHODELACEAE

25 – *Asphodeline* Rchb.

53 – *Asphodeline lutea* (L.) Rchb.

Hamsiköy-Bağışlı, 14.05.2016, 1250 m, stony-rocky places, Mediterranean element, rhizome, HEG79.

AMARYLLIDACEAE

26 – *Allium* L.

54 – *Allium balansae* Boiss.

Çaykara-Büyükyayla, 13.09.2018, 2797 m, stony-rocky place, Irano-Turanian element, endemic, bulbous, HEG126.

55 – *Allium rupestre* Steven

Maçka-Bakırcılar road, 1.07.2020, 498 m, stony-rocky places, Euxine element, bulbous, HEG125.

56 – *Allium schoenoprasum* L.

Çaykara-Büyükyayla, 13.09.2018, 2606 m, meadow pasture, bulbous, HEG127.

57 – *Allium scorodoprasum* subsp. *rotundum* (L.) Stearn

Düzköy-Honefter plateau, 24.07.2020, 1961 m, roadside; Hayrat-Hamzalı district, 10.06.2021, 467 m, *Camellia sinensis* sides; Maçka-Kozağaç village, 27.05.2021, 602 m, roadside; Of-Elmalı village, 2.05.2021, 183 m, roadside; Of-Uğurlu district, 2.05.2021, 345 m, *Camellia sinensis* sides, bulbous, HEG124.

27 – *Galanthus* L. / Kardelen

58 – *Galanthus alpinus* Sosn. var. *alpinus*

Of-Uğurlu district, 15.03.2021, 657 m, forest side; Of-Uğurlu district, 15.03.2021, 645 m, roadside, bulbous, HEG49.

59 – *Galanthus rizehensis* Stern

Altındere Valley, 11.03.2019, 1099 m, under forest; Arsin-Yalıbozu, 18.02.2016, 10 m, under hazelnut plantations; Arsin-Yeşilyalı-Yaylacık district, 23.01.2019, 222 m, under hazelnut plantations; Düzköy-Çayırbaşı-Gülcana district, 5.02.2019, 1109 m, field side; Maçka-Meryemana, 24.02.2016, 1015 m, under forest, bulbous, HEG43.

60 – *Galanthus woronowii* Losinsk.

Maçka-Altındere Valley Coşandere, 23.02.2018, 1094 m, under forest; Çaykara-Düzmahalle, 10.03.2016, 514 m, stony-rocky places; Akçaabat-Harmancık, 5.02.2019, 1027 m, meadow pasture; Çaykara-Uzungöl, 13.02.2019, 118 m, agricultural area; Köprübaşı, 20.03.2021, 1288 m, under forest, bulbous, HEG46.

ASPARAGACEAE

28 – *Muscari* Mill.

61 – *Muscari armeniacum* H.J.Veitch

Çaykara-Arpaözü district, 21.05.2019, 1980 m, meadow pasture; Esiroğlu-Çilekli village, 12.03.2020, 137 m, under hazelnut plantation; Köprübaşı-Sulak district, 28.05.2019, 2100 m,

meadow pasture; Maçka-Paparza plateau, 24.06.2020, 2162 m, meadow pasture; Şalpazarı-Duraluşağı district, 9.04.2019, 733 m, under hazelnut plantation, bulbous, HEG55.

62 – *Muscari aucheri* (Boiss.) Baker

Maçka-Altındere-Haliya Plateau, 6.05.2021, 2033 m, meadow pasture; Maçka-Altındere-Dörtkelifler plateau, 6.05.2021, 2326 m, meadow pasture; Çaykara-Balıkgöl surroundings, 15.05.2021, 2578 m, meadow pasture; Çaykara-Balıkgöl surroundings, 3.06.2021, 2889 m, alpine meadow, endemic, bulbous, HEG84.

63 – *Muscari neglectum* Guss. ex Ten.

Akçaabat-Tütüncüler village, 10.03.2020, 183 m, under hazelnut plantation; Akçaabat-Kaleönü village, 10.03.2020, 393 m, under hazelnut plantation; Araklı-Akocak village, 14.05.2019, 1066 m, forest clearings; Çaykara-Arpaözü village, 21.05.2019, 1965 m, meadow pasture; Hamsiköy-Bağışlı, 25.05.2021, 1470 m, meadow pasture, bulbous, HEG54.

29 – *Ornithogalum* L.

64 – *Ornithogalum montanum* Cirillo

Düzköy-Kayabaşı district, 12.04.2019, 1311 m, meadow pasture; Tonya-Zere plateau, 30.04.2019, 1336 m, meadow pasture; Tonya-Kadiralak plateau, 30.04.2019, 1428 m, meadow pasture; Sürmene-Ağaçbaşı peatland, 28.05.2019, 1991 m, meadow pasture; Maçka-Altındere Valley-Fırınoba plateau, 6.05.2021, 2406 m, meadow pasture, E. Mediterranean element, bulbous, HEG58.

65 – *Ornithogalum narbonense* L.

Maçka-Altındere Valley, 27.06.2016, 1539 m, stony-rocky places, Mediterranean element, bulbous, HEG60.

66 – *Ornithogalum oligophyllum* E.D.Clarke

Çaykara-Küçükyayla, 21.05.2019, 2263 m, stony-meadow pasture; Maçka-Başar, Paparza plateau, 24.06.2020, 2162 m, meadow pasture; Köprübaşı-Ağaçbaşı peatland, 28.05.2019, 199 m, meadow pasture; Çaykara-Demirkapı village, 15.05.2021, 2386 m, meadow pasture; Hamsiköy-Çamlıbel, 24.06.2020, 2018 m, forest clearings, bulbous, HEG68.

67 – *Ornithogalum orthophyllum* Ten.

Şalpazarı-Akkese village, 6.03.2019, 152 m, under hazelnut plantation; Tonya-İskenderli, 9.04.2019, 1018 m, meadow pasture; Ortahisar-Esenyurt village, 12.03.2020, 565 m, under hazelnut plantation; Yomra-Bostancı, 12.03.2020, 732 m, under hazelnut plantation; Beşikdüzü-Beşikdağı roadside, 6.03.2019, 321 m, under hazelnut plantation, bulbous, HEG56.

68 – *Ornithogalum sigmoideum* Freyn & Sint.

KTU campus, 28.03.2019, 40 m, meadow pasture; Çimenli village, 28.03.2019, 401 m, under hazelnut plantations, Euro-Sib. element, bulbous, HEG57.

69 – *Ornithogalum wiedemannii* Boiss.

Düzköy-Haçka road, 6.06.2018, 1328 m, forest clearings; Meryemana Valley-Kusal plateau, 1.07.2020, 1981 m, stony-rocky areas, bulbous, HEG61.

30 – *Polygonatum* Mill.

70 – *Polygonatum multiflorum* (L.) All.

Şalpazarı-Gökçeköy, 29.05.2019, 1484 m, forest clearings; Çayırbaşı-Kayacan district, 11.05.2021, 872 m, forest side; Of-Uğurlu Nazarlı district, 2.05.2021, 311 m, under forest;

Hamsiköy-Bağışlı, 25.05.2021, 966 m, deciduous forests; Çayırbağı-Çalköy, 30.04.2016, 1279 m, forest clearings, rhizome, HEG94.

71 – *Polygonatum verticillatum* (L.) All.

Sürmene-Hanyeri plateau, 8.06.2021, 1648 m, bush areas, Euro.-Sib. element, rhizome, HEG95.

31 – *Prospero Salisb.*

72 – *Prospero autumnale* (L.) Speta

Yomra-Kaşüstü, Murathan district, 7.10.2015, 28 m, hazelnut plantation; Ortahisar-Aktoprak-Aşağı district, 19.09.2018, 394 m, meadow pasture; Beştaş village, 20.08.2020, 360 m, stony places, Mediterranean element, bulbous, HEG122.

32 – *Ruscus L.*

73 – *Ruscus aculeatus* L.

Maçka-Mataracı, 24.01.2019, 225 m, deciduous forest; Maçka-İsgoby village, 11.03.2019, 556 m, bush place; Beşikdüzü-Beşikdağı, 6.03.2019, 173 m, under forest; Maçka-Esroğlu, 24.01.2019, 192 m, under forest; Akçaabat-Tütüncüler village, 10.03.2020, 52 m, under forest, rhizome, HEG63.

74 – *Ruscus colchicus* Yeo

Arsin-Çardaklı village, 10.05.2016, 711 m, under hazelnut plantations; Of-Yazlık village, 20.02.2019, 16 m, under forest; Maçka-Yazlık village, 1.07.2020, 438 m, under forest, Euxine element, rhizome, HEG64.

33 – *Scilla L.*

75 – *Scilla monanthos* K.Koch

Köprübaşı-Ağaçbaşı swamp, 28.05.2019, 1969 m, meadow pasture; Tonya-Zere plateau, 30.04.2019, 1336 m, meadow pasture; Düzköy-Gürgendağ, 16.05.2019, 1627 m, forest clearings; Çaykara-Balıkgöl surroundings, 15.05.2021, 2568 m; Köprübaşı-Kutlusu plateau, 28.05.2019, 2127 m, meadow pasture, Euxine element, bulbous, HEG90.

76 – *Scilla siberica* subsp. *armena* (Grossh.) Mordak

Tonya-Kadıralak plateau, 30.04.2019, 1418 m, meadow pasture; Altındere Valley, 23.02.2018, 1094 m, under forest; Düzköy-Kayabaşı plateau, 12.04.2019, 1676 m, meadow pasture; Mağmat Boğazı, 15.03.2019, 763 m, hazelnut plantations; Köprübaşı-Ağaçbaşı, 28.05.2019, 1984 m, meadow pasture, Irano-Turanian element, bulbous, HEG89.

EUDICOTS

RANUNCULALES

PAPAVERACEAE

34 – *Corydalis D.C.*

77 – *Corydalis caucasica* Adams ex Steud. subsp. *caucasica*

Maçka-Altındere valley, 23.02.2018, 1094 m, under forest; Çayırbağı-Çalköy, 7.04.2016, 1135 m, meadow pasture; Tonya-Zere plateau, 30.04.2019, 1345 m, forest clearing, Euxine element, tuberous, HEG72.

78 – *Corydalis conorhiza* Ledeb.

Çaykara-Balıkgöl surroundings, 3.06.2021, 2582 m, alpine meadow, Euxine element, tuberous, HEG73.

79 – *Corydalis oppositifolia* DC. subsp. *oppositifolia*

Çaykara-Küçükyayla, 21.05.2019, 2364 m, snow line, endemic, tuberous, HEG71.

BERBERIDACEAE

35 – *Epimedium L.*

80 – *Epimedium pubigerum* (DC.) C.Mooren & Decne.

Araklı-Yağmurdere, 14.05.2019, 975 m, under forest; Arsin-Karatepe district, 12.05.2021, 407 m, stony-rocky places; Maçka-Yazlık village, 15.03.2019, 633 m, bush places; Çaykara-Filak district, 13.02.2019, 1059 m, under forest; Maçka-Güney district, 15.03.2019, 449 m, bush places, Euxine element, rhizome, HEG62.

RANUNCULACEAE

36 – *Anemone L.*

81 – *Anemone blanda* Schott & Kotschy

Çaykara-Demirkapı-Küçükyayla road, 21.05.2019, 2192 m, meadow pasture; Araklı-Bahçecik village, 14.05.2019, 1636 m, meadow pasture; Maçka, 11.03.2019, 348 m, roadside; Of-Elmalı village, 20.02.2019, 171 m, under forest; Maçka-Yeşiltepe-Hıdırellez Boğazı, 15.03.2019, 712 m, hazelnut plantation, tuberous, HEG42.

82 – *Anemone narcissiflora* L.

Köprübaşı-Arpalı road, 28.05.2019, 1821 m, stony-rocky places; Sürmene-Kal plateau, 18.06.2019, 2012 m, stony places, Euro.-Sib. element, rhizome, HEG133.

37 – *Ranunculus L.*

83 – *Ranunculus ficaria* subsp. *bulbifer* Lawalrée

Akçaabat-Kavaklı district, 10.03.2020, 205 m, under hazelnut plantation; Beşikdüzü-Türkelli village, 6.03.2019, 248 m, under hazelnut plantation; Beşikdüzü-Dolanlı village, 6.03.2019, 372 m, under hazelnut plantation; Vakfıkebir-Çeşmeönü district, 2.03.2016, 55 m, under hazelnut plantation; Sürmene-Çamlıca district, 23.01.2019, 213 m, roadside, bulbous, HEG65.

CORE EUDICOTS

SAXIFRAGALES

PAEONIACEAE

38 – *Paeonia L.*

84 – *Paeonia daurica* subsp. *macrophylla* (Albov) D.Y.Hong

Köprübaşı-Arpalı village, 28.05.2019, 1656 m, under forest, tuberous, HEG134.

85 – *Paeonia arietina* G.Anderson

Hamsiköy-Zigana road, 14.05.2016, 1703 m, stony-rocky places, tuberous, HEG135.

ROSIDS

FABIDS/ROSID I

OXALIDALES

OXALIDACEAE

39 – *Oxalis L.*

86 – *Oxalis acetosella* L.

Altındere Valley-Sumela Monastery pathway sides, 23.02.2018, 1375 m, under forest; Çayırbağı-Çal village, 13.04.2017, 1092 m, under forest; Düzköy-Gürgendağ, 16.05.2019, 1395 m, stony-rocky places; Maçka-Hamsiköy, 9.05.2016, 1686 m, forest clearings; rhizome, HEG74.

ROSALES

ROSACEAE / GÜLGİLLER

40 – *Aruncus L.* / Hoşkeçisakalı

87 – *Aruncus vulgaris* Raf.

Araklı-Yağmurdere, 28.06.2018, 1320 m, roadsides; Düzköy-Hačka road, 6.06.2018, 1328 m, forest clearings; Hayrat-Büyükharman plateau, 19.07.2018, 1225 m, under forest; Sultanmurat-Hanlar district, 2.07.2018, 1839 m, roadside; Sürmene-Oylum, 8.06.2021, 784 m, under forest, rhizome, HEG115.

MALVIDS/ROSID II

BRASSICALES

BRASSICACEAE

41 – *Cardamine* L.

88 – *Cardamine bulbifera* (L.) Crantz

Çayırbağı-Çal village, 30.04.2018, 1308 m, under forest, Euro.-Sib. element, rhizome, HEG41.

89 – *Cardamine quinquefolia* (M.Bieb.) Schmalh.

Mačka-Altındere valley, 23.02.2018, 1124 m, under forest; Beşikdüzü-Kutluca village, 2.03.2016, 342 m, under forest; Tonya-İskenderli, 9.04.2019, 824 m, streamsides; Mačka-Dolaylı village, 24.02.2016, 425 m, stony places; Beşikdüzü-Oğuz district, 6.03.2019, 216 m, hazelnut plantation, rhizome, HEG40.

42 – *Pachyphragma* Rchb

90 – *Pachyphragma macrophyllum* (Hoffm.) N.Busch

Altındere Valley National Park, 23.02.2018, 1094 m, under forest; Düzköy-Gürgendağ, 16.05.2019, 1395 m, under beech forest; Çilekli village, 12.03.2020, 137 m, streamsides; Beşikdüzü-Kutluca village, 2.03.2016, 342 m, under forest; Tonya-İskenderli-Taşlı district, 9.03.2016, 77 m, under forest, rhizome, HEG86.

CARYOPHYLLALES

POLYGONACEAE

43 – *Polygonum* L.

91 – *Polygonum bistorta* subsp. *carneum* (K.Koch) Coode & Cullen

Hamsiköy-Başarköy-Çamlıbel district, 24.06.2020, 1727 m, meadow pasture; Araklı-Limonsuyu road, 28.06.2018, 2100 m, meadow pasture; Çaykara-Parma plateau, 2.07.2018, 1865 m, meadow pasture; Köprübaşı-Arpalı plateau, 11.07.2018, 2170 m, meadow pasture; Çaykara-Sultanmurat plateau,

2.07.2018, 2057 m, meadow pasture, Euxine (mountain) element, rhizome, HEG117.

ASTERIDS

ERICALES

PRIMULACEAE

44 – *Cyclamen* L.

92 – *Cyclamen coum* subsp. *caucasicum* (K.Koch) O. Schwarz
Çaykara-Uzungöl, 13.02.2019, 822 m, meadow pasture; Mačka-Altındere Valley road, 23.02.2018, 604 m, stream-sides, Mačka-Altındere Valley road sides, 11.03.2019, 1301 m, under *Picea orientalis* forest; Şalpazarı-Dorukkiriş district, 3.03.2016, 855 m, under forest; Şalpazarı-Simenli village, 3.03.2016, 1010 m, cemetery open areas, tuberous, HEG37.

93 – *Cyclamen coum* Mill. subsp. *coum*

Arsin-Çubuklu village, 18.02.2016, 40 m, hazelnut plantation; Düzköy-Çayırbağı-Gülcana district, 5.02.2019, 1109 m, hazelnut plantation; Düzköy-Çayırbağı-Doğankaya district, 5.02.2019, 1137 m, under *Picea orientalis* forest; Çaykara-Kamelaj district, 13.02.2019, 973 m, open areas; Çaykara-Uzungöl, 10.03.2016, 1155 m, roadsides, tuberous, HEG38.

94 – *Cyclamen parviflorum* Pobed.

Araklı-Bahçecik village, 14.05.2019, 1838 m, forest clearings; Mačka-Hamsiköy, 9.05.2016, 1686 m, forest clearings; Düzköy-Gürgendağ, 16.05.2019, 1627 m, under forest; Altındere Valley National Park, 23.02.2018, 1375 m, under forest; Düzköy-Gülcana district, 16.02.2018, 1117 m, stony-rocky places, endemic, tuberous, HEG39.

LAMIID/ASTERID I

BORAGINALES

BORAGINACEAE

45 – *Trachystemon* D. Don

95 – *Trachystemon orientale* (L.) D.Don

Akçaabat-Osmanbaba village, 10.03.2020, 410 m, under hazelnut plantation; Araklı-Hürriyet district, 12.05.2021, 134 m, roadsides; Arsin-Çubuklu village, 1.05.2021, 44 m, hazelnut plantation; Of-Kıyıcık district, 8.05.2021, 196 m, forest sides; Of-Saraçlı village, 2.05.2021, 262 m, under forest, Euxine element, rhizome, HEG87.



Godišnji program stručnog usavršavanja za 2026.

R. br.	Naziv teme, predavanja/seminara, mogućnost regionalnog održavanja	Izvođač
1.	Prilagodba gospodarenja šumama na klimatske promjene: koncepti i izazovi	dr. sc. Stjepan Dekanić
2.	Zakon o obnovi prirode – obveze u šumarstvu i tijekom izrade NPO (nacionalnog plana obnove)	prof. dr. sc. Ivan Martinić
3.	Natura 2000 – aktualnosti i stanje provedbe u šumarstvu RH	prof. dr. sc. Ivan Martinić
4.	Lovno gospodarenje i Natura 2000	dr. sc. Dražen Degmečić
5.	Izrada planova gospodarenja lovištima	dr. sc. Dražen Degmečić
6.	Potencijali i energetske značajke drva u kulturama kratkih ophodnji	prof. dr. sc. Željko Zečić
7.	Nedrvni šumski proizvodi – mogućnosti korištenja	prof. dr. sc. Željko Zečić
8.	Certifikacija održivosti proizvodnje šumske biomase prema zahtjevima Direktive (EU) 2018/2001	dr. sc. Zlatko Benković, HŠ
9.	Primjena suvremenih tehnologija u planiranju i projektiranju šumskih prometnica	dr. sc. David Janeš, D. Bičanić, HŠ
10.	Gospodarenje tartufima i odnosi sa šumarstvom	prof. dr. sc. Ivica Tikvić, FŠDT
11.	Tehnike rada i mjere sigurnosti pri radu na stablima u urbanim sredinama	izv. prof. dr. sc. Matija Landekić, FŠDT
12.	Perspektiva unapređenja nacionalnog sustava sigurnosti pri radu kroz rezultate ForSaf2024 znanstvenog projekta	izv. prof. dr. sc. Matija Landekić, FŠDT
13.	Prilagodba planiranja i korištenja šumske infrastrukture u uvjetima naglašene općekorisne funkcije šuma	izv. prof. dr. sc. Kruno Lepoglavec
14.	Uvod u norme i normizaciju u drvnoj industriji (kako pristupiti, koristiti i snalaziti se u normama)	doc. dr. sc. Miljenko Klarić, FŠDT
15.	Određivanje i procjenjivanje sadržaja vode u drvu (gravimetrijska, elektrootporna i kapacitativna metoda)	doc. dr. sc. Miljenko Klarić, FŠDT
16.	Interreg projekt SCAN-DANUBE: Strategije za očuvanje populacija šumskog jasena (<i>Fraxinus angustifolia</i>) u dunavskom slivu	prof. dr. sc. Danko Diminić
17.	Sastojine poljskog jasena u području retencija	Samir Glavaš, HŠ
18.	Osutost krošanja kao kriterij sanitarne doznake stabala	prof. dr. sc. Damir Ugarković
19.	Osutost krošanja i debljinski prirast oštećenih stabala prilikom privlačenja drva	prof. dr. sc. Damir Ugarković
20.	Imovinsko-pravni odnosi u šumarstvu, izdvajanje iz ŠGOP, bespravno krčenje šuma	Javorko Bebek, dipl.iur.
21.	Akutno odumiranje hrastova - nova kompleksna bolest hrastova	dr. sc. Milan Pernek, HŠI
22.	Količina i kvaliteta šumskog sjemena u praksi šumarske operative -pregled stanja	dr. sc. Anđelina Gavranović Markić, HŠI
23.	Interakcije gljiva i kukaca u šumskim ekosustavima od simbioze do patogeneze	dr. sc. Marta Kovač, HŠI
24.	Oofostomatoidne gljive povezane s potkornjacima kao uzročnici sušenja borova u Dalmaciji	dr. sc. Marta Kovač, HŠI
25.	Mikropropagacija šumskog drveća u kontekstu klimatskih promjena i očuvanja genetskih resursa	dr. sc. Sanja Bogunović, HŠI
26.	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
27.	Problematika uređivanja šuma s osvrtnom na izradu, odobravanje i provedbu ŠGP i problematiku uređivanja šuma šumoposjednika	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 teh.

Međuklonska diferencijacija morfologije žirova hrasta kitnjaka (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) u klonskoj sjemenskoj plantaži Novoselci

Interclonal Differentiation in Acorn Morphology of Sessile Oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) in the Novoselci Clonal Seed Orchard

Ivan Pilaš¹, Saša Bogdan^{2*}, Vladimir Novotny¹, Matej Begić³, Mladen Ivanković¹

¹ Hrvatski šumarski institut, Jastrebarsko

² Sveučilište u Zagrebu Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Zagreb

³ Hrvatske šume d.o.o. Zagreb, UŠP Požega

* Dopisni autor: Saša Bogdan, e-mail: sbogdan@sumfak.unizg.hr

SAŽETAK

Morfološka svojstva sjemena imaju važnu ulogu u ranoj fazi razvoja šumskog drveća te mogu reflektirati genetsku strukturu i reproduktivnu dinamiku populacija. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi razinu međuklonske varijabilnosti dimenzija žira hrasta kitnjaka (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) u klonskoj sjemenskoj plantaži Novoselci te ispitati povezanost morfoloških svojstava s geografskim i stanišnim podrijetlom klonova. Analizirano je 4800 žirova sakupljenih od 48 klonova (po jedna rameta po klonu). Mjerene su duljina i širina žira, a podaci su obrađeni analizom varijance, procjenom intraklasnog koeficijenta korelacije (ICC), regresijskim modelima te analizom glavnih sastavnica (PCA). Rezultati su pokazali statistički značajne razlike među klonovima u duljini i širini žira. Procijenjeni ICC iznosio je 0,54 za duljinu i 0,62 za širinu žira, što upućuje na izraženu međuklonsku diferencijaciju veličine plodova. Raspored klonova u PCA prostoru pokazao je kontinuirani morfološki gradijent bez izdvojenih skupina, što upućuje na odsutnost jasne morfološke diferencijacije unutar plantaže. Nije utvrđena značajna povezanost dimenzija žira s geografskim koordinatama, nadmorskom visinom, ni stanišnim tipom podrijetla klonova. Dobiveni rezultati upućuju na to da je u homogenim uvjetima sjemenske plantaže morfološka struktura žira primarno određena unutarpopulacijskom varijabilnošću klonova i reproduktivnom dinamikom, dok signal izvornog podrijetla nije detektiran. Rezultati doprinose razumijevanju fenotipske varijabilnosti sjemena u klonskim plantažama te imaju implikacije za procjenu genetske strukture i kvalitete proizvedenog reproduktivnog materijala.

Ključne riječi:

varijabilnost veličine sjemena, majčinski efekti, mikrookolišne varijacije, reproduktivna dinamika, interakcije podloge s plomkom

DOI:

<https://doi.org/10.31298/sl.150.5-6.5>

Kako citirati / How to Cite:

Pilaš, I. i dr., 2026: Međuklonska diferencijacija morfologije žirova hrasta kitnjaka (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) u klonskoj sjemenskoj plantaži Novoselci. Šumarski list 150 (5–6): 243–252. <https://doi.org/10.31298/sl.150.5-6.5>



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

UVOD

INTRODUCTION

Hrast kitnjak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl., Fagaceae) jedna je od ekološki i gospodarski najvažnijih vrsta u europskim šumama. Rasprostranjen je u širokom klimatskom rasponu, od atlantskih do kontinentalnih i submediteranskih područja, pri čemu pokazuje izraženu populacijsku diferencijaciju za kvantitativna fenotipska svojstva (Ducousso i dr. 1993, Mátyás 2021). U prirodnim populacijama morfološka i fenološka svojstva često su povezana s bioklimatskim parametrima, pri čemu selekcijski pritisci i migracije gena oblikuju prostorne obrasce varijabilnosti ove vrste (Savolainen i dr. 2007, Caignard i dr. 2021).

Reproduktivna svojstva, uključujući morfologiju sjemena, predstavljaju integrirani fenotipski odgovor genotipa i okoliša. Masa i dimenzije žira mogu biti pod utjecajem genetskih čimbenika, ali i majčinskih učinaka te okolišnih uvjeta tijekom razvoja ploda (Galloway 2005, González-Rodríguez i dr. 2011). Veličina žira povezana je s alokacijom resursa odnosno količinom pohranjenih rezervi, uspjehom klijanja, početnim rastom pomlatka i sposobnošću preživljenja u različitim okolišnim uvjetima (Harper i dr. 1970, Moles i Westoby 2004). Morfologija žira pokazuje znatnu fenotipsku varijabilnost među populacijama i genotipovima (Amimi i dr. 2020, Hodžić i dr. 2025). Evolucijska i ekološka važnost veličine sjemena dokumentirana je u brojnim studijama koje pokazuju da se varijacija u tom svojstvu odražava na regeneraciju, disperziju i kompeticiju biljaka (Moles i dr. 2005). U prirodnim populacijama hrasta kitnjaka utvrđene su razlike u dimenzijama žira povezane s klimatskim i stanišnim čimbenicima, što upućuje na okolišno strukturiranu diferencijaciju reproduktivnih svojstava (Hodžić i dr. 2025). Međutim, doprinos genetske diferencijacije i okolišne varijabilnosti u oblikovanju morfologije ploda i dalje ostaje nedovoljno razjašnjen.

U uvjetima klimatskih promjena i sve izraženijih poremećaja u strukturi i vitalitetu europskih šuma, uključujući porast mortaliteta stabala i destabilizaciju sastojina (Allen i dr. 2010, Senf i dr. 2018), raste važnost kvalitete i genetske strukture šumskog reprodukcijskog materijala. Klonske sjemenske plantaže (KSP) predstavljaju jedan od najvažnijih alata za proizvodnju genetski kvalitetnog sjemena (White i dr. 2007). One čine specifičan reproduktivni sustav u kojemu su genotipovi različitog podrijetla izloženi homogenim okolišnim uvjetima, što omogućuje razdvajanje genetskih i okolišnih komponenti fenotipske varijabilnosti. U takvom kontekstu, fenotipska raznolikost morfologije plodova primarno je određena genotipskom diferencijacijom, dok signal izvornog podrijetla može biti reduciran ili maskiran. Uz to, neravnoteža reproduktivnog doprinosa među klonovima (Kang i dr. 2003, 2010), varijabilnost očinskog (polenskog) doprinosa (Chybicki i Burczyk 2013, Lagache i dr. 2014) te interakcije plemke i podloge kod cijepljenih jedinki (Koepeke i Dhingra 2013, Habibi i dr. 2022) mogu dodatno strukturirati fenotipsku varijabilnost plodova. Osim toga, morfološka diferencijacija žira unutar KSP može odražavati majčinske učinke i mikrolokacijske uvjete, što dodatno komplicira interpretaciju uzroka uočenih obrazaca.

Unatoč velikoj gospodarskoj važnosti hrasta kitnjaka, podaci o diferencijaciji dimenzija žira u klonskim sjemenskim plantažama te o mogućoj povezanosti tih svojstava s

geografskim i stanišnim porijeklom klonova još su uvijek ograničeni. Razumijevanje strukture varijabilnosti i izvora diferencijacije ključno je za procjenu genetske strukture sjemena i dugoročnu održivost reprodukcijskog materijala.

Cilj ovog istraživanja bio je analizirati morfološku varijabilnost žira hrasta kitnjaka u klonskoj sjemenskoj plantaži hrasta kitnjaka te ispitati u kojoj je mjeri ta varijabilnost povezana s geografskim i stanišnim porijeklom klonova. Konkretno, testirali smo:

- (i) međuklonsku diferencijaciju u duljini i širini žira,
- (ii) relativni doprinos klonske i unutarklonske komponente varijance te
- (iii) povezanost morfoloških svojstava žira s geografskim i stanišnim porijeklom klonova.

MATERIJAL I METODE

MATERIAL AND METHODS

Klonska sjemenska plantaža hrasta kitnjaka Novoselci

Sessile Oak Clonal Seed Orchard in Novoselci

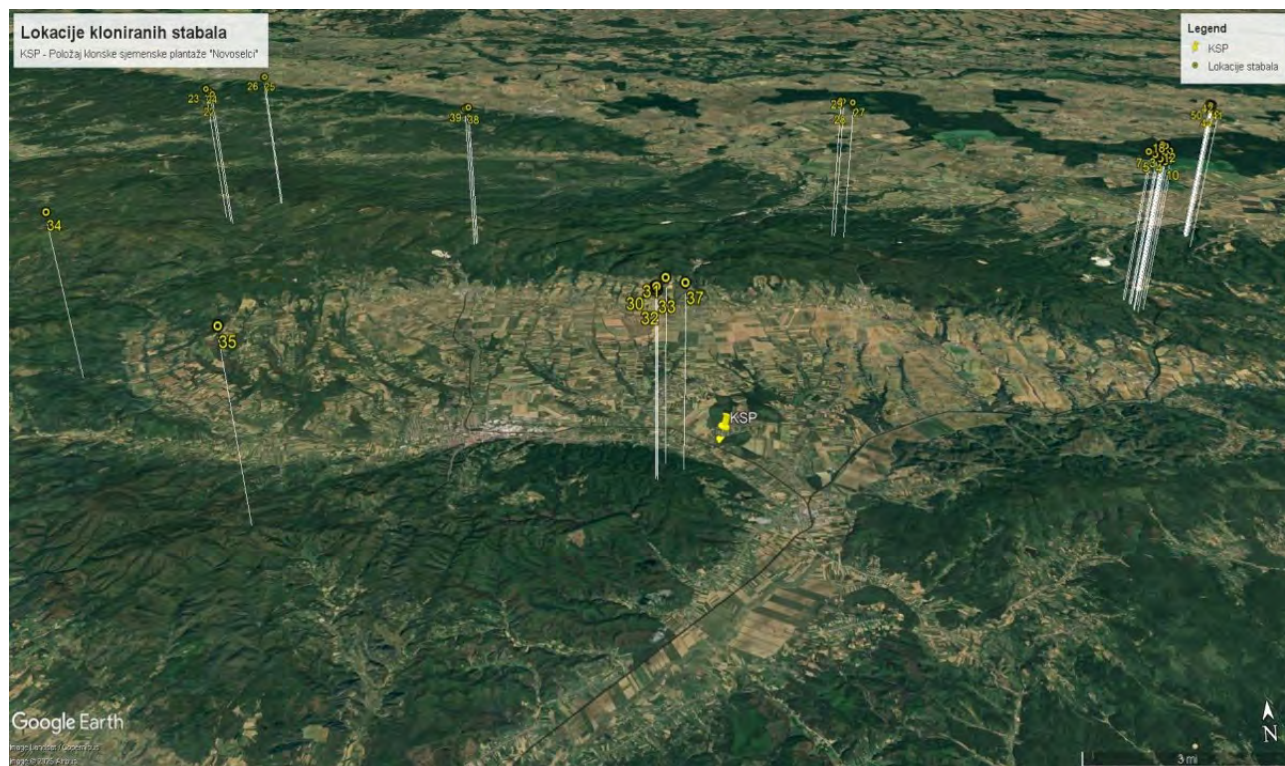
KSP Novoselci (Slika 1) smještena je u južnom dijelu Požeške kotline, oko 6 km sjeverozapadno od Pleternice, na nadmorskoj visini od oko 150 m. Koordinate lokaliteta su 45.333° N i 17.786° E. Kako bi se minimiziralo neželjeno oprašivanje stabala, plantaža je podignuta izvan područja sastojina hrasta kitnjaka, na području prirodne rasprostranjenosti šume hrasta lužnjaka (*Carpino betuli* – *Quercetum roboris*) gdje dominira ravničarski pseudoglej ili lesivirano tlo.



Slika 1. Satelitska snimka klonske sjemenske plantaže hrasta kitnjaka Novoselci.
Figure 1 Satellite photograph of the Novoselci sessile oak clonal seed orchard.

KSP je osnovana vegetativnim umnažanjem 52 selektiranih plus stabala različitog geografskog i stanišnog porijekla (Slika 2). Svaki klon zastupljen je s više rameta (5 – 30) slučajno raspoređenih unutar plantaže. Prema šumsko-gospodarskoj razdiobi Hrvatskih šuma, selektirana plus stabla

(izvorne ortete) hrasta kitnjaka nalaze se na području sedam šumarija (Čaglin, Kamenska, Kutjevo, Pleternica, Požega, Velika i Našice) odnosno dviju Uprava šuma područnica (Požega i Našice), na širem području Slavonskog gorja (Psunj, Papuk, Krndija, Dilj i Požeška gora).



Slika 2. Lokacije uzorkovanih orteta (izvornih plus stabala) hrasta kitnjaka na slavonskom gorju i položaj klonske sjemenske plantaže Novoselci.

Figure 2 Locations of sampled ortets (original plus trees) of sessile oak in the Slavonian mountains and the position of the Novoselci clonal seed orchard.

Izmjere morfoloških svojstava

Morphological Measurements

Žirovi su u KSP prikupljeni u jesen 2024. godine od 48 klonova koji su te godine obilno plodonosili (puni urod). S po jedne ramete svakog klona prikupljeno je od 1,5 do 2 kg zrelih vizualno neoštećenih žirova od kojih je slučajnim uzorkom analizirano 100 kom. Radi procjene unutarklonske varijabilnosti, kod četiri klona uzorkovane su po dvije ramete. S druge ramete svakog od ta četiri klona također je analizirano 100 žirova. Ukupno je analizirano 4800 žirova iz glavnog uzorka (48 klonova $\times$ 100 žirova) te dodatnih 400 žirova prikupljenih s drugih rameta četiri klona, koji su korišteni za procjenu unutarklonske (rametne) komponente varijabilnosti. Svi žirovi označeni su prema klonu i rameti te su pojedinačno izmjereni.

Na svakom žiru izmjerene su duljina (mm) i širina (mm). Mjerenja su provedena digitalnim pomičnim mjerilom s preciznošću od 0,1 mm. Duljina je definirana kao najveća longitudinalna dimenzija žira, a širina kao najveća transverzalna dimenzija.

Geografski i stanišni podaci

Geographical and Habitat Type Data

Geografsko porijeklo (koordinate) izvornih orteta te njihova pripadnost stanišnom tipu preuzeti su iz prostornog prikaza šumskih ekosustava Hrvatske (Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Hrvatski šumarski institut 2007). Koordinate su transformirane u geografski sustav (WGS84), a nadmorska

visina određena je na temelju digitalnog modela reljefa. Klonovi su svrstani u tri stanišne kategorije prema Pravilniku o popisu stanišnih tipova (NN 27/2021). To su: E.3.1.5. – šuma hrasta kitnjaka i običnog graba, E.3.2.4. – šuma hrasta kitnjaka s brdskom vlasuljom i E.4.1.2. – šuma bukve s dugolisnom naglavicom. Prvom stanišnom tipu pripadalo je 11, drugom 31, a trećem šest izvornih orteta (plus stabala).

Statistička obrada podataka

Statistical Analysis

Sve analize provedene su u programskom okruženju R (R Core Team, verzija 4.5.1). Razina statističke značajnosti postavljena je na $\alpha = 0,05$. Korišteni su paketi *stats*, *lme4*, *vegan*, *effects* i *ggplot2*.

Za duljinu i širinu žira izračunate su aritmetička sredina, standardna devijacija i raspon na temelju svih 4800 izmjerenih žirova. Klonske sredine izračunate su iz 100 žirova po klonu.

Razlike među klonovima testirane su jednofaktorskom analizom varijance (ANOVA), pri čemu je klon tretiran kao fiksni faktor. Iz ANOVA tablice izdvojeni su srednji kvadrati između i unutar klonova, na temelju kojih je izračunat intraklasni koeficijent korelacije (ICC) kao procjena udjela ukupne fenotipske varijabilnosti koji se može pripisati razlikama među klonovima.

Za podskup od četiri klona zastupljena s dvije ramete primijenjeni su linearni mješoviti modeli procijenjeni metodom ograničene maksimalne vjerojatnosti (REML) u paketu *lme4*. Klon i rameta unutar klona tretirani su kao slučajni čimbenici. Iz

modela su izdvojene varijancijske komponente radi kvantifikacije relativnog doprinosa klona, ramete i rezidualne varijance. Analiza glavnih sastavnica (PCA) provedena je na standardiziranim klonskim sredinama duljine i širine žira primjenom funkcije *prcomp*. Varijable su prethodno centrirane i skalirane. Prva glavna sastavnica (PC1) interpretirana je kao os ukupne veličine, dok je druga sastavnica (PC2) korištena kao kvantitativni pokazatelj oblika žira.

Utjecaji geografske širine, geografske dužine i nadmorske visine na klonske sredine za duljinu i širinu žira ispitani su linearnim regresijskim modelima. Najprije su procijenjeni jednostavni modeli za svaki prediktor zasebno, a zatim višestruki modeli koji su uključivali sve tri geografske varijable istodobno. Za svaki model izračunati su regresijski koeficijenti, standardne pogreške, p-vrijednosti, koeficijent determinacije (R^2) i prilagođeni R^2 .

Klonovi su svrstani u tri stanišna tipa. Razlike u klonalnim sredinama duljine, širine i vrijednostima PC2 među stanišnim tipovima testirane su jednofaktorskom analizom varijance. Veličina efekta procijenjena je eta-kvadratom (η^2), koji predstavlja udio ukupne varijance objašnjen stanišnim tipom.

REZULTATI

RESULTS

Deskriptivna statistika

Descriptive Statistics

Srednja klonska vrijednost duljine žira kretala se od 19,0 do 30,5 mm, a širine od 10,5 do 16,5 mm (Tablica 1). Klonske sredine pokazivale su kontinuirani raspon vrijednosti bez jasnog grupiranja.

Tablica 1. Deskriptivni parametri i analiza varijance dimenzija žira po klonovima.
Table 1 Descriptive statistics and analysis of variance (ANOVA) of acorn size traits by clone.

Svojstvo <i>Trait</i>	Aritm. sredina $\pm$ s.d. (mm) <i>Mean $\pm$ st. dev. (mm)</i>	Raspon klonskih sredina (mm) <i>Range of clonal means (mm)</i>	MS_između <i>MS_between</i>	MS_unutar <i>MS_within</i>	ICC
Duljina žira <i>Acorn length</i>	24,16 $\pm$ 3,48	19,0–30,5	667,20	5,60	0,542
Širina žira <i>Acorn width</i>	13,23 $\pm$ 1,76	10,5–16,5	196,44	1,18	0,623

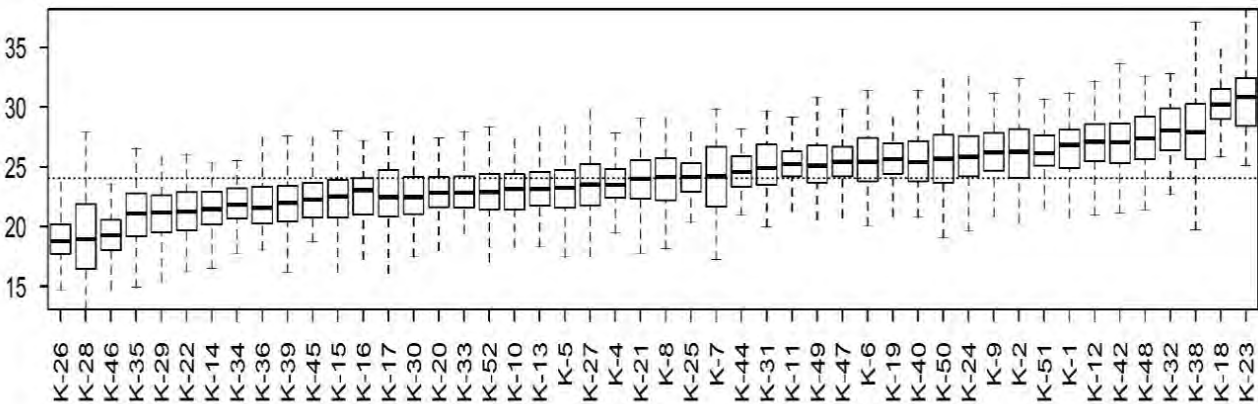
Aritmetička sredina $\pm$ standardna devijacija (s.d.) izračunata je na temelju 4800 žirova. Raspon klonskih sredina predstavlja minimalne i maksimalne srednje vrijednosti među 48 klonova. Srednji kvadrat među klonovima (MS_između) i unutar klonova (MS_unutar) dobiveni su jednofaktorskom analizom varijance (ANOVA). ICC (intraklasni koeficijent korelacije) predstavlja udio ukupne fenotipske varijabilnosti koji se može pripisati razlikama među klonovima. The arithmetic mean $\pm$ standard deviation (st. dev.) was calculated based on 4,800 acorns. The range of clonal means represents the minimum and maximum mean values among the 48 clones. The mean square between clones (MS_between) and within clones (MS_within) were obtained using one-way analysis of variance (ANOVA). The intraclass correlation coefficient (ICC) represents the proportion of total phenotypic variance attributable to differences among clones.

Međuklonska diferencijacija

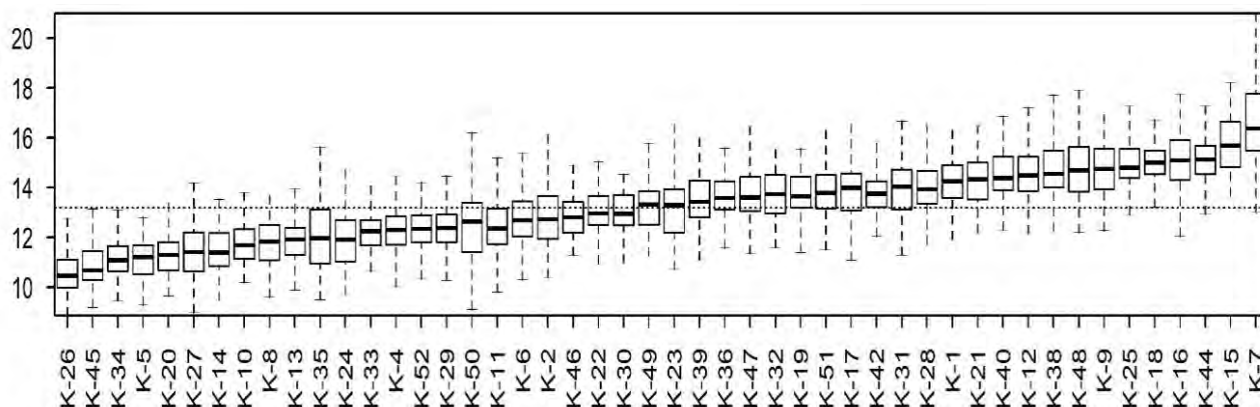
Interclonal Differentiation

Jednofaktorska analiza varijance potvrdila je statistički značajne razlike među klonovima za duljinu ($F = 119,1$; $p < 0,001$) i širinu žira ($F = 166,3$; $p < 0,001$). Intraklasni koeficijent

korelacije iznosio je 0,54 za duljinu i 0,62 za širinu, što znači da je 54 % odnosno 62 % ukupne fenotipske varijabilnosti povezano s razlikama među klonovima (Tablica 1). Box-plot prikazi (Slika 3 i Slika 4) potvrđuju izraženu međuklonsku diferencijaciju uz kontinuirani raspored vrijednosti.



Slika 3. Distribucija duljine žira (mm) po klonovima.
Figure 3 Distribution of acorn length (mm) by clone.



Slika 4. Distribucija širine žira (mm) po klonovima.

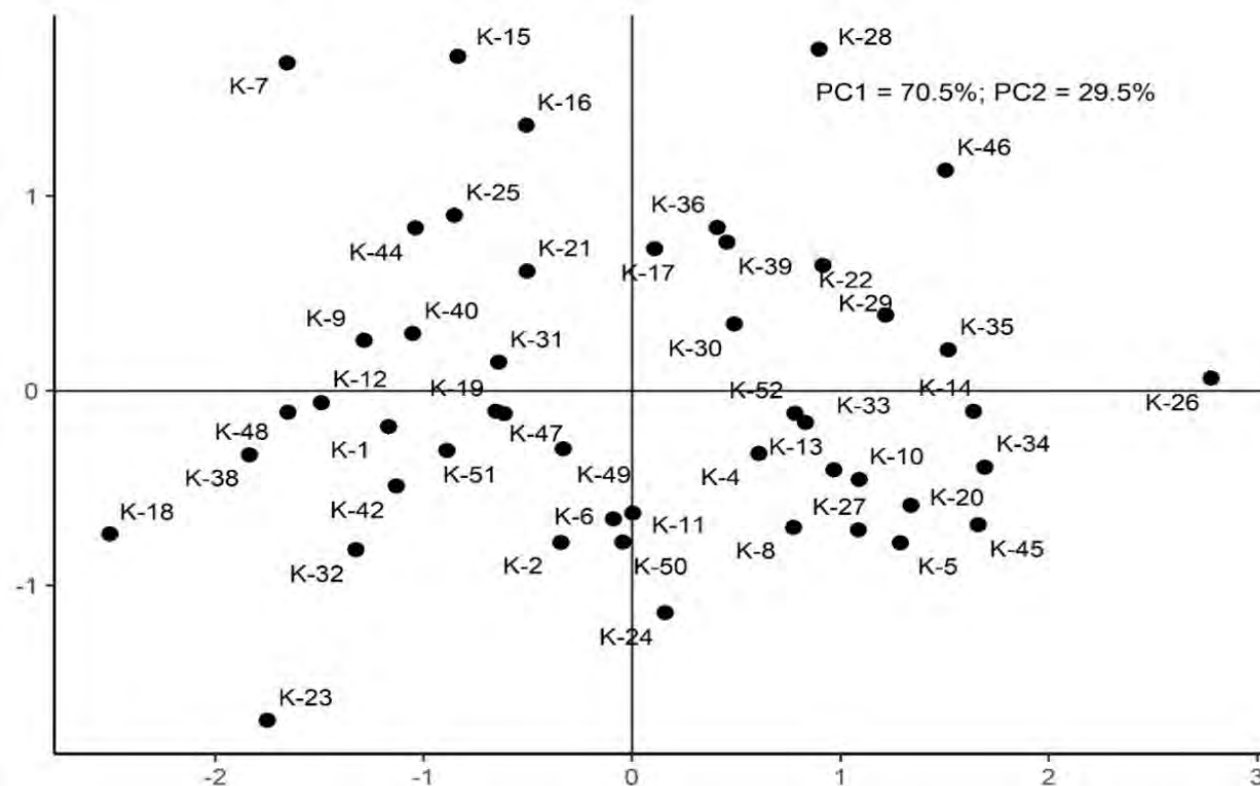
Figure 4 Distribution of acorn width (mm) by clone.

Multivarijatna struktura

Multivariate Structure

Analiza glavnih sastavnica pokazala je da prva sastavnica (PC1) objašnjava 70,5 % ukupne varijance, dok druga sastavnica (PC2) objašnjava 29,5 %. PC1 odražava ukupnu

veličinu žira, budući da duljina i širina imaju istosmjerna opterećenja, dok PC2 diferencira klonove prema obliku (odnos duljine i širine). Raspored klonova u PCA prostoru pokazuje kontinuirani morfološki gradijent bez izdvojenih skupina (Slika 5).



Slika 5. PCA analiza morfoloških svojstava žira hrasta kitnjaka na razini klonova.

Figure 5 PCA of acorn morphological traits of sessile oak at the clonal level.

Geografski i visinski modeli

Geographical and Altitudinal Models

Jednostavni linearni modeli pokazali su slab negativan trend između nadmorske visine i duljine žira ($\beta = -0,0046$ mm m⁻¹; $p = 0,102$; $R^2 = 0,057$), no taj odnos nije bio statistički značajan (Tablica 2). Geografska širina i dužina nisu pokazale značajan utjecaj na duljinu žira ($p > 0,4$). Višestruki

model koji je uključivao sve tri geografske varijable imao je nizak koeficijent determinacije ($R^2 = 0,078$; prilagođeni $R^2 = 0,015$). Za širinu žira nisu utvrđene statistički značajne povezanosti niti s jednom analiziranom geografskom varijablom (Tablica 3). Koeficijenti determinacije bili su vrlo niski ($R^2 \leq 0,015$), a višestruki model pokazao je negativnu vrijednost prilagođenog R^2 .

Tablica 2. Rezultati linearnih regresijskih modela koji ispituju utjecaj nadmorske visine, geografske dužine i širine na klonalne sredine duljine žira.
Table 2 Results of linear regression models examining the effects of elevation, longitude, and latitude on clonal mean acorn length.

Model <i>Model</i>	Prediktor <i>Predictor</i>	β	SE	p	R ²	Adj. R ²
Jednostavni <i>Simple</i>	Nadmorska visina <i>Altitude</i>	-0,005	0,003	0,102	0,057	0,036
Jednostavni <i>Simple</i>	Geografska dužina <i>Longitude</i>	1,449	1,781	0,420	0,014	-0,007
Jednostavni <i>Simple</i>	Geografska širina <i>Latitude</i>	1,982	5,874	0,737	0,002	-0,019
Višestruki <i>Multiple</i>	Geografska dužina <i>Longitude</i>	-1,629	2,573	0,530	0,078	0,015
	Geografska širina <i>Latitude</i>	5,109	6,004	0,399	0,078	0,015
	Nadmorska visina <i>Altitude</i>	-0,007	0,004	0,097	0,078	0,015

β – regresijski koeficijent; SE – standardna pogreška; p – vjerojatnost; R² – koeficijent determinacije; Adj. R² – prilagođeni koeficijent determinacije
 β – regression coefficient; SE – standard error; p – probability; R² – coefficient of determination; Adj. R² – adjusted coefficient of determination

Tablica 3. Rezultati linearnih regresijskih modela koji ispituju utjecaj nadmorske visine, geografske dužine i širine na klonalne sredine širine žira.
Table 3 Results of linear regression models examining the effects of elevation, longitude, and latitude on clonal mean acorn width.

Model <i>Model</i>	Prediktor <i>Predictor</i>	β	SE	p	R ²	Adj. R ²
Jednostavni <i>Simple</i>	Nadmorska visina <i>Altitude</i>	-0,001	0,002	0,736	0,002	-0,019
Jednostavni <i>Simple</i>	Geografska dužina <i>Longitude</i>	0,660	0,969	0,499	0,010	-0,012
Jednostavni <i>Simple</i>	Geografska širina <i>Latitude</i>	1,181	3,187	0,713	0,003	-0,019
Višestruki <i>Multiple</i>	Geografska dužina <i>Longitude</i>	0,823	1,444	0,571	0,015	-0,053
	Geografska širina <i>Latitude</i>	1,339	3,369	0,693	0,015	-0,053
	Nadmorska visina <i>Altitude</i>	0,000	0,002	0,912	0,015	-0,053

β – regresijski koeficijent; SE – standardna pogreška; p – vjerojatnost; R² – koeficijent determinacije; Adj. R² – prilagođeni koeficijent determinacije
 β – regression coefficient; SE – standard error; p – probability; R² – coefficient of determination; Adj. R² – adjusted coefficient of determination

Stanišno porijeklo

Origin by Habitat Type

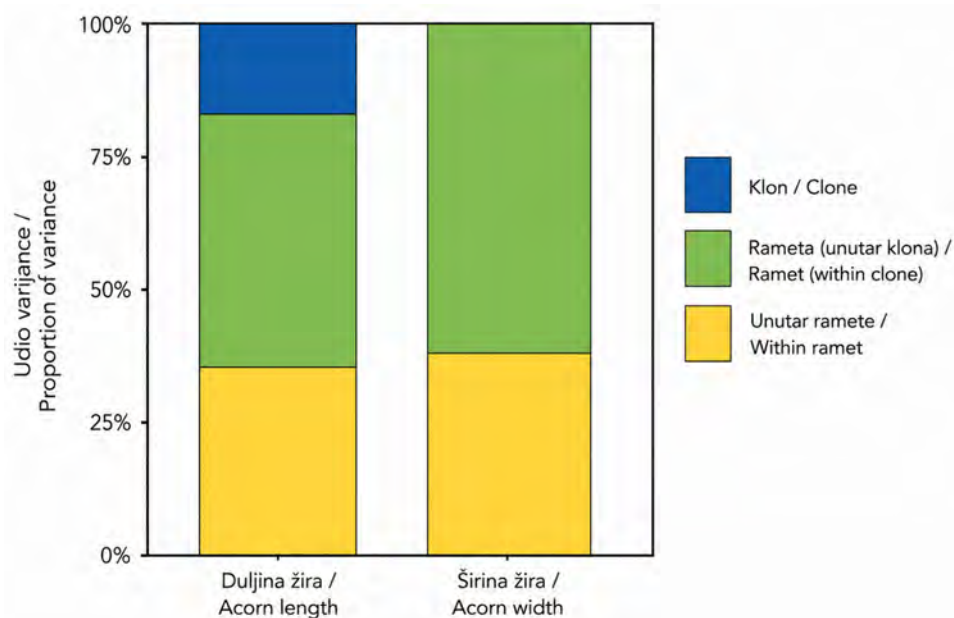
Klonovi potječu iz triju stanišnih tipova (E.3.1.5. – šuma hrasta kitnjaka i običnog graba, E.3.2.4. – šuma hrasta kitnjaka s brdskom vlasuljom i E.4.1.2. – šuma bukve s dugolisnom naglavicom). Jednofaktorska analiza varijance nije pokazala statistički značajne razlike među stanišnim tipovima za duljinu žira ($F_{2,45} = 0,118$; $p = 0,889$; $\eta^2 = 0,005$) niti za širinu žira ($F_{2,45} = 0,545$; $p = 0,584$; $\eta^2 = 0,024$). Udio varijance koji se može pripisati stanišnom tipu bio je zanemariv.

Analiza varijance vrijednosti PC2 (indikator oblika žira) također nije pokazala statistički značajne razlike među stanišnim tipovima ($F_{2,45} = 0,971$; $p = 0,387$; $\eta^2 = 0,041$). Udio varijance objašnjen stanišnim tipom bio je nizak (4,1 %).

Analiza varijancijskih komponenti u podskupu klonova

Variance Component Analysis in a Subset of Clones

U podskupu od četiri klona zastupljena s dvije ramete procijenjene su varijancijske komponente pomoću mješovitih modela (Slika 6). Za duljinu žira najveći udio ukupne varijance odnosio se na unutarklonsku komponentu (≈ 47 %), dok je međuklonska komponenta činila približno 18 %, a rezidualna varijanca 35 %. Za širinu žira klonska komponenta nije bila detektabilna u ovom podskupu, dok je unutarklonska komponenta činila približno 62 % ukupne varijance. Ovi rezultati ukazuju da unutarklonski i mikrolokacijski čimbenici mogu imati značajan doprinos fenotipskoj varijabilnosti žira, premda je analiza provedena na ograničenom i neuravnoteženom uzorku.



Slika 6. Udjeli varijancijskih komponenti izračunati iz podskupa podataka od četiri klona kojima su sakupljeni žirovi s po dvije ramete.

Figure 6 Proportions of variance components calculated from a data subset of four clones, each represented by acorns collected from two ramets.

RASPRAVA

DISCUSSION

Međuklonska diferencijacija fenotipske varijabilnosti

Interclonal Differentiation of Phenotypic Variability

Rezultati pokazuju izrazitu međuklonsku diferencijaciju u dimenzijama žira hrasta kitnjaka u KSP Novoselci. Intraklasni koeficijent korelacije ($ICC \approx 0,54$ za duljinu i $\approx 0,62$ za širinu) upućuje na to da se više od polovice ukupne fenotipske varijance može pripisati razlikama među klonovima. U uvjetima zajedničkog, relativno homogenog okoliša takva razina diferencijacije upućuje na postojanje genotipske komponente varijabilnosti.

Kod hrasta kitnjaka svojstva povezana s reprodukcijom i alokacijom resursa pokazala su značajnu genetsku uvjetovanost, odnosno visoku nasljednost (Caignard i dr. 2019). Iako u ovom istraživanju nasljednost nije izravno procjenjivana, dobiveni obrasci upućuju na to da su reproduktivne osobine, uključujući morfologiju sjemena, pod snažnim utjecajem genotipskih razlika.

Dimenzije sjemena imaju jasno funkcionalno značenje. Klasični radovi o ekologiji sjemena pokazuju da veće sjeme sadrži veće količine pohranjenih rezervi, što može povećati uspjeh klijanja i kompetitivnu sposobnost mladih biljaka u ranim fazama razvoja (Harper i dr. 1970, Leishman i dr. 2000, Moles i Westoby 2004). Kod hrastova je pokazano da veličina žira može utjecati na rani rast i preživljenje klijanaca, premda je učinak često kratkoročan i ovisan o okolišnim uvjetima (Pérez-Ramos i dr. 2010). Stoga izražena međuklonska diferencijacija u veličini žira može imati praktične i adaptivne implikacije, osobito u kontekstu proizvodnje reproduktivnog materijala i potencijalne otpornosti potomstva na stresne uvjete.

Izostanak signala geografsko-stanišnog podrijetla

Absence of Geographic and Habitat Type Origin Signals

Za razliku od izražene međuklonske diferencijacije, nije utvrđena statistički značajna povezanost dimenzija niti oblika žira s geografskim položajem, nadmorskom visinom ni stanišnim tipom podrijetla orteta (izvornih plus stabala u prirodnom staništu). Ovaj nalaz je u kontrastu s istraživanjima prirodnih populacija hrasta kitnjaka, koja su pokazala da se morfološke osobine mogu strukturirati duž bioklimatskih gradijenata (Hodžić i dr. 2025). U široko rasprostranjenim populacijama hrastova adaptivna diferencijacija potvrđena je i u analizama pokusa provenijencija, gdje su geografski strukturirane razlike u reproduktivnim i fenološkim svojstvima zadržane i u homogenim okolišnim uvjetima (Caignard i dr. 2021, Sáenz-Romero i dr. 2017). Međutim, kod šumskih vrsta s izraženim migracijama gena, lokalna adaptacija može biti ograničena ili slabije izražena za određena kvantitativna svojstva (Savolainen i dr. 2007). Kod hrastova su dokumentirane snažne migracije gena na velikim udaljenostima putem peludi (Dow i Ashley 1998, Streiff i dr. 1999), što dodatno može homogenizirati genetsku strukturu populacija i ublažiti geografske gradijente u fenotipu.

Izostanak stanišnog otiska u plantažnim uvjetima može se objasniti homogenizirajućim učinkom zajedničkog okoliša. U uvjetima relativno homogenog okoliša fenotipska ekspresija lokalnih adaptivnih razlika može biti prikrivena, osobito ako su okolišni uvjeti različiti od onih koji su oblikovali selekcijske pritiske u izvornim staništima (Savolainen i dr. 2007). U takvom kontekstu genotipske razlike među klonovima ostaju detektabilne, dok se signal podrijetla gubi. Dodatno, treba uzeti u obzir da su stanišni tipovi u ovom istraživanju vrlo nebalansirano zastupljeni, što je također moglo doprinijeti prikrivanju potencijalnih morfoloških razlika među staništima.

Mogući efekti reproduktivne dinamike i interakcije podloge s plemkom

Potential Effects of Reproductive Dynamics and Rootstock-Scion Interactions

KSP karakterizira specifična reproduktivna dinamika. Brojna istraživanja pokazala su da među klonovima može postojati izražena neravnoteža u reproduktivnom doprinosu (Kang i dr. 2003, Kang i dr. 2010, Chybicki i Burczyk 2013, Lagache i dr. 2014), vrlo često uslijed fenološke asinkronije (Franjić i dr. 2011, Alexander i Woeste 2016). Takva reproduktivna struktura može utjecati i na fenotipsku varijabilnost plodova.

Nadalje, budući da su ramete nastale cijepljenjem, unutar-klonska varijabilnost može biti rezultat interakcija plemke i podloge. Kod drvenastih vrsta dokumentirano je da podloga može utjecati na rast, fenologiju i reproduktivna svojstva plemke putem promjena u hidrauličkoj provodljivosti, hormonskoj signalizaciji i alokaciji asimilata (Koepke i Dhingra 2013, Habibi i dr. 2022, Pâques 2025). Bačurin i dr. (2026) pokazali su da različite podloge mogu značajno utjecati na unutarklonsku varijabilnost fenologije kod hrasta lužnjaka. U tom kontekstu ramete istog genotipa ne moraju predstavljati fenotipski identične jedinice. Interakcija podloga × plemka × okoliš može generirati dodatnu varijabilnost, što je u skladu s opaženim varijancijskim komponentama na razini ramete unutar klona.

Mogući majčinski i okolišni efekti

Potential Maternal and Environmental Effects

Veličina i morfologija sjemena ne ovise isključivo o genotipu, već su pod snažnim utjecajem majčinskih i okolišnih čimbenika tijekom razvoja ploda. Majčinski efekti na masu i kvalitetu sjemena dokumentirani su kod brojnih biljnih vrsta (Galloway 2009, González-Rodríguez i dr. 2011). Rezultati analize podskupa klonova s dvije ramete upućuju na potencijalno snažan doprinos unutarklonske komponente varijance. Veličina sjemena kod drvenastih vrsta povezana je s alokacijom hraniva i može varirati ovisno o fiziološkom stanju majčinskog stabla i okolišnim uvjetima tijekom razvoja (Leishman i dr. 2000). Dodatno, okolišni uvjeti tijekom razvoja sjemena, uključujući temperaturu i vodni stres, mogu modulirati alokaciju hraniva i konačnu veličinu sjemena (Pers-Kamczyc i dr. 2022). U kontekstu KSP, razlike u osvjetljenosti krošnje, dostupnosti vode i hraniva te fiziološkom statusu ramete mogu generirati majčinske efekte koji se manifestiraju kroz varijabilnost dimenzija žira. To znači da fenotipska varijabilnost odražava kombinaciju genetskih i okolišnih čimbenika, odnosno njihove interakcije.

Implikacije za genetsku kvalitetu sjemena

Implications for the Genetic Quality of Seeds

U kontekstu klimatskih promjena i očuvanja adaptivnog potencijala šumskih populacija (Savolainen i dr. 2007), razumijevanje izvora fenotipske varijabilnosti reproduktivnih svojstava u klonskim sjemenskim plantažama ključno je za racionalno genetsko gospodarenje.

Izražena međuklonska diferencijacija, u kombinaciji s neravnotežom reproduktivnog doprinosa i mogućim učincima podloge na plemku, imaju važne implikacije za operativnu praksu. Ako su razlike u veličini žira barem djelomično genotipski uvjetovane, selekcija ili sortiranje žira prema veličini

može nenamjerno favorizirati određene klonove. U sustavima gdje reproduktivna neravnoteža već može smanjivati efektivnu veličinu populacije (Kang i dr. 2010), fenotipska selekcija može dodatno reducirati genetsku raznolikost sjemenskog materijala.

Metodološke implikacije

Methodological Implications

Iako je analiza provedena na velikom broju žirova, uzorci potječu iz jedne godine uroda i jedne ramete po klonu. To znači da bi rezultati mogli biti specifični samo za tu godinu tj. za njene specifične vremensko-mikrookolišne uvjete. S obzirom na to da bi reproduktivna dinamika kroz godine mogla značajno varirati (uslijed varijacija fenologije, varijacija peludne smjese i dr.), daljnja bi istraživanja trebala uključiti višegodišnje podatke te usporedbe s prirodnim populacijama. Rezultati podskupa s dvije ramete sugeriraju da bi buduća istraživanja trebala uključivati i veći broj rameta po klonu kako bi se preciznije razdvojile genetske i mikrolokalne komponente varijacije.

ZAKLJUČCI

CONCLUSIONS

Ovo istraživanje pokazuje da se klonovi hrasta kitnjaka u KSP Novoselci međusobno značajno razlikuju s obzirom na morfologiju žira, ali da ta diferencijacija nije strukturirana prema geografskom ni stanišnom podrijetlu njihovih orteta (izvornih plus stabala u prirodnom staništu). Rezultati sugeriraju da u plantažnim uvjetima genotipske razlike i reproduktivna dinamika nadjačavaju otisak lokalne adaptacije kakav se obično detektira kod prirodnih populacija hrasta kitnjaka. Fenotipska distribucija morfologije žira vjerojatno je dodatno modulirana interakcijama plemke i podloge, majčinskim efektima i mikrookolišnim razlikama.

S aspekta primjenjivosti rezultata, izražena međuklonska diferencijacija implicira da operativne odluke o selekciji ili sortiranju žira prema veličini i obliku mogu utjecati na genetsku strukturu šumskog reprodukcijskog materijala tj. umanjiti njegovu genetsku raznolikost.

LITERATURA

REFERENCES

- Alexander, L.W., K.E. Woeste, 2016: Phenology, dichogamy, and floral synchronization in a northern red oak (*Quercus rubra*) seed orchard. *Canadian Journal of Forest Research* 46 (5): 629–636. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2015-0312>
- Allen, C.D., A.K. Macalady, H. Chenchouni, D. Bachelet, N. McDowell, M. Vennetier, T. Kitzberger, A. Rigling, D.D. Breshears, E.T. Hogg, P. Gonzalez, 2010: A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecology and Management* 259 (4): 660–684. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.09.001>
- Amimi, N., S. Dussert, V. Vaissayre, H. Ghoul, S. Doulbeau, C. Costantini, Y. Ammari, T. Joët, 2020: Variation in seed traits among Mediterranean oaks in Tunisia and their ecological significance. *Annals of Botany* 125 (6): 891–904. <https://doi.org/10.1093/aob/mcz211>
- Bačurin, M., I. Katičić Bogdan, K. Sever, S. Bogdan, 2026: Rootstock influence on intra-clonal variability in spring leaf phenology of pedunculate oak (*Quercus robur* L.). *Šumarski list* 150 (1–2): 7–18. <https://doi.org/10.31298/sl.150.1-2.1>
- Caignard, T., S. Delzon, C. Bodénès, B. Dencausse, A. Kremer, 2019: Heritability and genetic architecture of reproduction-related traits in a temperate oak species. *Tree Genetics and Genomes* 15 (1): 1. <https://doi.org/10.1007/s11295-018-1309-2>

- Caignard, T., A. Kremer, X.P. Bouteiller, J. Parmentier, J.M. Louvet, S. Venner, S. Delzon, 2021: Counter-gradient variation of reproductive effort in a widely distributed temperate oak. *Functional Ecology* 35 (8): 1745–1755. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.13830>
- Chybicki, I.J., J. Burczyk, 2013: Seeing the forest through the trees: comprehensive inference on individual mating patterns in a mixed stand of *Quercus robur* and *Q. petraea*. *Annals of Botany* 112 (3): 561–574. <https://doi.org/10.1093/aob/mct131>
- Dow, B.D., M.V. Ashley, 1998: High levels of gene flow in bur oak revealed by paternity analysis using microsatellites. *Journal of Heredity* 89 (1): 62–70. <https://doi.org/10.1093/jhered/89.1.62>
- Ducousso, A., H. Michaud, R. Lumaret, 1993: Reproduction and gene flow in the genus *Quercus* L. *Annals of Forest Science* 50 (Suppl.): 91s–106s. <https://doi.org/10.1051/forest:19930708>
- Franjić, J., K. Sever, S. Bogdan, Ž. Škvorc, D. Krstonošić, I. Alešković, 2011: Fenološka neujednačenost kao ograničavajući čimbenik uspješnoga oprašivanja u klonskim sjemenskim plantažama hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.). *Croatian Journal of Forest Engineering* 32 (1): 141–154
- Galloway, L.F., 2005: Maternal effects provide phenotypic adaptation to local environmental conditions. *New Phytologist* 166 (1): 93–100. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2004.01314.x>
- Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu & Hrvatski šumarski institut. (2007). Dinamički geoinformacijski prikaz šumskih ekosustava Republike Hrvatske (STIRP) [Tehnologijski projekt]. Ministarstvo znanosti i tehnologije Republike Hrvatske.
- González-Rodríguez, V., R. Villar, R.M. Navarro-Cerrillo, 2011: Maternal influences on seed mass effect and initial seedling growth in four *Quercus* species. *Acta Oecologica* 37 (1): 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2010.10.006>
- Habibi, F., T. Liu, K. Folt, A. Sarkhosh, 2022: Physiological, biochemical, and molecular aspects of grafting in fruit trees. *Horticulture Research* 9: uhac032. <https://doi.org/10.1093/hr/uhac032>
- Harper, J.L., P.H. Lovell, K.G. Moore, 1970: The shapes and sizes of seeds. *Annual Review of Ecology and Systematics* 1: 327–356. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.01.110170.001551>
- Hodžić, M.M., A. Čabaravdić, D. Ballian, 2025: Phenotypic variation in leaf and acorn traits in natural populations of *Quercus petraea*. *Dendrobiology* 94: 100–114. <https://doi.org/10.12657/denbio.094.007>
- Kang, K.S., A.D. Bila, A.M. Harju, D. Lindgren, 2003: Estimation of fertility variation in forest tree populations. *Forestry* 76 (3): 329–344. <https://doi.org/10.1093/forestry/76.3.329>
- Kang, K.S., C.S. Kim, Y.A. El-Kassaby, 2010: Clonal variation in acorn production and its effect on the effective population size in a *Quercus acutissima* seed orchard. *Silvae Genetica* 59 (1–6): 170–175. <https://doi.org/10.1515/sg-2010-0020>
- Koepke, T., A. Dhirga, 2013: Rootstock scion somatogenetic interactions in perennial composite plants. *Plant Cell Reports* 32 (9): 1321–1337. <https://doi.org/10.1007/s00299-013-1471-9>
- Lagache, L., E.K. Klein, A. Ducousso, R.J. Petit, 2014: Distinct male reproductive strategies in two closely related oak species. *Molecular Ecology* 23 (17): 4331–4343. <https://doi.org/10.1111/mec.12766>
- Leishman, M.R., I.J. Wright, A.T. Moles, M. Westoby, 2000: The evolutionary ecology of seed size. U (Fenner, M., ur.): *Seeds: The ecology of regeneration in plant communities*. CABI Publishing, 31–57, Wallingford. <https://doi.org/10.1079/9780851994321.0031>
- Mátyás, C., 2021: Adaptive pattern of phenotypic plasticity and inherent growth reveal the potential for assisted transfer in sessile oak (*Quercus petraea* L.). *Forest Ecology and Management* 482: 118832. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118832>
- Moles, A.T., M. Westoby, 2004: Seedling survival and seed size: a synthesis of the literature. *Journal of Ecology* 92 (3): 372–383. <https://doi.org/10.1111/j.0022-0477.2004.00884.x>
- Moles, A.T., D.D. Ackerly, C.O. Webb, J.C. Tweddle, J.B. Dickie, M. Westoby, 2005: A brief history of seed size. *Science* 307 (5709): 576–580. <https://doi.org/10.1126/science.1104863>
- Pâques, L.E., 2025: Rootstock effects on growth, reproduction and wood properties in hybrid larch (*Larix × eurolepis* Henry) and in some other *Larix* sp. grafting associations. *Annals of Forest Science* 82 (1): 9. <https://doi.org/10.1186/s13595-025-01281-y>
- Pérez-Ramos, I.M., L. Gómez-Aparicio, R. Villar, L.V. García, T. Marañón, 2010: Seedling growth and morphology of three oak species along field resource gradients and seed mass variation: a seedling age-dependent response. *Journal of Vegetation Science* 21 (3): 419–437. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2009.01165.x>
- Pers-Kamczyc, E., E. Mąderek, J. Kamczyc, 2022: Seed quantity or quality? – Reproductive responses of females of two dioecious woody species to long-term fertilisation. *International Journal of Molecular Sciences* 23 (6): 3187. <https://doi.org/10.3390/ijms23063187>
- Sáenz-Romero, C., J.B. Lamy, A. Ducousso, B. Musch, F. Ehrenmann, S. Delzon, S. Cavers, W. Chalupka, S. Dağdaş, J.K. Hansen, S.J. Lee, 2017: Adaptive and plastic responses of *Quercus petraea* populations to climate across Europe. *Global Change Biology* 23 (7): 2831–2847. <https://doi.org/10.1111/gcb.13576>
- Savolainen, O., T. Pyhäjärvi, T. Knürr, 2007: Gene flow and local adaptation in trees. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 38 (1): 595–619. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.38.091206.095646>
- Senf, C., D. Pflugmacher, Y. Zhiqiang, J. Sebald, J. Knorn, M. Neumann, P. Hostert, R. Seidl, 2018: Canopy mortality has doubled in Europe's temperate forests over the last three decades. *Nature Communications* 9 (1): 4978. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-07539-6>
- Streiff, R., A. Ducousso, C. Lexer, H. Steinkellner, J. Glössl, A. Kremer, 1999: Pollen dispersal inferred from paternity analysis in a mixed oak stand of *Quercus robur* L. and *Q. petraea* (Matt.) Liebl. *Molecular Ecology* 8 (5): 831–841. <https://doi.org/10.1046/j.1365-294x.1999.00637.x>

SUMMARY

Acorn morphology represents an important component of reproductive biology in oaks and may reflect underlying genetic structure, reproductive dynamics, and environmental influences. In widely distributed species such as sessile oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.), extensive pollen-mediated gene flow may reduce geographic structuring of reproductive traits, while clonal seed orchards provide a suitable framework for assessing interclonal differentiation under relatively uniform environmental conditions. The objective of this study was to quantify interclonal variation in acorn morphology within a clonal seed orchard and to evaluate the relationship between acorn dimensions and the geographic origin of clones. The study was conducted in the Novoselci clonal seed orchard in Croatia (45.333° N; 17.786° E; Figures 1 and 2). A total of 4800 acorns were collected from 48 clones (one ramet per clone). Acorn length and width were measured, and statistical analyses were performed, including descriptive statistics, one-way ANOVA, estimation of intraclass correlation coefficients (ICC), linear regression models, and principal component analysis (PCA). Significant interclonal differences were detected for both acorn length and width ($p < 0.001$), with ICC values of 0.54 and 0.62, respectively, indicating substantial phenotypic differentiation among clones within the orchard (Table 1). Box-plot visualisations further highlighted pronounced interclonal variability (Figures 3 and 4). Principal component analysis revealed a continuous morphological gradient primarily driven by acorn size, with PC1 representing overall size and PC2 reflecting shape variation (Figure 5). No significant relationships were found between acorn dimensions and geographic coordinates, elevation, or habitat type (Tables 2 and 3). In a subset of clones represented by two ramets, variance component analysis showed that within-clone (ramet-level) variation exceeded clonal variation for both traits (Figure 6), indicating a strong influence of microenvironmental and maternal effects. Overall, the results suggest that, under the homogeneous environmental conditions of a clonal seed orchard, acorn morphological structure is predominantly shaped by individual (within-population) variability and reproductive dynamics rather than by the geographic or habitat origin of clones. The absence of detectable geographic structuring may reflect high intra-population genetic diversity and extensive historical gene flow typical of oak species. Microenvironmental variation, maternal effects, and potential rootstock–scion interactions may additionally contribute to the observed phenotypic differentiation. These findings improve our understanding of seed trait variability in clonal seed orchards and have implications for interpreting the phenotypic structure and genetic composition of produced forest reproductive material.

Keywords: seed size variation, maternal effects, reproductive dynamics, micro-site variation, rootstock–scion interaction

Odlazak starog veterana: Zbogom Dedek!

Damir Dramalija

Hrvatsko šumarsko društvo



Popularni hrast Dedek snimljen u lipnju 2023. foto: Vhorvat; izvor Wikipedia CC BY-SA

OSOBNOST ISKAZNICA

IME

Hrast lužnjak zvan Dedek

VRIJEME ROĐENJA

nepoznato

MJESTO BORAVKA

Zagreb, Maksimirska šuma

ADRESA

Livada kišobrana bb

VISINA

oko 17 m

PRSNI PROMJER

oko 1,6 m

DATUM SMRTI

15. 5. 2026.

Najstariji i najpoznatiji zagrebački hrast s nekoliko stoljeća na leđima i brojnim ožiljcima zadobivenim tijekom vremena nije izdržao svibanjske zagrebačke oluje. Naglo je posustao pod utjecajem dugotrajnih obilnih oborina i olujnih udara vjetra. Poznata vizura na Livadu kišobrana, podno spomen-humka Mogile, ostati će još dugo vremena promijenjena, a oko će uzalud tražiti poznati obris ovog iznimnog stabla

Teško je zamisliti šetnju maksimirskom park-šumom bez pogleda na tog veličanstvenog starca koji nikoga nije ostavljao ravnodušnim budeći osjećaje divljenja i poštovanja. Teško nam je



bilo odoljeti i bar na trenutak ne zastati privučeni silinom energije koja mu je omogućila višestoljetni životni vijek. U sjeni njegove već dobro prorijeđene „kose“ mogli smo čuti kako svakom svojom kvrgom i šupljinom, grančicom i listom šumi o prošlim vremenima i sudbinama. Gotovo fizički smo osjećali duboku povezanost sa svim tugama i radostima kojima je svjedočio, baš kako je njegovo moćno korijenje bilo sljubljeno sa zemljom koja život znači.

Iako je tužno vidjeti pad tog nevjerojatnog veterana, to ne znači i njegov konačni kraj. Na toj istoj zemlji, Dedek će nastaviti pružati utočište, hranu i dom brojnim biljnim i životinjskim vrstama, a sigurno će ostati i mjesto misterije i mašte sadašnjih i budućih posjetitelja.

Sve emocije brojnih Dedekovih štovatelja potvrđuju da su veteranska stabla bitna sastavnica našeg prirodnog i kulturnog naslijeđa te da pružaju brojne ekološke, društvene i ekonomske koristi. Veteranska stabla predstavljaju važno i raznoliko stanište za brojne divlje ptice, biljke i životinje, a također pružaju mnoge usluge ekosustava, uključujući smanjenje ugljičnog otiska i poboljšanje kvalitete zraka. Osim toga, ona pružaju estetske i povijesne vrijednosti koje obogaćuju naša mjesta i krajolike.

Također, treba istaknuti da se površine na kojima se nalaze veteranska stabla upotrebljavaju u različite svrhe koje nerijetko nemaju puno veze s potrebom zaštite takvih stabla i njihovih mlađih nasljednika. Zato je potrebno raditi na povećanju svijesti i odgovarajućih znanja među vlasnicima, upraviteljima i radnicima kako bi uvažavali razloge za očuvanje veteranskih stabala.

No, održavanje i očuvanje veteranskih stabala nije uvijek jednostavno. Iziskuje stručnost, oprez i posvećenost. Međutim, svi ti naponi nisu uzaludni kada se uzme u obzir vrijednost veteranskih stabala i ono što pružaju našem svijetu.

Stoga, učimo o veteranskim stablima, cijenimo ih i štitimo. Neka naše buduće generacije također imaju priliku uživati u njihovoj ljepoti i diviti se njihovoj izdržljivosti. Jer veteranska stabla su više od samo drvenih struktura – ona su spomenici prirode, živi podsjetnici na našu povijest i simboli našeg poštovanja prema prirodi. Njihovo očuvanje je naša odgovornost, ali isto tako i naša privilegija, a zbog uspomene na Dedeka i dodatna obveza.



KOLIKO JE DEDEK STAR?

Dok se u javnosti špekulira o brojnim stoljećima, stručnjaci Dendroekološkog laboratorija Fakulteta šumarstva i drvene tehnologije Sveučilišta u Zagrebu napravili su dendrokronološko istraživanje i ustanovili da je taj hrast lužnjak doživio približno 220 godina. Starost mu nije moguće točno odrediti zbog truleži u središtu, ali kad se analiziraju i usporede prosječna širina i broj zdravih godova na uzorcima uzetim u žilištu i prsnoj visini stabla sa sigurnošću se može zaključiti o tom broju godina.



Dr. sc. Silvija Zec

Davor Perkov

Libertas međunarodno sveučilište

Dr. sc. Silvija Zec obranila je 10. prosinca 2025. godine doktorski rad pod nazivom „Značaj ekonomike okoliša u međunarodnim odnosima na primjeru naknade za općekorisne funkcije šuma” te stekla akademski stupanj doktorice znanosti (*magna cum laude*) iz znanstvenoga područja društvenih znanosti, znanstvenoga polja interdisciplinarnih društvenih znanosti.

Doktorski je rad stečen u sklopu združenog poslijediplomskog doktorskog studija Međunarodni odnosi. Disertacija je izrađena pod mentorstvom doc. dr. sc. Davora Perkova te je obranjen pred povjerenstvom: prof. dr. sc. Sandra Šokčević (Libertas međunarodno sveučilište), izv. prof. dr. sc. Jurica Bosna (Sveučilište u Zadru) te dr. sc. Zoran Bubaš (Institut za javne financije).

Životopis

Silvija Zec rođena je 15. ožujka 1969. godine u Virovitici. Srednju je školu završila 1987. godine u Osijeku (Centar za usmjereno obrazovanje Braća Ribar, danas Treća gimnazija Osijek), a 1992. godine diplomirala je šumarstvo (dipl. ing. šum.) na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Akademске godine 2017./2018. upisala je Zajednički poslijediplomski doktorski studij „Međunarodni odnosi” Sveučilišta u Zadru i Međunarodnog sveučilišta Libertas. U gotovo 33 godine radnoga staža bila je zaposlena 15 godina u tvrtki Hrvatske šume d.o.o. i to u Upravama šuma podružnicama Požega i Gospić, na radnim mjestima revirnice, pomoćnice upravitelja šumarije, stručne suradnice te upraviteljice šumarije. Od veljače 2007. godine zaposlena je u Hrvatskoj komori inženjera šumarstva i drvne tehnologije, od samoga osnivanja na radnom mjestu tajnice Komore, a od prosinca 2018. godine na mjestu predsjednice Komore. Proteklih 18 godina sudjelovala je u izradi brojnih zakonskih i podzakonskih akata na nacionalnoj razini, između ostalog i Programa ruralnoga razvoja RH za razdoblje 2014. – 2020. te Strateškoga plana ZPP za aktualno razdoblje. Bila je članica radne skupine za šumarstvo za vrijeme predsjedanja Republike Hrvatske Vijećem EU. U svom profesionalnom radu sudjelovala je u osmišljavanju i kontinuirano sudjeluje u organizaciji stručnog usavršavanja članova Komore te brojnim strukovnim konferencijama. Uz to, članica je Uređivačkoga savjeta časopisa Šumarski list i Izdavačkoga savjeta časopisa Drvna industrija. Sudjelovala je u implementaciji Hrvatskoga kvalifikacijskog okvira kao predsjednica Sektorskoga vijeća u dva mandata. Često sudjeluje u organizaciji i izlaže na stručnim konferencijama i događanjima.

Sažetak doktorskoga rada

Ambicioznim ciljevima klimatske neutralnosti i očuvanju okoliša usmjerene su brojne politike EU-a, a realizacija ciljeva tih politika uvelike ovisi o uspješnosti i otpornosti šumarskoga sektora. Šumski su ekosustavi istovremeno izloženi posljedicama klimatskih i stanišnih promjena te se nameće potreba ulaganja u jačanje otpornosti i sposobnosti njihove prilagodbe, što ističu brojne politike i strategije EU-a. Ulaganja trebaju osigurati daljnje ispunjavanje gospodarske, okolišne i socijalne funkcije šuma i time doprinijeti realizaciji brojnih ciljeva održivog razvoja.

Izazovi povezivanja okolišnih i klimatskih politika s međunarodnim ciljevima i sporazumima uz zadržavanje gospodarskog rasta vidljivi su na globalnoj razini. Fiskalni odgovor na okolišne izazove nije linearan, već ovisi o sinergijskim učincima više varijabli, što implicira potrebu za sofisticiranijim modelima upravljanja okolišnim rizicima, pri čemu je naknada za općekorisne funkcije šuma (OKFŠ) dobar primjer kada je riječ o šumskim ekosustavima. Dugogodišnja provedba, zakonodavna uređenost te praćenje implementacije čine naknadu za OKFŠ mjerljivim doprinosom društveno odgovornom poslovanju uz mogućnost vrednovanja kroz okvir održivoga financiranja.

U ovoj doktorskoj disertaciji istraženi su višedimenzionalni međuodnosi između naknade za OKFŠ kao instrumenta ekonomske politike, gospodarskog razvoja, zaštite okoliša te međunarodnih obveza Republike Hrvatske. Kombinacijom kvalitativne metode polustrukturiranih intervjua i kvantitativnih metoda hijerarhijskog klasteriranja te adaptivnog neuro-fuzzy modeliranja (ANFIS) pružena je sveobuhvatna slika uloge naknade OKFŠ-a u održivom gospodarenju šumskim resursima te šire u ekonomici okoliša. Kvantitativni i kvalitativni parametri analizirani su primjenom suvremenih alata i metoda za analizu i modeliranje upravljanja mjerama i informiranije donošenje odluka koje će internalizirati troškove prirodnoga kapitala kao što su šumski ekosustavi. Uz to bi se osigurala njihova multifunkcionalnost u kontekstu ekonomike okoliša i vrednovanja prirodnoga kapitala, kao najvažnije svjetske imovine koja podupire gospodarske aktivnosti i ljudsko blagostanje, a time i ispunjavanje ciljeva, obveza i sporazuma na međunarodnoj razini.

Sustav hrvatske naknade za OKFŠ zakonodavno je uređen kao inovativni instrument ekološko-ekonomske politike te osigurava ulaganje u sve aspekte održivoga gospodarenja šumama uz istovremeno povećanje proizvodnoga kapaciteta, ali i očuvanosti ekosustava, što govori o njegovu značaju u balansiranju održivoga rasta u kontekstu ekonomike okoliša. Naknada doprinosi održivom gospodarenju šumama i očuvanju ekosustava te njihovu visokom udjelu u Natura 2000 mreži, ali i stalnom i visokom doprinosu LULUCF sektoru u Hrvatskoj, uz jačanje sposobnosti šumskih ekosustava da odgovore na zahtjeve i ciljeve međunarodnih sporazuma i konvencija. To predstavlja doprinos Hrvatske globalnim ekološkim i klimatskim ciljevima. Upravo zbog navedenoga značaja, sugeriraju se procjena učinkovitosti sadašnje politike naknade te razmatranje dugoročnih posljedica smanjenja naknade, a potencijalno i degradacije ekosustava.

Disertacija je pokazala da naknada za OKFŠ nije samo fiskalni alat, već ključni mehanizam za integraciju gospodarskog razvoja, zaštite okoliša i međunarodnih obveza Hrvatske. Time se potvrđuje njezina uloga kao „mosta” između ekonomskih i ekoloških prioriteta, što predstavlja temelj za daljnje unaprjeđenje politika održivog razvoja u kontekstu klimatskih izazova 21. stoljeća. Rezultati i metodološki pristup ove disertacije mogu poslužiti kao polazište za buduća istraživanja i praktične reformske zahvate usmjerene na očuvanje prirodnog kapitala i izgradnju održive budućnosti.

Poštanska marka Fran Žaver Kesterčanek

Uredništvo



Hrvatska pošta stavila je 29. travnja 2026. godine u opticaj četiri poštanske marke u seriji ZNAMENITI HRVATI. Među zaslužnim velikanima ove godine našao se **Fran Žaver Kesterčanek**.

Marka je tiskana u arku s 20 maraka, dimenzija 29,82 × 35,50 mm, nominalne vrijednosti 0,72 € u nakladi od 25.000 primjeraka. Pored arka, izdani su omotnica i žig prvog dana te prigodni letak s najznačajnijim podacima o znamenitom Hrvatu, temeljem kojih je zaslužio svrstati se među velike koji su pridonijeli ugledu Hrvatske i hrvatske šumarske struke. Vizualno rješenje poštanske marke dala je zagrebačka dizajnerica Sabina Rešić.

Uz lik Frana Žavera Kesterčaneke na marki je naslovnica Šumarskog lista broj 1/1884. koju je uveo upravo Kesterčanek kada je po prvi puta bio glavnim urednikom, a isto grafičko rješenje zagrebačkog risara g. Steinbauera koristilo se sve do kraja 1918. godine, dakle punih 35 godišta.

Poštanska marka je izuzetno značajan medij za promociju s obzirom na to da se distribuira diljem svijeta, a posebno je važna u filatelističkim krugovima.

Prijedlog da se Franu Žaveru Kesterčaneke posveti poštanska marka podnijela je Akademija šumarskih znanosti Hrvatskoj pošti, odnosno Povjerenstvu za izbor motiva te likovnih i grafičkih rješenja poštanskih maraka početkom 2024. godine, kako bi prijedlog pravovremeno bio uvršten u plan izdavanja poštanskih maraka za 2026. godinu. Na taj se način i markom obilježava 170. godišnjica njegova rođenja, odnosno 110. godišnjica smrti.

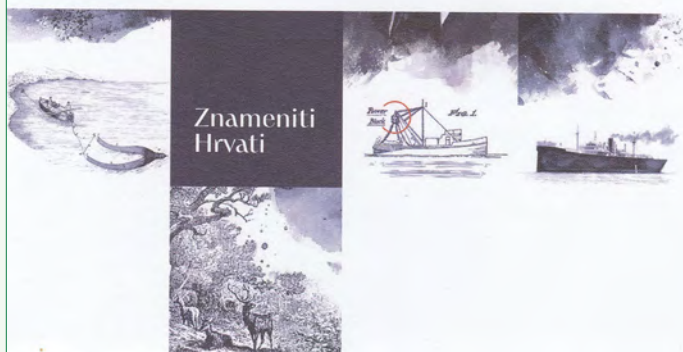
Hrvatski šumari zahvaljuju Hrvatskoj pošti i Povjerenstvu na uvažavanju našeg prijedloga.

U ovogodišnjoj seriji poštanskih maraka ZNAMENITI HRVATI, osim profesora Frana Žavera Kesterčaneke još su trojica zaslužnika vezana za pomorstvo ili ribarstvo: **Federiko Glavić** (1847. – 1941.), dubrovački brodovlasnik i dobrotvor, u prvoj polovini 20. stoljeća jedan od glavnih činitelja u pomorskom i gospodarskom životu Dubrovnika, ali i šire; **Petar Lorini** (1850. – 1921.), istaknuti hrvatski stručnjak za morsko ribarstvo i jedan od utemeljitelja modernog ribarstva na istočnom Jadranu;

Fran Žaver Kesterčanek (Zagreb, 1856. – Zagreb, 1915.) profesor šumarstva na Gospodarsko-šumarskom učilištu u Križevcima i Šumarskoj akademiji u Zagrebu, zaslužan šumarski stručnjak i pisac. Šumarsku akademiju upisao u Mariabrunnu, a studij završio 1877. na Visokoj poljodjelskoj školi u Beču. Već nakon nekoliko mjeseci postavljen je za asistenta na Gospodarsko-šumarskom učilištu u Križevcima, a 1880. imenovan je pravim učiteljem šumarstva. Na Šumarskom odjelu predavao je uporabu šuma, sađenje i uzgoj šuma, šumarsku upravu, tehnologiju drva, dendrometriju, računanje vrijednosti šuma, povijest i literaturu šumarstva, a za slušatelje gospodarskoga smjera Opće šumarstvo. Njegove ideje o reformi križevačkoga učilišta i preseljenju šumarstva na Sveučilište u Zagreb nisu isprva naišle na razumijevanje, pa je 1883. i demonstrativno prekinuo nastavnički rad u Križevcima. Međutim, već 1893. vraća se u Križevce zauzimajući se i dalje za ostvarivanje visokoškolske šumarske nastave u Hrvatskoj do konačnoga otvaranja Šumarske akademije u listopadu 1898. U srpnju 1900. imenovan je profesorom na Šumarskoj akademiji, gdje je ostao do kraja života. Predavao je uzgajanje šuma, čuvanje šuma i lovstvo, šumarsku mehaničku tehnologiju, uporabu šuma te šumarsku politiku. Za izvođenje vježba uredio je bogatu zbirku učila u Kabinetu za šumsko-proizvodne struke, nastojao je urediti arboretum i šumsko-pokusni vrt u Božjakovini te je organizirao i vodio stručne ekskurzije. Radove je objavljivao u brojnim časopisima u Zagrebu i Beču, autor je desetak knjiga, urednik Šumarskog lista i današnjeg Lovačkog vjesnika. Kao tajnik i aktivan član Hrvatskoga šumarskoga društva promicao je šumarski stalež u Hrvatskoj, a kao član organizacijskih odbora zastupao je Društvo i struku na međunarodnim šumarsko-gospodarskim izložbama (Budimpešta 1885., Beč 1889., Zagreb 1891.). Na zapadnom pročelju Hrvatskoga šumarskoga doma 1936. godine postavljeno je njegovo poprsje, rad Emila Bohutinskoga. Cjeloviti životopis i bibliografija dostupni su u *IMENIKU HRVATSKIH ŠUMARA*.



FDC 2026.



Omotnica i žig prvog dana sa svim markama u seriji.
(u prirodnoj veličini)

Mario Puratić (1904. – 1993.), velikan hrvatske i svjetske maritimne kulture i povijesti. Puratićeva domišljatost i poduzetnost rezultirali su 1954. izumom poznatim kao *Puretic Power Bloc*, svjetski priznatom i primjenjivanom inovacijom za izvlačenje ribarskih mreža.

Profesor Kesterčanek nije prvi hrvatski šumarski velikan na poštanskim markama. U ožujku 2006., dakle prije točno 20 godina, a povodom stote obljetnice njegove smrti, Hrvatska pošta izdala je također u seriji ZNAMENITI HRVATI marku s likom Josipa Kozarca, značajnog hrvatskog književnika, ali i velikog šumarskog stručnjaka.

Godine 1936. dvojica šumara dobila su izuzetnu čast da njihove biste krase uglove Šumarskog doma u Zagrebu i od tada dijele te prostore, jedan na zapadnom, a drugi na istočnom uglu našega doma. Od sada njih dvojica dijele i čast da budu jedina dva šumara među znamenitim Hrvatima u filatelističkom svijetu.

Hrvatski nacionalni poštanski operator, koji prema odluci Vlade RH, jedini ima pravo izdavati poštanske marke Republike Hrvatske, u ožujku 2006. godine, u seriji znameniti



Slika 11. Josip Kozarac priznat je kao jedan od najboljih šumara, čije su rasprave o šumama bile poznate mnogim znanstvenicima zapadnoeuropskih zemalja i Rusije

Figure 11 Josip Kozarac was acknowledged to have been one of the best foresters whose debates about forests were familiar to many scientists of western European countries and Russia

Hrvati, izdao je i marku s motivom književnika, šumarskog stručnjaka i urednika Šumarskog lista Josipa Kozarca. Marka je tiskana u nakladi od 200 tisuća primjeraka, u arku od dvadeset maraka a izdana je Omotnica prvog dana (FDC). Marku je dizajnirala Irena Frantal, akademska slikarica iz Zagreba. U prigodnom tekstu koji prati Kozarčevu marku Helena Sablić Tomić piše: "Studirao je i završio šumarstvo (1876.–1879.) pomažući svoje školovanje krajiškom stipendijom, a potom je kao šumar radio u Vinkovcima, Vrbanji, Nijemcima, Županji, Rajiću, Jasenovcu i Novoj Gradiški. U Lipovljanima je boravio i radio od 1885. do 1895., da bi potom bio nadšumar u Vinkovcima. Zasiurno najtipičnija pripovijetka Josipa Kozaraca je Slavenska šuma (1888.) koja svojim profiliranim literarnim zapisima

Hrvatsko šumarsko društvo na 13. festivalu povijesti KlioFest

Oliver Vlainić

Hrvatsko šumarsko društvo



Izložba knjiga, časopisa i banera Hrvatskoga šumarskog društva

Nakon prvog sudjelovanja na Noći muzeja u siječnju ove godine, Hrvatsko šumarsko društvo prvi put je bilo sudionik i Festivala povijesti KlioFest koji se u svom trinaestom izdanju održao od 5. do 8. svibnja 2026. na više lokacija u Zagrebu. Organizatori festivali bili su KlioFest, udruga za promicanje kulture povijesti, Nacionalna i sveučilišna knjižnica, Hrvatski nacionalni odbor za povijesne znanosti, Društvo za hrvatsku povjesnicu te Srpsko narodno vijeće. Otvaranje festivala bilo je u Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu u utorak 5. svibnja 2026. Festival se sastojao od osam okruglih stolova, dva kolokvija, predstavljanja niza knjiga i projekata, nekoliko izložbi, prikazivanja jednog filma i održavanja povijesnog kviza.

Sva četiri dana trajanja festivala Hrvatsko šumarsko društvo imalo je izložen postav povijesnih šumarskih svjetlozapisa izrađenih povodom 250 godina hrvatskog šumarstva te izložbu uglavnom najstarijih knjiga i časopisa: Sylvicultura Oeconomica iz 1732. godine, Šumski red Marije Terezije iz 1769. godine, knjiga sjedničkih zapisnika

Hrvatsko-slavonskoga šumarskog društva od 1876. do 1898. godine, pretisak Prvoga šumarskog stručnog opisa i nacрта šuma na Velebitu i Velikoj Kapeli od Dalmatinske medje do Mrkoplja i Ogulina iz 1914. godine, Povijest šumarstva Hrvatske 1846. – 1976. kroz stranice Šumarskog lista iz 1976. godine, Šumarski radovi Josipa Kozarca iz 2023. godine, prvi broj Šumarskog lista iz 1877. godine i (tada) najnoviji Šumarski list broj 1-2 iz 2026. godine.

Posebno su predstavljene ovogodišnje obljetnice: 180 godina HŠD-a i 150 godina Šumarskog lista. Predsjednik HŠD-a akademik Igor Anić održao u četvrtak 7. svibnja 2026. u Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici predavanje na temu obljetnica. Tajnik HŠD-a Oliver Vlainić govorio je o aktivnostima HŠD-a na temu stvaranja i čuvanja arhivske građe. Predsjednica Sekcije za povijest šumarstva HŠD-a mr. sp. Mandica Dasović predstavila je aktivnosti Sekcije u istraživanju i prezentiranju šumarske povijesti preko sve većeg broja izdanih knjiga i knjiga u pripremi. Branko Meštrić, tehnički, web i grafički urednik Šumarskog lista

prezentirao je izložbu Povijesni šumarski svjetlozapisi, koja je cijelo vrijeme trajanja festivala bila postavljena na istaknutom mjestu u NSK.

Hrvatsko šumarsko društvo zahvalilo se organizatoru festivala prof. dr. Damiru Agičiću na mogućnosti sudjelovanja na festivalu. Do suradnje je došlo nenadano, zahvaljujući glazbenom sastavu Flauto Dolce Consort koji je sudjelovao na Noći muzeja u Šumarskom domu te preporučio organizatorima Klioifesta pozivanje HŠD-a. Želja je Sekcije za povijest šumarstva HŠD-a nastaviti suradnju s povjesničarima te je već ostvaren kontakt koji bi za početak mogao obogatiti foto arhiv HŠD-a starim fotografijama iz šumarske povijesti. Knjige o povijesti šumarstva s raznih područja Hrvatske koje su trenutno u izradi dobar su poticaj da HŠD nastupi na Klioifestu i iduće godine.



Flauto Dolce Consort na otvorenju Klioifesta



Predavanje na pozornici 2.



Sudionici 13. Klioifesta ispred HŠD-a s prof. dr. sc. Damirom Agičićem i doc. dr. sc. Ksenijom Burić

Glavna saznanja iz izvješća : „Barijere i potrebe za veću uključenost djevojaka i mladih žena” izrađenog u sklopu Fem2forests projekta

Irina Suša¹, Silvija Zec²

¹ Hrvatski savez udruga privatnih šumovlasnika

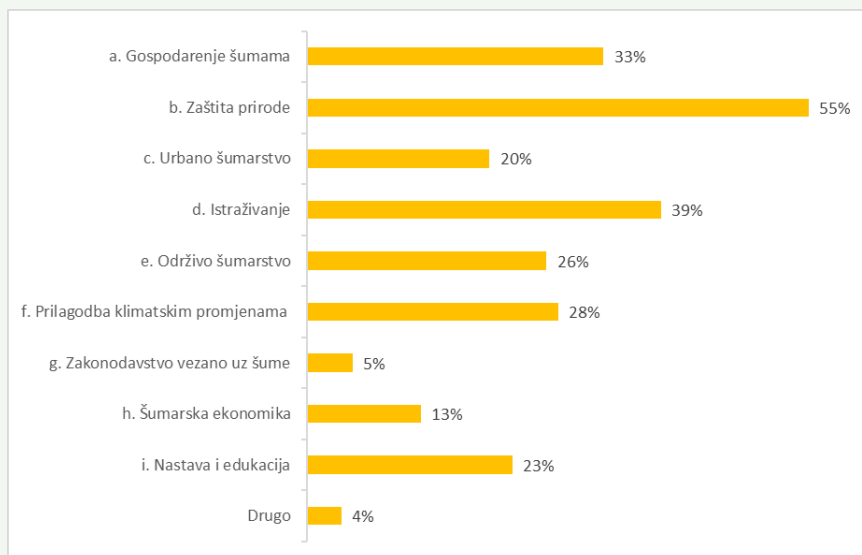
² Hrvatska komora inženjera šumarstva i drvne tehnologije

Izvješće „Barijere i potrebe za veću uključenost djevojaka i mladih žena” identificira prepreke i potrebe za povećanim uključivanjem djevojaka i mladih žena u sektor šumarstva u 9 država dunavske regije. Korištenjem podataka iz provedenih upitnika i održanih okruglih stolova, izvještaj predstavlja ciljne aktivnosti i rješenja za povećanje sudjelovanja djevojaka i mladih žena u zemljama dunavske regije, uključujući Hrvatsku. Uvidi su prikupljeni putem upitnika koji su dostavljeni učenicama i studenticama šumarstva i drugih disciplina. Cilj ovog procesa bio je prikupiti njihova iskustva, motivacije i potrebe vezane uz karijere u šumarstvu. Na razini Hrvatske upitnik su ispunile 64 učenice i studentice šumarstva te 26 učenica i studentica drugih struka. Kako bismo dodatno obogatili nalaze, organizirali smo dva okrugla stola koji su uključivali ključne dionike, odnosno edukatore, stručnjake iz šumarstva i donositelje odluka. Ove rasprave omogućile su otvorenu razmjenu ideja, što je dionicima dalo priliku da istraže izazove s kojima se suočavaju djevojke i mlade žene u šumarstvu.

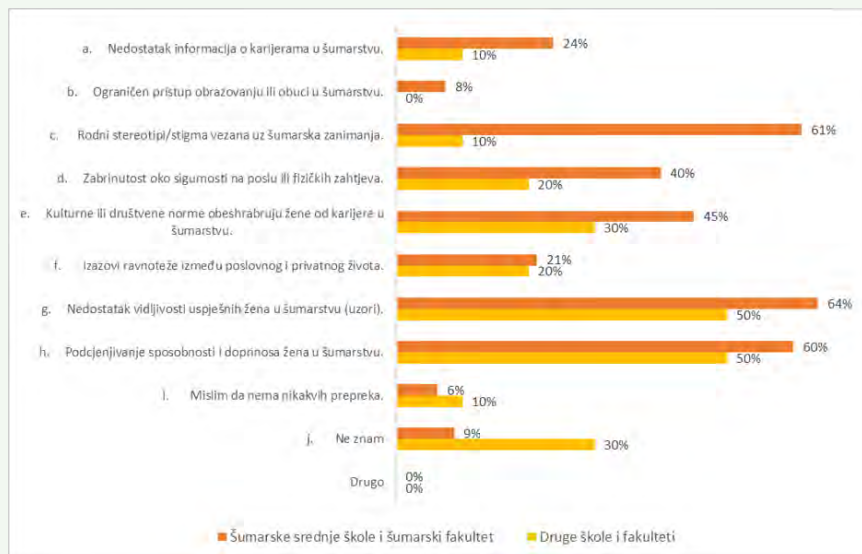
Učenice i studentice šumarstva iz Hrvatske uglavnom dolaze iz ruralnih područja, što upućuje na činjenicu da ruralno podrijetlo značajno utječe na odluku o odabiru karijere u šumarstvu. To može biti posljedica snažnije povezanosti s prirodom i činjenice da se lokalno gospodarstvo u ruralnim sredinama često oslanja na šumarstvo. Ljubav prema prirodi

i želja za pozitivnim doprinosom društvu glavni su motivi za studiranje šumarstva. Ekonomski razlozi i privlačnost obrazovnog programa imaju manji utjecaj, što pokazuje da unutarnja motivacija nadmašuje vanjske čimbenike. Studentice šumarstva najviše su zainteresirane za karijere u zaštiti prirode te istraživanju i gospodarenju šumama. Međutim, prisutan je značajan nedostatak samopouzdanja u pogledu njihove spremnosti za profesionalni život, pri čemu mnoge navode nedovoljno praktičnog iskustva i slabo razumijevanje očekivanja na radnom mjestu.

Za studentice šumarstva internet i društvene mreže predstavljaju glavne izvore informacija o karijerama u šumarstvu, što naglašava važnost digitalnih platformi u dosezanju potencijalnih studentica, ali omogućuje i više informacija o sektoru. U Hrvatskoj postoji trend smanjenja broja učenica koji se upisuju u šumarske škole, dijelom zbog demografskog pada, pa je stoga jedan od najvažnijih zaključaka na oba okrugla stola bio da je potrebna intenzivnija promocija šumarstva. Povećanje interesa za šumarstvo može se postići ciljanom promocijom od rane dobi čime bi se ostvarilo bolje razumijevanje i interes za ovu profesiju među mladima. Fokus na rano obrazovanje i promociju šumarstva u ruralnim područjima moglo bi privući nove učenice i buduće stručnjakinje, osiguravajući kontinuiranu opskrbu kvalificiranom radnom snagom u ovom važnom sektoru.



Graf 1: Karijerni putevi za djevojke u šumarstvu



Graf 2: Glavne prepreke pri odlučivanju za karijeru u šumarstvu

Nalazi iz ankete među srednjošolkama i studenticama te rasprava na okruglim stolovima s dionicima pokazuju kako postojeća negativna percepcija javnosti predstavlja jedan od glavnih izazova s kojima se šumarski sektor suočava. Pozitivna medijska zastupljenost nužna je za promjenu stavova i isticanje složenosti i važnosti održivog gospodarenja šumama.

Podizanje svijesti o ravnopravnosti spolova, uvrštavanje u kurikulum srednjih škola i fakulteta te promicanje ravnopravnosti spolova ključno je za stvaranje uključivijeg radnog okruženja te stvaranje pozitivne slike šumarstva koja će privući mlade djevojke u sektor.

Šumarstvo u Hrvatskoj i dalje je definirano tradicijom i rod-nim pretpostavkama koje utječu na percepciju žena i uloga koje se od njih očekuju. Međutim, postoji i vidljiva spremnost

za promjene. Pokazano je kako širenje kompetencija i razvoj zelenih zanimanja dodatno privlači djevojke u šumarski sektor. Zeleni poslovi, koji uključuju održive prakse i očuvanje okoliša, nude nove karijerne prilike koje su privlačne mladim ženama. Pобољшanje informiranosti o ovim mogućnostima može pomoći u smanjenju straha od nezaposlenosti i povećanju interesa za šumarske smjerove. Kako bi se oslobodio potencijal mladih žena u šumarskom sektoru, potrebno je učiniti više u osiguravanju financijske i institucionalne podrške, poboljšanju praktičnog učenja i promicanju ženskih uzora u šumarskom sektoru. Koordiniranim naporima obrazovnih ustanova, poslodavaca i kreatora politika, šumarstvo u Hrvatskoj moglo bi se razviti u uključiviju i napredniju profesiju – onu u kojoj se djevojke ne smatraju samo sposobnima, već i bitnima.



Okrugli stol s dionicima šumarskog sektora održan u lipnju 2025. godine

Digitalno i participativno upravljanje urbanom šumom – projekt InterACT Green

Izlaganje na Sedmom hrvatskom znanstveno-stručnom skupu
o urbanom šumarstvu, Vinkovci 2025.



INTERACT green

Irena Franjić

Hrvatske šume d. o. o.

Fotografije: Emilija Seidl

suvremeni interdisciplinarni pristup planiranju, upravljanju i očuvanju zelene infrastrukture u urbanim i ruralnim područjima. Zelena infrastruktura postaje ključni element održivog razvoja, urbanizacije i gubitka bioraznolikosti. Šumarski sektor ima važnu ulogu u očuvanju i upravljanju tim resursima. Projekt InterACT Green razvijen je s ciljem povezivanja znanstvenih istraživanja, digitalnih alata i praktičnih rješenja za učinkovitije upravljanje zelenim površinama. Ukupna vrijednost projekta je 5.166.425,60 eura, od čega su 80 % ili 4.133.140,48 eura bespovratna sredstva Europske urbane inicijative (EUI). Europska urbana inicijativa je instrument Europske unije u okviru kohezijske politike kojim se financira razmjena znanja i daje podrška gradovima kako bi razvili pametna, zelena i uključiva urbana područja. Ukupni proračun EUI je 450 milijuna eura iz Europskog fonda za regionalni razvoj (EFRR). Gradovi mogu dobiti do 80 % sufinanciranja od EFRR u iznosu do maksimalno 5 milijuna eura. Ovi projekti služe da se testiraju inovativna rješenja u stvarnim urbanim uvjetima, a koja su prenosiva na druge gradove. Sve se to provodi s ciljem jačanja kapaciteta gradova,

Šuma i zelene površine oduvijek su bile temelj zdravog okoliša i kvalitete života. Danas, u vremenu klimatskih promjena, urbanog širenja i sve većeg pritiska na prirodne resurse, njihova uloga postaje još važnija. Upravo u tom kontekstu nastao je projekt InterACT Green koji predstavlja



boljeg povezivanja politika EU s praksom na terenu i stvaranja mreže europskih gradova. Nositelj projekta InterACT Green je Grad Varaždin, a projekt se provodi od 1. ožujka 2024. do 31. kolovoza 2027. godine. Partneri na projektu su: Grad Ludbreg, Fakultet organizacije i informatike Varaždin, Hrvatski šumarski institut, Javna ustanova Priroda Varaždinske županije, Turistička zajednica grada Varaždina i Hrvatske šume d.o.o. Transfer partneri su Kamnik Slovenija, Nyíregyháza Mađarska i Sierra Espuna Španjolska te je njihova uloga preuzeti razvijene alate i testirati ih u vlastitim lokalnim uvjetima. Osim toga, transfer partneri povećavaju utjecaj i vidljivost projekta te doprinose umrežavanju i razmjeni iskustava. Projektno područje je Dravska park šuma površine 85,74 ha koja za grad Varaždin ima posebnu krajobraznu i ekološku funkciju jer je to najveća cjelovita zelena površina grada. Ovo je atraktivno šumsko područje u sjevernom dijelu grada Varaždina, velike bioraznolikosti sa 185 biljnih i 109 životinjskih vrsta. Dravska park šuma zaštićena je u nekoliko kategorija: kao park šuma (proglašena 2001.), kao dio Regionalnog parka Mura-Drava, kao botanički spomenik prirode (skupina stabala bijelih topola) te kao dio šireg međunarodno zaštićenog područja UNESCO rezervata biosfere Mura-Drava-Dunav. Dravska park šuma uključena je u ekološku mrežu Republike Hrvatske, koja je dio europske mreže Natura 2000. Područje je značajno za očuvanje ptica (POP) HR1000013 Dravske akumulacije. Osim toga, obuhvaća i područja očuvanja značajna za vrste i stanišne tipove (POVS) HR2001307 Dravske akumulacije.

Glavni naglasak projekta je povezivanje stručnog znanja iz područja šumarstva, ekologije, urbanizma i informacijskih tehnologija s aktivnim sudjelovanjem građana u procesu donošenja odluka o upravljanju urbanim šumama i zelenim površinama, a inovativnost koncepta je razvoj IT platforme koja će omogućiti:

- digitalno interdisciplinarno upravljanje park šumom, objedinjeno u jedno korisničko sučelje,

- transparentnu i dvosmjernu komunikaciju s građanima kroz informacije o šumi, događajima i interaktivne karte,
- pametno upravljanje okolišem korištenjem senzora za temperaturu, kvalitetu zraka i tla,
- podršku donošenju odluka kroz analizu podataka i
- učinkovito planiranje te upravljanje posjetiteljima.

Ovim pristupom projekt doprinosi stvaranju održivih, digitalno povezanih i zajednici otvorenih zelenih prostora. Osim razvoja IT platforme projekt ima još dva cilja, a to su revitalizacija šumskog ekosustava i regeneracija šumske infrastrukture koji će se ostvariti kroz četiri teme koje uključuju sljedeća područja i aktivnosti:

Uređenje obale (riječne rive) na kojoj će se urediti šetnica, pješačka/biciklistička staza prilagođena invalidima i roditeljima s dječjim kolicima. Predviđeno je i uređenje tzv. dnevnih boravaka kao prostora za sjedenje te proširenje zelenila kao produžetka šume. Unutar šume planirano je uređenje šumskih „placeva” i staza. Placevi će se nalaziti na raskrižju glavnih šumskih staza. Postavit će se putokazi za sigurnost posjetitelja i ploče s turističkim informacijama. Planirana je i dodatna zaštita spomenika prirode Bijela topola postavljanjem ograde. Sve ove aktivnosti izvest će se tako da se zadrže sve ambijentalne vrijednosti.

Radove na revitalizaciji i uređenju Dravske park šume provodit će Hrvatske šume d.o.o., Uprava šuma Podružnica Koprivnica, Šumarija Varaždin u dogovoru s Javnom ustanovom Priroda Varaždinske županije, a sukladno potpisanom partnerstvom s Gradom Varaždinom i temeljem Programa regeneracije Dravske park šume koju je izradio Hrvatski šumarski institut Jastrebarsko. Za izvođenje svih šumarskih radova na projektom području zatraženo je dopuštenje Upravnog odjela za poljoprivredu i zaštitu okoliša Varaždinske županije. Također je izrađen i odobren Program gospodarenja gospodarskom jedinicom Park šume grada Varaždina s planom upravljanja područjem ekološke mreže čiji je



sastavni dio Dravska park šuma. Navedenom gospodarskom jedinicom gospodare Hrvatske šume d.o.o., Uprava šuma Podružnica Koprivnica, Šumarija Varaždin.

Opći ciljevi revitalizacije šume obuhvaćaju postizanje stabilne sastojinske strukture sanacijom i rekonstrukcijom dijelova šume koji su takvu strukturu izgubili. U prezrelim dijelovima sastojine provodit će se obnova i uspostava novog naraštaja odgovarajućim vrstama drveća sukladno prisutnom stanišnom tipu, a radovima njege pomlatka i mladika poželjnih vrsta iz prirodnog naplođenja osigurava se nesmetan rast i razvoj novog naraštaja. Uz to, redovitim uklanjanjem opasnih odumrlih stabala povećava se sigurnost posjetitelja šume. U cilju obnove šume identificirano je oko 7 % odnosno 6,04 ha prema kriterijima Studije u kojoj su za svih određenih 15 ploha dane preporuke za radove na obnovi. Radovi na revitalizaciji Dravske park šume provodit

će se od jeseni 2025. godine do svibnja 2027. godine, a uključivat će sječu starih stabala i nepoželjnih vrsta, pripreme radove te sadnju 20 000 sadnica preporučenih vrsta u tzv. Tully cijevi. Cilj revitalizacije urbane šume u okviru projekta InterACT Green usmjeren je na održivo upravljanje i obnovu šume kroz ekološki, znanstveni i tehnološki pristup. Naglasak je na stvaranje mlade mješovite sastojine autohtonih vrsta uz očuvanje pojedinačnih starih stabala te očuvanje obilježja prirodne park šume.

Projekt InteACT Green primjer je kako se urbano šumarstvo može razvijati kroz multidisciplinarni pristup i suvremene tehnologije, uz poštivanje prirodnih vrijednosti i pravnog okvira zaštite prirode. Posebna vrijednost projekta je u sinergiji između očuvanja bioraznolikosti i stvaranja atraktivnog, dostupnog i edukativnog prostora za građane.

Literatura:

Šumskogospodarska osnova, Uredajni zapisnik, 2016. – 2025., Hrvatske šume d.o.o., 2017.

Indir, K., Medak, J., Matošević, D., Đodan, M., Antolović Smoljan, I. (2024). Program regeneracije Dravske park šume. Hrvatski šumarski institut Jastrebarsko, Jastrebarsko

<https://baustela.hr/odrziva-gradnja/kakav-projekt-velika-sumska-oaza-na-sjeveru-dobit-ce-novi-izgled-i-dravsku-spicu-na-30-000-kvadrata/>

<https://priroda-vz.hr/>

<https://varazdin.hr/interact-green/>

<https://www.hrsume.hr/gradjani/eu-projekti/interact-green/>

<https://www.sumins.hr/projekti/19342/>

<https://visitvarazdin.hr/eu-projekti/europska-urbana-inicijativa/>

<https://portico.urban-initiative.eu/european-urban-initiative/interact-green-green-infrastructure-interactive-management-and-regeneration-tested-through-river>

EUROPEAN
U R B A N
INITIATIVE



Sufinancira
Europska unija



Znanstvena konferencija ICP Forests: FORECOMON 2026 i 42. sastanak Radne skupine ICP Forests

Dubrovnik, 4. – 8. svibnja 2026.

Nenad Potočić

Hrvatski šumarski institut

Od 2012. godine, znanstvena konferencija ICP Forests FORECOMON (Forest Ecosystem Monitoring Conference) redoviti je godišnji događaj koji se održava zajedno sa sastankom Radne skupine UNECE ICP Forests i okuplja publiku iz cijele Europe i šire.

Trinaesta znanstvena konferencija o motrenju šumskih ekosustava FORECOMON 2026 i 42. sastanak Radne skupine ICP Forests uspješno su održani od 4. do 8. svibnja 2026. godine u Dubrovniku. Ovaj prestižni međunarodni skup okupio je više od stotinu vodećih znanstvenika, stručnjaka i donositelja politika iz 26 zemalja. Domaćin ovogodišnjeg događanja bio je Nacionalni koordinacijski centar ICP Forests za Hrvatsku pri Hrvatskom šumarskom institutu, u bliskoj suradnji s Programskim koordinacijskim centrom ICP Forests pri Thuenen Institutu, Njemačka, i Znanstvenim odborom ICP Forests. Skup je započeo svečanim dočekom sudionika 4. svibnja, gdje je sudionike pozdravila ravnateljica Hrvatskog šumarskog instituta doc. dr. sc. Sanja Perić. Nakon znanstvenog skupa održanog 5. svibnja, sudionici su 6. svibnja sudjelovali u stručnoj ekskurziji, pri čemu su obišli lokacije od Dubrovnika do Pelješca, a obilazak arboretuma Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti u Trstenom organiziran je u suradnji s akademikom Igorom Anićem i uz stručno



vodstvo dr. sc. Ivana Šimića. Posljednja dva dana održan je godišnji radni sastanak predstavnika zemalja sudionica, voditelja stručnih tijela Programa, predstavnika tijela UN-a i partnerskih programa i projekata. U organizaciji skupa od strane HŠI-a sudjelovali su dr. sc. Tamara Jakovljević, dr. sc. Nenad Potočić, Robert Bogdanić, mag. ing. silv., Valentina Lovrić, mag. ing. silv., Andreja Krkuc, Monika Hlebić i Renata Tubikanec.





Ključni znanstveni naglasci konferencije FORECOMON 2026

Znanstveni dio programa pod nazivom *Integrating Ground- and Remote Sensing-based Forest Monitoring for Resilient Forests* bio je usmjeren na identificiranje i praćenje klimatskih izazova i posljedica onečišćenja zraka po šume, s posebnim naglaskom na osjetljivu mediteransku regiju i s glavnim fokusom na integraciju terenskih motrenja s metodama daljinskih istraživanja. Skup je otvorio prof. dr. Lars Vesterdal, predsjednik Znanstvenog odbora ICP Forests, a pozdravom su se pridružili dr. sc. Tamara Jakovljević i dr. sc. Nenad Po-

točić, predstavnici domaćina. Sudionici su kroz 15 usmenih i 55 posterskih izlaganja istaknuli nužnost sinergije između tradicionalnih metoda prikupljanja terenskih podataka i modernih tehnologija daljinskih istraživanja putem satelita i bespilotnih letjelica. Poseban doprinos raspravama dali su ugledni stručnjaci prof. dr. Cornelius Senf i dr. Marco Ferretti, koji su održali uvodna predavanja na temu budućnosti motrenja šuma.

Teme 42. sastanka Radne skupine ICP Forests

Radni sastanak ICP Forests otvorio je dosadašnji predsjedavajući, dr. Marco Ferretti, a nazočne su pozdravili dr. Kai Schwaerzel, koordinator programa, i dr. sc. Nenad Potočić, koordinator ICP Forests za Republiku Hrvatsku. Prva točka bila je smjena na čelu ICP Forests: dr. Marca Ferretija koji odlazi u mirovinu naslijedila je dr. Nathalie Cools.

Zasjedanje je nastavljeno sa sljedećim temama: ICP Forests baza podataka – status i budući zadaci, sporazum o suradnji s JRC te izvješća tijela Konvencije o prekograničnom onečišćenju (ICP Waters, ICP Integrated Monitoring, ICP Vegetation, ICP Modeling & Mapping/ Centre of Dynamic Modeling), nakon čega su godišnja izvješća podnijeli predsjedavajući stručnih skupina i radnih grupa ICP Forests, među kojima valja izdvojiti izvješća dviju novih radnih skupina, skupine za daljinska istraživanja i skupine za epigenetiku. Drugi dan skupa na programu su bila izvješća o suradnji s međunarodnim organizacijama (EANET, ENFIN, eLTER) i projektima (MONIFUN, ForWards, WILDCARD, PathFinder, Soil-Harmony, EU Lab, Laboratory of Forest Inventory).

Na kraju skupa donesena je odluka o sljedećem godišnjem sastanku i znanstvenoj konferenciji koji će se održati u svibnju sljedeće godine u Leuvenu, Belgija. Za sve zainteresirane informacije će biti na vrijeme dostupne na web stranicama programa ICP Forests (<https://www.icp-forests.net/>).



Milan Krmpotić: Mećava u Mrzlidolu

Raskošni književni opus književnika–šumara od nedavno je bogatiji za novi roman

Vicko Ivančević

Novi Vinodolski



Početkom prosinca prošle godine promoviran je roman „Mećava u Mrzlidolu” književnika Milana Krmpotića, našeg kolege diplomiranog inženjera šumarstva, u organizaciji Gradske knjižnice Senj i promotorice prof. Ane Prpić-Rogić, ravnateljice spomenute knjižnice. Ravnateljica je prvo pozdravila nazočne te ih prepustila da uživaju u nastupu klappe Senjkinje. Potom je ukratko izložila sadržaj romana smještenog u imaginarnom svijetu punom fantastičnih i nadrealnih bića, koja predstavljaju sadašnju, ali i vječnu borbu dobra i zla. U toj priči mogu uživati mladi čitatelji, ali i odrasli.

Bogata bibliografija književnika Milana Krmpotića sadrži 32 književna ostvarenja, uključujući i zapise „Pali Ikari” koji su upravo u tisku. Ugledna senjska ilustratorica Zrinka Ostović reprezentativno je uredila korice romana. Milan Krmpotić autor je više raznovrsnih književnih radova koji uključuju zbirke pjesama, pripovijetke, romane, epove, igrokaze, basne i prvi hrvatski bajkoviti roman o Sjevernom Velebitu „Ruka boga D’ana”. Uz to, autor je epa i romana o senjskim uskocima. August Šenoa također je napisao kratki roman „Čuvaj se senjske ruke”, a Vjenceslav Novak pripovijetku „Na samrtnoj uri”, ali njihov sadržaj opisuje tek uži segment

uskočkoga života. Nadalje, Krmpotić je autor prve zbirke pjesama na ikavskoj štokavici, zbirke basni u stihu, sonetnog vijenca u dvanaesteru o Senju i romana „Kraljevstvo pružene ruke” o životu branitelja nakon završetka Domovinskog rata. Uzme li se u obzir njegovo bogato i raznovrsno stvaralaštvo, Krmpotića možemo smatrati najplodnijim senjskim piscem. Osim toga, zastupljen je u pjesničkim antologijama i školskim čitankama, a njegova djela prevedena su na engleski, njemački i poljski jezik. Bio je i tajnik Senjskog književnog ognjišta od 1982. do 2002. godine.

U nastavku promocije autor je pročitao jedan odlomak iz najnovijeg romana, a zatim je promotorica pročitala osvrt profesora Marinka Krmpotića, književnog kritičara i novinara, na navedeno djelo koje, prema njegovom sudu, predstavlja zanimljiv spoj klasičnih bajki i basni s fantastikom. Upravo fantastika kao književni žanr, koji se u posljednjih pedeset godina ponajviše oslanja na književno stvaralaštvo autora kao što su Tolkien i George R.R. Martin, omogućuje stvaranje maštovitih novih svjetova koji su privlačni djeci i onima koji su nekada bili djeca. Autor je napisao roman kojeg će rado čitati stariji i zreliji čitatelji, ali i puno mlađe generacije jer će ih bez sumnje privući „štorija” o patuljcima, vješticama, kraljevima, demonima i čarobnjacima.

Priča počinje potjerom četvorice crnih jahača za muškarcem i sedmogodišnjim dječčićem. Jahači ih sustignu i opkole, ali dječčić uspije pobjeći te dva puna dana luta šumom dok ne naiđe na naselje u kojem mu jedna obitelj pruži pomoć i preda ga područnim vladarima, kralju Jelenku i kraljici Jeleni. Iako dječčić ima sedam godina, izgleda kao dvogodišnjak. Vladari ga zadrže, odgajaju i daju mu ime Kraljić. U takvim odličnim uvjetima života Kraljić se sprijatelji s njihovom kćerkom Lanom, zanemarujući njezin veliki bradavičasti nos. Naprotiv, Kraljić se zaljubljuje u Lanu, a kada u tinejdžerskoj dobi bude oteta, on kreće u potragu za njom. Nakon višegodišnjeg traganja Kraljić je pronalazi i oduševljen je njezinom ljepotom jer je njezina ružnoća (kojom je bila ukleta do dvadesete godine života, kao i on svojim patuljastim rastom) nestala i sada je ona prekrasna djevojka, a on prekrasan mladić. U takvim okolnostima postavlja se pitanje može li on kao mladić neplemičkog podrijetla postati njezin suprug, ali i to se uspije sretno rasplesti. Potraga Kraljića za Lanom traje više godina, a traži je posvuda, od svog Kraljevstva sretnog labuda do ostalih zemalja tog izmišljenog svijeta. Pri tome Kraljić zajedno sa svojim vjernim prijateljima vukom i medvjedom upada u niz veoma opasnih i naizgled nerješivih situacija, bori se s vojskama, vojnicima plaćenicima, silama zla, demonima i životinjama. Uz puno, puno muke, junaci romana nadvladaju prepreke i ostvare željenu sreću i snove te osiguraju pobjedu dobra nad zlom. Upravo taj klasični sukob svjetla i tame temelj je Krmpotićeva romana. Patuljak

koji je izgubio vezu s roditeljima i odrastao kod stranaca samo zahvaljujući potpunoj predanosti, ljubavi, poštenju i nizu ostalih pozitivnih ljudskih odlika uspijeva nadoknaditi milijune raznih poteškoća te ne samo pronaći svoju voljenu, već postati vladarom toga svijeta. Kraljić u tome ne bi uspio bez Lane i njezine vjere u njega, dječaka i mladića kojemu nije smetala njezina ružnoća. Pomažu mu pritom i prijatelji iz životinjskog svijeta. Koliko god negativci, predvođeni opakom Zlicom, majstoricom crne magije i spletkarenja, bili opasni i naočigled nepobjedivi, predstavnici dobra na kraju odnose potpuno zasluženu pobjedu. Upravo su to ključne pouke ovoga romana.

Iako je riječ o naizgled zaokruženoj i dovršenoj priči, prof. Marinko Krmpotić smatra da postoji mogućnost njezina nastavka. U osvrtu posjetiteljima senjski Krivopučanin Milan Krmpotić otvorene lirske duše opisao je svoju želju iz djetinjstva da od života stvori divnu i sretnu bajku. Bajkovite priče zanimalo su ga već u drugom razredu osnovne škole te ih je upijao iz knjiga bogate školske knjižnice. Kao školarac zavolio je bajke jer u njima, zlima unatoč, uvijek pobjeđuje pravda, dobro nad zlim, nježnost nad surovošću. Iz njih se uči o dobroti, časti, pravdi, pravednosti, ali i o ljubavi prema bližnjem i voljenom. U bajkama željeni život na koncu dominira nad neželjenim, pa su zato bajke omiljene svim uzrastima. Uz ogoljenu, počesto surovu stvarnost, čovjek mora sanjati. Mašta mnogo toga popravi i uljepša. Čovjek je ostario kada prestane sanjati. Knjigu ovakvog sadržaja rado će čitati i stari i mladi jer život sam po sebi nije ništa drugo nego ogoljena bajka. Kroz dugu povijest čovječanstva život se mijenjao i uvijek je uključivao borbu za opstanak koja je bila motiv i za ovu priču. No u životu čovjeka postoji nešto mnogo jače, a to su ljubav, vjernost i odanost, koje uz sve moguće promjene ostaju čiste i nježne te postaju kraljevnica sretna života. Ovom knjigom Milan Krmpotić zahvalio se djetinjstvu koje mu je razbudilo maštu i pokazalo da ljepota ne izvire samo iz krajolika nego i iz duha. Mašta je po mišljenju pisca drugo lice stvarnosti, pa je uz nju život ljepši, sadržajni i bogatiji.

Prvu je priču vezanu za rat napisao u sedmom razredu osnovne škole, a priča govori o njegovom ranom duhovnom sazrijevanju. Većina njegovih radova smještena je u prostore zavičaja kao velikog kraljevstva u našim srcima i važnom ishodištu naših identiteta. Premda se počesto zagubi u maglama života, djetinjstvo prema autoru živi u nama, čak i kad je u kasnu jesen života potražimo u davno prohujalom vremenu. Još i danas u mislima autor trčkara po livadama djetinjstva jureći za krpenjačom i zabija gol, još sanja o onoj koja će ga usrećiti i koja ga je usrećila. U toj se knjizi upletoše mladost i zrelost, san i java, pa je riječ o knjizi za sve uzraste. Čitanje po mišljenju autora pomaže otkriti vlastiti duhovni svijet. Ovu knjigu će čitati samo oni koji maštaju, jer čitati znači živjeti.

Prošle godine kolega Milan Krmpotić navršio je osam desetljeća života. Za radnog vijeka uspješno je obavljao poslove u šumarskoj operativi u svojstvu upravitelja nekolicine organizacijskih jedinica, stručnog voditelja uzgoja i zaštite šuma Uprave šuma Senj, direkcije Hrvatskih šuma, prvog direktora NP Sjeverni Velebit i kraće vrijeme direktora DIP-a Senj. Od ostalih mnogobrojnih aktivnost izdvaja se njegov višegodišnji angažman na uređenju Velebitskog botaničkog vrta, Šumarskog muzeja u Krasnu, Gradske park šume Nehaj i intenzivnih pošumljavanja senjskog primorskog krša. U okviru senjskog Ogranka obavljao je funkciju predsjednika u jednom mandatu i redovito sudjelovao u kulturnom dijelu programa mnogobrojnih šumarskih skupova u Senju. Njegova ljubav prema bogatom i raznovrsnom književnom stvaralaštvu zahtijevala je puno odricanja i vremena, ali uspjesi nisu izostali. Taj rad i doprinos ne zaslužuju samo pažnju, nego i pravi odgovor naše šumarske struke. Unatoč promjenama u našem sadašnjem društvu, na dnevnom redu redovite skupštine Hrvatskog šumarskog društva trebalo bi se pronaći malo prostora i za susret s našim kolegom i književnikom Milanom Krmpotićem.



Predstavljanje romana „Mečava u Mrzlidolu” autora Milana Krmpotića u Gradskoj knjižnici Senj.

Autor romana Milan Krmpotić i promotorica prof. Ana Prpić-Rogić.

Predstavljeno novo izdanje vodiča za šumovlasnike

Ivan Martinić

Centar za šumsku pedagogiju Silva.Rei



Područje stručnog štiva u šumarskom strukovno-praktičnom prostoru postalo je od kraja prošlog mjeseca bogatije za novu publikaciju. Riječ je priručniku-vodiču koji privatnim vlasnicima šuma u Republici Hrvatskoj na jednom mjestu nudi ključne informacije i razumljive smjernice za donošenje odluka o gospodarenju svojim šumama. Novoobjavljeni vodič, kako to navodi autor u predgovoru, ima namjeru biti orijentacija i praktični izvor informacija za razumijevanje ovodobne još veće uloge šumovlasnika u očuvanju prirode, okoliša i šume kao dragocjenog zelenog kapitala te globalno odlučujućeg resursa u održanju opće kvalitete života i razvoja u budućnosti.

U kontekstu aktualnih europskih zelenih politika za šumovlasnike ključno postaje pitanje kako osigurati financijsku održivost gospodarenja šumama pomoću rješenja koja uravnotežuju gospodarske interese povezane s proizvodnim funkcijama šume i pritom osiguravaju potencijal i kvalitetu svih drugih koristi od šuma. Na tragu navedenih izazova, u Zaboku je 29. travnja predstavljena

publikacija **Očuvanje bioraznolikosti u privatnim šumama – vodič za šumovlasnike** autora dr. sc. Ivana Martinića, voditelja Centra za šumsku pedagogiju Silva.Rei i bivšeg redovitog profesora Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu.

Autor vodiča je dr. sc. Ivan Martinić, voditelj Centra za šumsku pedagogiju Silva.Rei

Izdavač vodiča je Javna ustanova za upravljanje zaštićenim dijelovima prirode Krapinsko-zagorske županije Zagorje zeleno, Radoboj. Urednici izdanja su Petra Bralić i Ivan Martinić, suradnici u pojedinim temama izv. prof. dr. sc. Matija Landekić i mr. sc. Ivan Grginčić, a recenzenti dr. sc. Stjepan Dekanić i dr. sc. Marko Zorić.

Na 92 stranice, kroz 17 poglavlja, bogato ilustriran s preko 50 fotografija i ilustracija, vodič obrađuje brojna pitanja i različite aspekte gospodarenja šumama i očuvanja biološke raznolikosti u privatnim šumama.

Vodič obuhvaća:

- Predgovor
- Uvod: Te čudesne šume!
- Zašto je važna bioraznolikost šuma?
- Ključni pokazatelji šumske bioraznolikosti
- Ugrožavanje šuma i strane invazivne vrste
- Kako prepoznati što je uistinu biološki vrijedno u vašoj šumi?
- Što treba znati o strogo zaštićenim i ugroženim biljnim i životinjskim vrstama?
- Povezanost očuvanja prirode i gospodarenja šumama
- Propisane obveze očuvanja bioraznolikosti u gospodarenju šumama
- Očuvanje bioraznolikosti šuma u ekološkoj mreži Natura 2000
- Što treba znati o šumskim staništima u Krapinsko-zagorskoj županiji?
- Biološko bogatstvo šuma Strahinjčice i Ivančice u ekološkoj mreži Natura 2000
- Očuvanje šumskih stanišnih tipova i ciljnih šumskih vrsta u Planu upravljanja PU 075
- Očuvanje šumskih stanišnih tipova i ciljnih šumskih vrsta putem programa gospodarenja šumama (PGEM-a)
- Zašto su za očuvanje šumske bioraznolikosti najvažniji vlasnici šuma?
- Ključni aspekti gospodarenja šumama za očuvanje bioraznolikosti
- Što treba znati o sječi u vlastitoj šumi?
- Što vlasnici šuma trebaju znati o klimatskim promjenama?
- Mjera intervencije 72.01 – potpora za ograničenje u gospodarenju šumama u ekološkoj mreži
- Šumski bonton
- Zašto su šume toliko važne?

- Praktični savjeti za šumovlasnike
- Biološki pojmovnik
- Kontakti
- Izvori

Tako strukturiran vodič predstavlja vrijedan alat za povezivanje gospodarenja šumama i zaštite prirode, a posebno je važan za kvalitetnije razumijevanje pitanja očuvanja šumske bioraznolikosti svih zainteresiranih. Pritom se kroz brojne definicije, tumačenja i upute pitanja uže (šumarske) struke prevode na razinu razumijevanja svih onih koji su stavljeni pred obvezu i/ili izazov doprinosa postizanja cilja – svrhovitog gospodarenja šumama koje će uravnotežiti interese vlasnika šuma i potrebe očuvanja mrtvog drva, zaštite staništa rijetkih i ugroženih vrsta, održavanja raznolikog sastava i strukture šume, prilagodbe gospodarenja klimatskim promjenama i dr. Jer što su šume manje raznolike, manje su stabilne i otporne te takve stvaraju manje pogodnih uvjeta za brojne vrste pa tako i za ljude.

Povezano s tim navodimo jednu od istaknutih poruka vodiča:

„Upravo šumovlasnici odlučuju o načinu gospodarenja svojim šumama uključujući sječe i prorede te zaštitu i obnovu šume, ali i o svim drugim aktivnostima koje utječu na šumski ekosustav. Njihovi izbori pri gospodarenju mogu potaknuti ili ugroziti očuvanje bioraznolikosti u šumama više od svih ostalih čimbenika koji na njega utječu.“

Vodič za šumovlasnike možete u digitalnom obliku preuzeti na poveznici:

<https://www.zagorje-priroda.hr/publikacija/vodic-za-sumovlasnike-ocuvanje-bioraznolikosti-u-privatnim-sumama/>

Neka vam ovaj vodič bude ugodan i uspješan pratilac u radu!



Autor vodiča dr. sc. Ivan Martinić, voditelj Centra za šumsku pedagogiju Silva.Rei.

Posjet njemačkih šumara Hrvatskoj

Marijan Grubešić

Sveučilište u Zagrebu Fakultet šumarstva i drvene tehnologije

Članovi Saveza njemačkih šumara – ogranak Baden-Württemberg, boravili su u Hrvatskoj od 6. do 11. travnja 2026. godine. Savez, odnosno ogranak, svake godine organizira jednotjedni stručni izlet u neku šumarima zanimljivu destinaciju. Ove godine, za svoj 25. šumarski izlet s Peterom Ostertagom, a na prijedlog i preporuku dobrog poznavatelja Hrvatske i našeg šumarstva, prof. dr. sc. Wolganga Schrödera, izbor je pao na Hrvatsku. Glavni cilj posjeta bilo je Lonjsko polje. Većina gostiju je ovom prilikom prvi puta boravila u Hrvatskoj, a svi gosti, njih ukupno 40, prvi puta su posjetili Lonjsko polje.

Još krajem prošle godine započeli su intenzivni kontakti oko organizacije izleta i programa. Naravno, u maniri pedantnog planiranja, svaki dio programa trebalo je detaljno razjasniti, vremenski uskladiti program te osigurati stručno vođenje u

okviru dnevnog programa.

U konačnici tjedni program je usklađen i prihvaćen kao i termin boravka u Hrvatskoj.

Prihvaćeni program, s obzirom na ciljano područje, odnosno Lonjsko polje, uvelike je ovisio o vremenskim prilikama, no na sreću cijeli tjedan je bilo lijepo vrijeme te je sve što je planirano u konačnici i realizirano.

Uzevši u obzir udaljenost od oko 800 kilometara do Ivanić-Grada, gdje su gosti cijelo vrijeme bili smješteni, prvi dan je protekao u vožnji koja je trajala punih 10 sati.

Drugi dan bio je realiziran u ciljanom području – u Parku prirode Lonjsko polje.

Prva točka posjeta i stručnog programa bilo je Krapje, centar Javne ustanove Parka prirode Lonjsko polje. Profesionalno osoblje upoznalo je goste s Parkom, njegovim ciljevima, zadaćama i postignućima. Obilazak ograđenih prostora u kojima se uzgajaju turopoljske svinje i podolska goveda bilo je osobito zanimljivo zbog tradicionalnog načina uzgoja i očuvanja i autohtonih domaćih životinja.

Izuzetan interes izazvala je graditeljska baština, uključujući posavske drvene kuće, stil njihove gradnje, raspored prostorija i niz drugih detalja koji su bili u fokusu obilaska Krapja.

Gospodarenje vodama i uloga retencije na Lonjskom polju predstavljani su na Ustavi Trebež, a potom i na polju Mužilovčica, gdje nas je dočekalo nepregledno jezero. Takvo gospodarenje vodama i ekstenzivni uzgoj konja, krava, pitomih svinja i gusaka teško je zamisliti i predočiti dok se ne doživi.

Posjet Čigoču, europskom selu roda, poseban je doživljaj gostima koji ga prvi puta posjete. Gnijezda na krovovima s rodama, koje su uglavnom već sjedile na jajima, suživot čovjeka s prirodom i život





kao u prošlim vremenima su nešto je što se danas rijetko viđa. Vidljive posljedice depopulacije ovog prostora ponajprije se odražavaju kroz brojne napuštene ili već ruševne kuće. U novom edukativo-informativnom centru u Čigoču kroz prezentaciju i stručno predavanje dodatno je prikazano šire područje Lonjskog polja, života u njemu i važnost očuvanja prirodne baštine Hrvatske.

Dodatno raspoloženje i oduševljenje Posavinom ostvareno je dobrodošlicom i gastronomskom ponudom u tradicionalnom stilu – u Tradiciji Čigoč.

Cjelodnevni boravak u Lonjskom polju i vožnja uza Savu, uz mrtvice, kroz posavska sela, pored starih kuća, uz ekstenzivnu poljoprivredu, gnijezda s rodama i autohtonim domaćim životinjama ostavili su izuzetan dojam na goste.

Treći dan nastavilo se razgledavanje znamenitosti Lonjskog polja. Prijepodnevni program realiziran je na području Osekova, gdje je uz stručno vođenje i prezentacije omogućen susret s domaćim životinjama u tradicionalnom načinu uzgoja. Konji i krave, zaprežna kola i tradicionalni način života servirani su „na dlanu“. Iako je Lonjsko polje, odnosno retencija, najvećim dijelom pod vodom, na gredama se ipak zadržava stoka.

Popodnevni program realiziran je obilaskom Ivanić-Grada te upoznavanjem s povijesnim i kulturnim znamenitostima ovog mjesta.

Četvrti dan organiziran je posjet Zagrebu. Program je započeo posjetom Fakultetu šumarstva i drvne tehnologije, gdje su gosti upoznati s fakultetom, nastavnim programom i NPŠO, a potom su imali priliku obići novoobnovljeni paviljon IV te laboratorije drvne tehnologije.

Obilazak Parka Maksimir, ponovno uz stručno vođenje, omogućio je uvid u najpoznatiji zagrebački park, ali i u posljedice nevremena koje je poharalo park i šire područje Zagreba. Stoljetna stabla s jedne strane izazivaju divljenje, a s druge žaljenje zbog posljedica oluje.

Poslijepodnevni program obuhvatio je obilazak centra grada i znamenitosti metropole.

Peti dan ponovno je posvećen Lonjskom polju, ali ovoga puta njegovoj poplavnoj šumi. Goste su prvo srdačno dočekale kolege iz UŠP Nova Gradiška i šumarije Stara Gradiška na ulazu u prašumu Prašnik. Šetnja kroz stoljetna stabla divovskih hrastova za šumare je bio posebni doživljaj. Nikad viđena hrastova stabla imponantnih dimenzija ostavljaju bez daha te su mnogi zaista priznali: „nikad nisam vidio ovakva stabla u šumi!“



Uz impresivne dojmove i mnoštvo fotografija uz pozdrav s domaćinima otišlo se posjetiti NPŠO Lipovljani. Goste su ponovno srdačno dočekani uz uobičajenu gostoljubivost i provjerenu gastronomsku ponudu – lovački gulaš.

Predstavljanje NPŠO, gospodarenje šumom, gospodarenje lovištem i divljači bile su teme popodnevno programa. Obilazak odjela u svim dobnim razredima zorno je prikazalo gospodarenja nizinskim šumama, s osobitim naglaskom na prirodnu obnovu. Posjetom NPŠO završio je službeni program koji je zaključen nastupom lovačkih rogista uz melodije pozdrava šumi, zahvale i lovačkog pozdrava.

Upravo su rogisti koje čine 13 članova društva dali specifični pečat gostovanju u Hrvatskoj. Naime, svaki dan započinjao je postrojanjem i sviranjem melodija, a na isti način je i završavao.

Šesti dan bio je posljednji dan posjeta Hrvatskoj i ponovno je uslijedila višesatna vožnja autobusom do svojih domova.

Izvješće sa stručne ekskurzije, koje su njemački šumari objavili na svojim web-stranicama, ima zanimljiv naslov: „Brdo mesa i gumene čizme“. Naime, bili su iznenađeni gastronomskom ponudom i obiljem hrane te načinom života u Posavini gdje je, osobito u proljeće, nemoguće kretati se bez gumenih čizama.



Izvješće svojih doživljaja tijekom boravka u Hrvatskoj sudionici su završili na sljedeći način: „...uz bogatu večeru s ribljim specijalitetima, završava izleta ispunjen fascinantnim uvidom u potpuno drugačiji svijet“ (Thomas Vorwerka).

Cijelo izvješće dostupno je na: <https://www.bdf-bw.de/aktuelles/news/fleischberge-und-gummistiefel/>



Zapisnik 1. sjednice Upravnog odbora HŠD 2026. godine

održane 24. travnja 2026. u Lovačkoj kući Babinac UŠP Bjelovar s početkom u 12 sati

Nazočni članovi Upravnog odbora: akademik Igor Anić (predsjednik), Emil Balint, dipl. ing. šum., Daniela Cetinjanin, dipl. ing. šum., Nevena Zrnić, dipl. ing. šum. (umjesto Davida Crnića, dipl. ing. šum.), mr. sp. Mandica Dasović (dopredsjednica), Anto Glavaš, dipl. ing. šum., Slavica Zemljić, dipl. ing. šum. (umjesto Gorana Gopca, dipl. ing. šum.), mr. sc. Goran Gregurović, prof. dr. sc. Marijan Grubešić, prof. dr. sc. Marilena Idžojtić, prof. emer. dr. sc. Boris Hrašovec, prof. dr. sc. Vladimir Jambrečković, Marina Juratović, dipl. ing. šum., Ivan Krajačić, dipl. ing. šum., Valentina Kulaš, dipl. ing. šum., Dorica Matešić, dipl. ing. šum., Darko Mikičić, dipl. ing. šum., Martina Pavičić, dipl. ing. šum., doc. dr. sc. Sanja Perić, Darko Posarić, dipl. ing. šum. (dopredsjednik), Ankica Komadina, univ. spec. silv. (umjesto Ante Šimića, dipl. ing. šum.), mr. sc. Dragomir Pfeifer (umjesto mr. sc. Dalibora Tonca), Davor Topolnjak, dipl. ing. šum., izv. prof. dr. sc. Dinko Vusić i dr. sc. Silvija Zec – ukupno 25

Ostali nazočni: Goran Bukovac, dipl. ing. šum. (predsjednik Nadzornog odbora), Branko Meštrić, dipl. ing. šum. (član Nadzornog odbora), Davor Prnjak, dipl. ing. šum. (član Nadzornog odbora), Oliver Vlajnić, dipl. ing. šum. (tajnik), Biserka Marković, dipl. oec. (voditeljica računovodstveno-financijskih poslova) i Damjan Metličić, dipl. ing. šum. (tajnik Ogranka „Dalmacija“ Split) – ukupno 6

Ispričani: mr. sc. Boris Belamarić, mr. sc. Damir Delač, Damir Dramalija, dipl. ing. šum., Goran Gobac, dipl. ing. šum., Krešimir Jakupak, dipl. ing. šum., Josip Kovačić, dipl. ing. šum., izv. prof. dr. sc. Stjepan Mikac, Damir Miškulin, dipl. ing. šum., Krešimir Pavić, dipl. ing. šum., Ante Šimić, dipl. ing. šum., prof. dr. sc. Ivica Tikvić, mr. sc. Dalibor Tonc, Dražen Zvirotić, dipl. ing. šum. i Mario Bošnjak, dipl. ing. šum. (član Nadzornog odbora) – ukupno 14

Sveukupno nazočnih: 31

U privitku e-poziva za 1. sjednicu UO HŠD 2026. 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. Obavijestio je sudionike sjednice da je delegacija središnjice HŠD prije sjednice posjetila gradsko groblje Borik u Bjelovaru i odala počast 2024. godine preminuloj nekadašnjoj predsjednici Nadzornog odbora HŠD i predsjednici Ogranka Bjelovar Marini Mamić, dipl. ing. šum.

Pozdravio je Martinu Pavičić, predsjednicu Ogranka Bjelovar, domaćina ove sjednice. Martina Pavičić pozdravila je sve nazočne u ime svoga Ogranka i najavila nazočnost ostalih predstavnika UŠP i Ogranka Bjelovar tijekom popodneva i sutrašnjeg dana.

Predsjednik Igor Anić utvrdio je kvorum (25 članova UO od mogućih 35 – 71 % i 3 člana NO od mogućih 4 – 75 %) te predložio sljedeći **dnevni red**:

1. Ovjera zapisnika 2. sjednice Upravnog odbora HŠD 2025. godine (objavljen u Šumarskom listu 11-12/2025) i 1. elektroničke sjednice Upravnog odbora HŠD 2026. godine (objavljen u Šumarskom listu 3-4/2026)
2. Obavijesti

3. Aktualna problematika

4. Šumarski list i ostale publikacije

5. Pitanja i prijedlozi.

Dnevni red jednoglasno je usvojen.

Ad 1. Ovjera zapisnika 2. sjednice Upravnog odbora HŠD 2025. godine (objavljen u Šumarskom listu 11-12/2025) i 1. elektroničke sjednice Upravnog odbora HŠD 2026. godine (objavljen u Šumarskom listu 3-4/2026)

Zapisnik 2. sjednice Upravnog odbora HŠD 2025. godine jednoglasno je usvojen bez primjedbi. Zapisnik 1. elektroničke sjednice Upravnog odbora HŠD 2026. godine jednoglasno je usvojen bez primjedbi.

Ad 2. Obavijesti

Predsjednik Igor Anić prezentirao je obavijesti od prošlogodišnje 2. sjednice UO HŠD održane 27. studenog 2025:

- 15. – 16. prosinca 2025. – U organizaciji Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i ribarstva u Termama Tuhelj održani su 5. Dani poljoprivrede, ribarstva i šumarstva. Na otvorenju sudjelovali su predsjednik Vlade RH Andrej Plenković, potpredsjednik Vlade RH i ministar poljoprivrede, šumarstva i ribarstva David Vlačić, predsjednica Odbora za poljoprivredu Marijana Petir te brojni drugi gosti.

- 13. siječnja 2026. – U Direkciji Hrvatskih šuma d.o.o. održan je sastanak predsjednika HŠD akademika Igora Anića i tajnik HŠD Olivera Vlanića s predsjednikom Uprave Hrvatskih šuma Joškom Radanovićem. Na temelju zaključka sa sastanka nastavljena je pretplata Hrvatskih šuma na Šumarski list u 2026. godini.
- 18. – 24. siječnja 2026. – U autonomnoj talijanskoj pokrajini Furlanija-Juljska krajina u mjestu Forni Avoltri održano je 56. Europsko šumarsko natjecanje u nordijskom skijanju. HŠD je organizirao sudjelovanje za jedanaest hrvatskih natjecatelja. Osvojene su dvije medalje, Marija Gubić srebrnu i Mladen Šporer brončanu. U organizaciji je pomogao i Fakultet šumarstva i drvne tehnologije.
- 30. siječnja 2026. – Hrvatsko šumarsko društvo prvi puta se prijavilo za sudjelovanje u 21. Noći muzeja koju organizira Hrvatsko muzejsko društvo. HŠD je za temu odabrao svoje obljetnice „180 godina Hrvatskoga šumarskog društva i 150 godina Šumarskog lista“. Za tu prigodu prostorija u kojoj se nalazi Šumovid iz 1896. godine preuređena je u Šumarovu sobu. Između 18 sati i 1 sat poslije ponoći zabilježeno je oko 300 posjetitelja. Omogućen im je obilazak Šumarskog doma, prezentacija povijesti šumarstva, igre i edukacije te glazbeni renesansni program. Kao suorganizator sudjelovale su i Hrvatske šume d.o.o. Prema pozitivnim reakcijama posjetitelja ovaj vid prezentacije može se ocijeniti opravdanim i preporučljivim za slično djelovanje i ubuduće.
- 3. – 6. veljače 2026. – U Opatiji je održan 68. seminar biljne zaštite. Sudjelovala je i Šumarska sekcija pri Hrvatskom društvu biljne zaštite.
- 6. veljače 2026. – Održan je Dan otvorenih vrata Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije. Prodekan FŠDT Dinko Vusić dopunio je obavijest informacijom da svake godine raste broj posjetitelja, a ove godine bilo ih je oko 800.
- 1. ožujka 2026. – Republika Hrvatska formalno je proglašena zemljom bez mina. Posljednja mina uklonjena je početkom 2026. godine u Ličko-senjskoj županiji. Razminiranje je trajalo 30 godina od završetka Domovinskog rata. Šumska područja bila su najizazovnija za razminiranje te su šume bila posljednja razminirana područja.
- 2. ožujka 2026. – Na Fakultetu šumarstva i drvne tehnologije u organizaciji Hrvatskoga inženjerskog saveza i Akademije tehničkih znanosti Hrvatske obilježen je Dan inženjera Republike Hrvatske. Tema skupa bila je „Inženjerstvo za održivu budućnost – SDG 9 u Hrvatskoj“. Sudjelovalo je i više članova HŠD.
- 11. ožujka 2026. – Fakultet šumarstva i drvne tehnologije bio je domaćin petog sastanka šumarske koordinacije. Osim uobičajenih sudionika sastanka 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 sastanku su ovaj put nazočili ispred resornog ministarstva državni tajnik Marinko Beljo i ravnateljica Uprave za šumarstvo, lovstvo i drvnu industriju dr. sc. Renata Ojurović te prorektor Sveučilišta u Zagrebu prof. dr. sc. Tibor Pentek. Rezultat sastanka bili su zaključci od šest točaka:
 - *Ističe se nužnost izrade Nacionalne šumarske strategije Republike Hrvatske, definirane*
 - *zakonom o šumama, koja će uvažiti sve aktualne zahtjeve prema šumama na nacionalnoj, europskoj i globalnoj razini te utjecaj klimatskih promjena na šume. U izradi strategije treba uključiti sve najvažnije sastavnice šumarskog i drvarskog te sektora zaštite prirode i okoliša, ali i ostale potrebne sektore u cilju definiranja međusobnih odnosa.*
 - *Budući da je razminiranje Republike Hrvatske završeno sredstva općekorisnih funkcija šuma (OKFŠ) namijenjena proteklih godina u tu svrhu treba ponovno koristiti za šumarske radove u državnim i privatnim šumama. Treba nastojati povećati stopu izdvajanja za općekorisne funkcije šuma jer šumarstvo ne može samo financirati rastuće potrebe sanacije, obnove, njege i zaštite šuma nakon šteta uzrokovanih sve češćom i intenzivnijom pojavom elementarnih nepogoda, štetnika i novih bolesti.*
 - *U pregovaračkom procesu između javnog šumoposjednika i hrvatske drvne industrije tijekom 2027. godine treba uspostaviti novi model prodaje drvnih proizvoda iz državnih šuma koji će prvenstveno više vrjednovati tržišni model prodaje uz određenu zaštitu domaće drvne industrije. Takav model donijet će veći prihod državi kao vlasniku šuma, jedinicama lokalne uprave i samouprave i šumarstvu koje je suočeno s rastućim izazovima i potrebama ulaganja u poboljšanje vitaliteta, stabilnosti i produktivnosti podjednako visokih šuma i degradiranih šuma.*
 - *Ističe se podrška zaštiti šumarske struke i kompetencija iskazana kroz prigovor na natječaj APPRRR za provedbu intervencije 73.08. Izgradnja šumske infrastrukture iz Strateškoga plana RH. Sukladno Zakonu o šumama šumska infrastruktura sastavni je dio šume i šumskoga zemljišta, koju projektiraju, izgradnju vode i nadziru stručnjaci šumarske struke, ovlaštene inženjeri šumarstva što potvrđuje nadležno ministarstvo u svom tu-mačenju iz 2021. godine.*
 - *Predlaže se izmjena članaka 59. i 73. u postupku izrade prijedloga Zakona o izmjenama i dopunama Zakona o lovstvu koji u sadašnjem obliku ne priznaje prava stečena obrazovanjem i radnim iskustvom i neselektivno predviđaju polaganje dodatnih ispita za lovočuvare i ocjenjivača trofeja i lovniku čime se posredno degradira struka.*
 - *Poziva se na jačanje suradnje i češću komunikaciju između Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i ribarstva te Uprave šumarstva, lovstva i drvne industrije sa znanstvenim i strukovnim institucijama. U skladu s tim pohvaljuje se sudjelovanje na sastanku državnog tajnika i Ravnateljice uprave i iskazuje vjerovanje u dolazak resornog ministra na jedan od sljedećih sastanaka.*
- 13. ožujka 2026. – U Lipovljanima u sklopu 12. Dana Josipa Kozarca održan je znanstveno-stručni skup „Josip Kozarac kao šumarski društveni djelatnik i urednik“.
- 16. ožujka 2026. – Stupio je na snagu Pravilnik o zakupu šumskog zemljišta objavljen u Narodnim novinama 26/2026 od 13. ožujka 2026. Pravilnikom se propisuju kriteriji i postupak za davanje u zakup šumskog zemljišta u vlasništvu Republike Hrvatske kojim gospodari javni šumoposjednik. Također se uređuje dokumentacija potrebna za javni poziv, trajanje zakupa te kriteriji za raskid ugovora o zakupu.

- 21. ožujka 2026. – Međunarodni dan šuma obilježen je s velikim brojem aktivnosti kako od strane središnjice i ogranka HŠD tako i od drugih šumarskih i nešumarskih organizacija i institucija. Detaljnije o obilježavanju može se pročitati u članku posvećenom ovogodišnjem Međunarodnom danu šuma u Šumarskom listu 3-4/2026.
- 28. ožujka i 10. travnja 2026. – U Bjelovaru su održane projekcije dokumentarnog filma „Lađa u New Yorku“. Film je posvećen projektu u organizaciji Udruge za očuvanje neretvanske baštine iz Opuzena održanom u New Yorku od 19. do 25. svibnja 2025. u čast 33. obljetnice primanja Republike Hrvatske u Ujedinjene narode. Dio projekta bili su članovi Ogranka Bjelovar s lađarskom ekipom „Šumari“.
- 14. travnja 2026. – Uprava Hrvatskih šuma d.o.o. donijela odluku o objavljivanju podataka šumskogospodarskih planova na mrežnim stranicama Društva. Za preuzimanje podataka u pdf formatu svih gospodarskih jedinica državnih šuma dostupni su uređajni zapisnik, površine (iskaz površina šuma i šumskih zemljišta, popis katastarskih čestica), podaci o odsjeku, drvena zaliha i prirast, propis sječa, radovi gospodarenja šumama, OKFŠ i ugroženost od požara te sva rješenja i suglasnosti nadležnih ministarstava.
- 23. travnja 2026. – Na Fakultetu šumarstva i drvne tehnologije održana je prva promocija knjige „Natjecanja šumskih radnika sjekača, 1963. – 2024.“ autora Mirka Balale. Druga promocija bit će 28. travnja 2026. u Koprivnici. Predsjednica Ogranka Koprivnica Marina Juratović pozvala je sve zainteresirane da dođu na promociju.
- Hrvatski inženjerski savez i dalje koristi prostor Šumarskog doma za održavanje sjednica Upravnog odbora dok traje obnova zgrade HIS-a. Od početka godine održane su dvije sjednice i rezerviran je termin za još dvije sjednice do lipnja.
- Predsjednik akademik Igor Anić svojom promidžbom studentima prve godine diplomskog studija i ove godine učlanio je ukupno 25 novih članova studenata u 10 ogranka (Bjelovar, Delnice, Koprivnica, Nova Gradiška, Požega, Senj, Sisak, „Dalmacija“ Split, Vinkovci i Zagreb). U tri godine učlanjeno je ukupno 10 profesora, 2 stručna suradnika i 78 (25+28+25) studenata Fakulteta što je ukupno 90 novih članova.

Članovi UO i NO podnijeli su sljedeće obavijesti:

- Predsjednik Akademije šumarskih znanosti Marijan Grubešić izvijestio je o dopisu upućenom u ime Akademije šumarskih znanosti prema Hrvatskom inženjerskom savezu s prijedlogom da 2028. godine Dan inženjera bude posvećen inženjerima šumarstva i drvne tehnologije povodom obilježavanja 130 godina Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije. Dobio je odgovor da se prijedlog prihvaća.
- Marijan Grubešić zahvalio se Fakultetu šumarstva i drvne tehnologije, predsjedniku HŠD Igoru Aniću te Ogranku Nova Gradiška radi primanja u posjet šumara Baden-Württemberga u prostoru Fakulteta te na području NPŠO Lipovljani i Lonjskog polja.
- Marijan Grubešić zahvalio se Hrvatskim šumama d.o.o. i njegovim zaposlenicima po podružnicama kao terenskim suradnicima u proteklih 30 godina od ispuštanja dabra u

RH. Napravljen je dokumentarni film o dabru za koji predlaže da se prikaže članovima Upravnog odbora.

- Branko Meštrić najavio je održavanje 13. Festivala povijesti Klifofest od 5. do 8. svibnja 2026. u prostoru Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu. Hrvatsko šumarsko društvo dobilo je poziv za sudjelovanje na festivalu. Poziv je došao zahvaljujući glazbenom sastavu Flauto Dolce Consort koji je sudjelovao na Noći muzeja u Šumarskom domu pa je preporučio organizatorima pozivanje HŠD. Tako će 7. svibnja 2026. biti održano predavanje na temu „180 godina Hrvatskog šumarskog društva i 150 godina Šumarskog lista“ uz prateću izložbu o povijesti hrvatskog šumarstva.
- Predsjednica HKIŠDT Silvija Zec dostavila je pobjednički video međunarodnog natjecanja na završetku projekta Fem2Forests. Cilj natjecanja bio je potaknuti i promovirati prisutnost žena u šumarskoj struci. Video je djelo učenice Srednje škole Delnice smjer šumarstva Chiare Gašparac, a svi nazočni na sjednici nakon gledanja videa pozdravili su ga aplauzom.
- Ravnateljica Hrvatskoga šumarskog instituta Sanja Perić izvijestila je kako su 7. travnja 2026. započeli radovi izgradnje novih laboratorija te rekonstrukcija postojećih zgrada Hrvatskoga šumarskog instituta. Radovi se financiraju bespovratnim sredstvima iz Mehanizma za oporavak i otpornost (podkomponenta C3.2. „Podizanje istraživačkog i inovacijskog kapaciteta“) za čije provođenje je nadležno Ministarstvo znanosti, obrazovanja i mladih.

Ad 3. Aktualna problematika

a) Fiskalizacija 2.0

Voditeljica računovodstveno-financijskih poslova HŠD Biserka Marković upoznala je članove UO s trenutnim stanjem Fiskalizacije 2.0 koja je počela od 1. siječnja 2026.

Glavne značajke bitne za ogranke su sljedeće:

Računi dobavljača za cijeli HŠD dolaze preko iste pristupne točke u FINI (s kojom smo ugovorili uslugu posredovanja).

E-račun otvaramo u središnjici, utvrdimo kojem ogranaku pripada i e-poštom dostavljamo ogranaku na ovjeru. Ovjera podrazumijeva žig likvidirano s odgovarajućim potpisima te tekstom ovjere iz kojeg je vidljivo o kojoj vrsti troška se radi i u koju svrhu je trošak napravljen. Račun je potrebno ovjeriti odmah jer prispjele račune dužni smo zaprimiti unutar pet dana. Naravno, pod uvjetom da su ispravni.

Ovdje trebamo napomenuti da zaprimiti ne znači i konačno prihvatiti. Račun se u kasnijem postupku, ako zbog bilo čega ne odgovara, može odbiti uz potrebno obrazloženje.

Račun koji primite od središnjice jedini je koji ćete primiti tako da s njim postupate kao i ranije s računima koje ste primili poštom.

Značajna je razlika što se sada računi promptno ovjeravaju i već se nalaze u središnjici tako da se mogu pravovremeno knjižiti.

Nakon toga račun plaćate u ugovorenom roku.

Računi koji su izdani od dobavljača kod kojih robu nabavljamo i plaćamo karticom su druga priča. Njih je potrebno ovjeriti kao i prije žigom likvidirano i odgovarajućim potpisima te tekstom ovjere iz kojeg je vidljivo o kojoj vrsti troška se radi i u koju svrhu je trošak napravljen. Njih je potrebno

poslati odmah po primitku s obzirom da trošak treba biti evidentiran u razdoblju kada je nastao.

Treća kategorija računa je od dobavljača koji još nisu obveznici izdavanja e-računa. S njima je postupak kao i kod prethodne grupe.

Izlazni računi – nema promjene. Račune izdaje središnjica. Bitno je da središnjica ima pravovremenu informaciju o datumu kada je račun plaćen s obzirom da postoji obveza izveštavanja o naplaćenim računima.

b) Arhivska i dokumentarna građa HŠD

Tajnik HŠD Oliver Vlainić izvijestio je o ovoj točki:

Dana 29. siječnja 2026. obavljen je stručni nadzor nad zaštitom arhivskog i dokumentarnog gradiva HŠD. Posljednji nadzor u HŠD bio je 17. ožujka 2010. S obzirom na povijest stvaratelja i značaj dokumentacije Hrvatski državni arhiv upisao je HŠD u Upisnik vlasnika ili posjednika privatnoga arhivskog gradiva te uveo na Popis stvaratelja dokumentarnog i arhivskog gradiva u nadležnosti arhiva. Rezultat nadzora je službena bilješka u kojoj je konstatirano da treba ili bi bilo korisno poduzeti sljedeće radnje do 31. prosinca 2026.: urediti prostore pismohrane (moguće je konzultirati HDA) te popisati ukupnu dokumentaciju i popis dostaviti HDA. Predloženo je da se u Statut doda članak u kojem bi se spomenula povijest i tradicija Društva te važnost zaštite ukupne dokumentacije. Da bi se to ostvarilo treba obvezati ogranke da dostavljaju zapisnike godišnjih skupština te bi sa zapisnicima UO i Skupštine HŠD bilo vidljivo ukupno

djelovanje HŠD kroz godinu. To zahtjeva izmjenu i dopunu Statuta HŠD na sljedećoj sjednici Skupštine HŠD.

c) Članarina

Tajnik Oliver Vlainić izvijestio je o ovoj točki:

Na prošloj 2. sjednici UO HŠD 2025. godine zaključeno je da se za sljedeću sjednicu predloži visina povećane članarine. Stavovi o visini članarine po ograncima nisu ujednačeni. Konzultirana je pravna usluga časopisa Udruga.hr. Predložena je izmjena i dopuna Statuta koja bi omogućila postojanje minimalne jedinstvene članarine. Na temelju prijedloga pojedinog ogranka utvrdila bi se povećana članarinu za taj ogranak. Skupština ogranka predložila bi iznos članarine veće od minimalne jedinstvene članarine HŠD-a i dala Skupštini HŠD-a na usvajanje. U obličavanju Izmjena i dopuna Statuta HŠD pomoglo je odvjetničko društvo Kos & Partneri.

d) Prijedlog izmjena i dopuna Statuta HŠD

Tajnik Oliver Vlainić obrazložio je prijedlog izmjena i dopuna Statuta HŠD:

Na temelju članka 13. i članka 18. stavka 1. Zakona o udru-gama (Narodne novine br. 74/14, 70/17, 98/19, 151/22) te članka 38. Statuta Hrvatskoga šumarskog društva, Skupština Hrvatskoga šumarskog društva, Trg Mažuranića 11, 10000 Zagreb, OIB: 11405440075, na 130. redovitoj izbornoj sjednici održanoj _ . _ 2026. u Zagrebu, donosi sljedeće:

IZMJENE I DOPUNE STATUTA HRVATSKOGA ŠUMARSKOG DRUŠTVA

Prijedlog izmjena

Članak 1.

U Statutu Hrvatskoga šumarskog društva (pročišćeni tekst usvojen na Skupštini 4. rujna 2015. godine, s naknadnim izmjenama i dopunama) mijenja se članak 13., koji izmijenjen glasi:

*Višak prihoda nad rashodima ostvaren u obavljanju gospodarskih djelatnosti **iz članka 12.** ovog Statuta HŠD može koristiti isključivo za ostvarivanje svojih ciljeva, a nikako radi stjecanja dobiti.*

Članak 2.

U Statutu Hrvatskoga šumarskog društva dopunjuje se članak 16., kojem se dodaju stavci 5, 6 i 7, a koji dopunjen glasi:

- (1) *Rad HŠD-a je javan. Javnost rada osigurava se i ostvaruje pravodobnim i istinitim obavještavanjem članova HŠD-a putem svog znanstveno-stručnog i staleškog glasila „Šumarski list“ utemeljenog i tiskanog od 1. siječnja 1877. godine neprekidno do danas. Javnost rada ostvaruje se i pravodobnim izvješćivanjem članstva o radu HŠD-a i značajnim događajima putem mrežnih stranica ili pisanim izvješćima, na posebnim skupovima ili na drugi prikladan način te javnim priopćavanjem.*
- (2) *Podaci o HŠD-u javno su dostupni sukladno pozitivnoj regulativi Republike Hrvatske o poslovanju neprofitnih organizacija.*
- (3) *Isprave i podaci, čije objavljivanje široj javnosti može štetiti interesima HŠD-a ili njenih članova, kao podaci o novim planovima, programima i dr. podliježu tajnosti HŠD-a.*
- (4) *U slučaju kada se projekti HŠD-a financiraju iz javnih izvora, dostavljaju se detaljna izvješća o potrošnji sredstava tijelima čija su sredstva korištena u realizaciji projekta (državni proračun, jedinica lokalne i područne samouprave, fondovi i drugi javni izvori).*
- (5) *HŠD svoju dokumentaciju čuva trajno. Dokumentacija stvarana od osnivanja HŠD-a 1846. godine ima trajnu povijesnu vrijednost za šumarsku i drvarsku struku te za hrvatsku kulturnu i znanstvenu baštinu. Radi čuvanja tradicije HŠD-a i navedenih struka te u skladu s propisima o zaštiti arhivskoga gradiva, obveza je središnjice i svih ogranka HŠD-a stvarati i trajno čuvati godišnja izvješća o radu, koja mogu biti sadržana u zapisnicima redovitih godišnjih skupština ili kao zasebna izvješća o radu.*

- (6) **Svaki ogranak HŠD-a dužan je jednom godišnje, najkasnije do 31. ožujka tekuće godine za prethodnu kalendarsku godinu, dostaviti središnjici HŠD-a godišnje izvješće o radu ogranka ili zapisnik redovite godišnje skupštine ogranka iz kojeg je vidljivo ukupno djelovanje ogranka u prethodnoj kalendarskoj godini.**
- (7) **Središnjica HŠD-a čuva dokumentaciju svih ogranka zaprimljenu sukladno stavku 6. ovoga članka u pismohrani HŠD-a te je dužna njome upravljati u skladu s važećim propisima o zaštiti arhivskoga i dokumentarnog gradiva.**

Članak 3.

U Statutu Hrvatskoga šumarskog društva mijenja se članak 26. stavak 3., koji članak s izmjenom glasi:

- (1) *Ogranak nije pravna osoba, a ima naziv Hrvatsko šumarsko društvo - ogranak grada ili mjesta gdje je sjedište ogranka (eventualno i naziv regije ako ogranak djeluje na dvije ili više županija).*
- (2) *Odluku o osnivanju ogranka na prijedlog članstva donosi Skupština HŠD-a.*
- (3) **Ogranak samostalno izrađuje i provodi godišnji program rada te financijski plan. Financijsku samostalnost ostvaruje sukladno Zakonu o platnom prometu, koji takvu mogućnost predviđa za dijelove pravne osobe. Poslovanje ogranka uređeno je Pravilnikom koji donosi Upravni odbor HŠD-a, a koji je usklađen s Pravilnikom o knjigovodstvu i računskom planu neprofitnih organizacija. Godišnji program rada mora biti usklađen s ciljevima utvrđenima Statutom HŠD-a i Pravilima ogranka.**
- (4) *Ogranak samostalno raspolaže prikupljenim financijskim sredstvima.*

Članak 4.

U Statutu Hrvatskoga šumarskog društva mijenja se članak 28. na način da se nakon stavka 6. dodaje stavak 7., dok dosadašnji stavak 7. postaje stavak 8., slijedom čega navedeni članak, izmijenjen i dopunjen glasi:

- (1) *Skupština ogranka HŠD-a radi u sjednicama, koje mogu biti redovite (izvještajne i izborne) i izvanredne.*
- (2) *Redovita izvještajna Skupština ogranka održava se jednom godišnje, a izborna svake četvrte godine.*
- (3) *Skupština ogranka održava se prije Skupštine HŠD-a.*
- (4) *Skupština ogranka bira predstavnike za Skupštinu HŠD-a tako da na svakih započetih 50 članova ogranka bira jednog predstavnika.*
- (5) *Na Skupštini se razmatra izvršenje programa rada ogranka i HŠD-a u cijelosti, kako bi predstavnici ogranka mogli zastupati odluke članstva ogranka na Skupštini HŠD-a.*
- (6) *Skupština ogranka bira predsjednika ogranka, koji je ujedno i predsjednik Upravnog odbora ogranka.*
- (7) **Skupština ogranka može, prema potrebi, predložiti članarinu višu od minimalne jedinstvene članarine HŠD-a te taj prijedlog upućuje Skupštini HŠD-a na usvajanje.**
- (8) *Po potrebi predsjednik ogranka saziva izvanrednu sjednicu skupštinu, kao i na zahtjev Nadzornog odbora ogranka ili 1/3 članstva ogranka.*

Članak 5.

U Statutu Hrvatskoga šumarskog društva mijenja se i dopunjuje članak 38. u dijelu koji se odnosi na utvrđivanje članarine, slijedom čega navedeni članak, izmijenjen i dopunjen glasi:

- (1) *Skupština obavlja ove poslove:*
- *donosi i mijenja Statut HŠD-a;*
 - *donosi i mijenja Poslovnik o radu Skupštine i njenih tijela;*
 - *donosi i mijenja Pravilnik o priznanjima;*
 - *donosi i mijenja ostale opće akte HŠD-a;*
 - *bira i razrješava predsjednika i dva dopredsjednika HŠD-a;*
 - *bira i razrješava tijela HŠD-a: Upravni odbor i Nadzorni odbor;*
 - *bira i razrješava predstavnike u tijela Hrvatskoga inženjerskog saveza (HIS) i drugih udruga;*
 - *bira i razrješava likvidatora HŠD-a;*
 - *odlučuje o udruživanju i razdruživanju u saveze, zajednice i druge oblike povezivanja udruga,;*
 - *odlučuje o žalbama članova HŠD-a, temeljem prijedloga Upravnog odbora HŠD-a;*
 - *usvaja godišnji plan rada i financijski plan HŠD-a za slijedeću kalendarsku godinu;*

- usvaja višegodišnje programe rada HŠD-a;
- usvaja izvješće o radu HŠD-a u proteklom razdoblju;
- usvaja financijsko izvješće HŠD-a u proteklom razdoblju;
- prihvaća i mijenja dnevni red sjednice Skupštine;
- donosi odluke o unutarnjem ustrojstvu i osnivanju radnih tijela HŠD-a (sekcija, savjeta i sl.);
- dodjeljuje priznanja temeljem Pravilnika o priznanjima;
- **na temelju prijedloga ogranaka utvrđuje minimalnu jedinstvenu članarinu;**
- **na temelju prijedloga ogranka utvrđuje povećanu članarinu za taj ogranak;**
- donosi odluku o prestanku rada HŠD-a;
- tumači pojedine odredbe Statuta te rješava i druga pitanja iz nadležnosti HŠD-a, koja nisu u nadležnosti drugih tijela HŠD-a.

Članak 6.

Ostale odredbe Statuta Hrvatskoga šumarskog društva ostaju neizmijenjene.

Članak 7.

Ove Izmjene i dopune Statuta stupaju na snagu danom donošenja na Skupštini Hrvatskoga šumarskog društva, a primjenjuju se od dana upisa u registar udruga sukladno čl. 27. Zakona o udrugama (Narodne novine br. 74/14, 70/17, 98/19, 151/22).

Obrazloženje izmjena i dopuna

Izmjena čl. 13. - Ispravak pogrešnog upućivanja

Dosadašnji čl. 13. pogrešno se pozivao na „gospodarske djelatnosti iz članka 13.“, što je samo referencijalna greška koja onemogućuje smislenu primjenu odredbe. Ispravno upućivanje jest na članak 12. koji sadržava popis gospodarskih djelatnosti HŠD-a. Izmjena je redakcijske naravi i ne mijenja sadržajno značenje odredbe.

Izmjena čl. 16. - Obveza stvaranja i dostave godišnjih izvješća ogranaka

Stručni nadzor nad zaštitom arhivskog i dokumentarnog gradiva HŠD-a proveo je Hrvatski državni arhiv 29. siječnja 2026. godine, što je prvi nadzor nakon onoga obavljenog 17. ožujka 2010. godine. Uzimajući u obzir dugu tradiciju i značaj HŠD-a kao jedne od najstarijih strukovnih udruga u Hrvatskoj, HDA je HŠD upisao u Upisnik vlasnika ili posjednika privatnoga arhivskog gradiva te ga uvrstio na Popis stvaratelja dokumentarnog i arhivskog gradiva u nadležnosti arhiva.

Nadzorom je utvrđeno da dokumentacija ogranaka nije bila sustavno prikupljana ni pohranjivana na razini središnjice, već su ogranci gradivo vodili i čuvali samostalno, bez obveze njegove dostave. HDA je preporučio da se Statutom izričito propiše obveza središnjice i ogranaka u pogledu izrade i čuvanja godišnjih izvješća te da se ogranci obvežu dostavljati zapisnike godišnjih skupština iz kojih je vidljivo njihovo ukupno djelovanje tijekom godine.

Predloženim stavcima (5), (6) i (7) navedene se preporuke provode na obvezujući i provediv način: utvrđuje se trajna vrijednost dokumentacije nastale od osnutka HŠD-a 1846. godine, propisuje se rok dostave (do 31. ožujka tekuće godine za prethodnu kalendarsku godinu) te se središnjici utvrđuje obveza čuvanja i upravljanja zaprimljenom dokumentacijom sukladno važećim propisima o zaštiti arhivskog gradiva.

Izmjena čl. 26. st. 3. - Ispravak zastarjele zakonske reference

Dosadašnji čl. 26. st. 3. pozivao se na „Zakon o platnom prometu u zemlji“ koji je prestao važiti. Važeći propis koji uređuje ovu materiju jest Zakon o platnom prometu (Narodne novine br. 66/18, 114/22, 136/24). Izmjena je redakcijske naravi i ne mijenja sadržajno značenje odredbe.

Izmjena čl. 28. st. 7. i čl. 38. - Uvođenje minimalne jedinstvene članarine i mogućnosti povećane članarine po ograncima

Do sada je Statut predviđao isključivo jedinstvenu članarinu – jednak iznos koji se primjenjivao na sve članove HŠD-a, neovisno o ogranku u koji su učlanjeni. Takav sustav pokazao se nefleksibilnim, jer nije omogućavao ograncima da, sukladno vlastitim potrebama, programima i financijskim ambicijama, utvrde višu razinu članarine za svoje članove.

Na 2. sjednici Upravnog odbora HŠD-a 2025. godine zaključeno je da stavovi o visini članarine po ograncima nisu ujednačeni te da je potrebno statutarno urediti mogućnost diferenciranog pristupa.

Predloženim izmjenama uvodi se dvostupanjski sustav:

- Minimalna jedinstvena članarina – Skupština HŠD-a i dalje utvrđuje, na temelju prijedloga ogranaka, minimalnu razinu članarine koja obvezuje sve ogranke kao zajednički donji prag te jamac financijske kohezije i ravnopravnosti na razini cijelog društva.
- Povećana članarina pojedinog ogranka – Skupština pojedinog ogranka može po potrebi predložiti višu članarinu za taj ogranak i dostaviti ga Skupštini HŠD-a na usvajanje. Usvojena povećana članarina primjenjuje se isključivo na članove toga ogranka i ne utječe na uvjete članstva u ostalim ograncima.

Ovim rješenjem postiže se ravnoteža između jedinstva HŠD-a kao cjelovite organizacije i autonomije ogranaka u upravljanju vlastitim financijskim resursima, što je u skladu

s načelom demokratskog unutarnjeg ustrojstva udruge iz Zakona o udrugama.

Nakon rasprave Izmjene i dopune Statuta HŠD jednoglasno su usvojene.

e) Šumarski dom

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

Radovi u Šumarskom domu u razdoblju od protekle sjednice:

- U siječnju 2026. godine sanirani su i oličeni unutarnji zidovi oštećeni u potresima 2020. godine. Uređeni su ulazno stubište, tri ureda, Velika dvorana, dvorana „Šumarski četvrtak“ i muški wc (7.728,54 EUR). Ujedno su na stubištu ugrađene šine za vješanje slika te je postavljeno osam ploča s tematikom iz povijesti hrvatskog šumarstva i HŠD.
- U radovima na krovu početkom prosinca 2025. godine zamijenjeno je 16 eternit ploča (2.100,00 EUR), a početkom travnja 2026. godine 12 eternit ploča (1.575,00 EUR). Nakon svakoga većeg olujnog vjetrova krov se oštećuje. Jedino kvalitetno rješenje je zamjena kompletnog krovišta što iziskuje velika financijska sredstva. Zamjena je moguća samo eko eternit pokrovom radi konzervatorskih uvjeta.
- Krajem siječnja 2026. godine popravljene su elektro instalacije na stubištu i na 2. katu u Perkovićevoj 5 (312,50 EUR).
- U ožujku 2026. godine zamijenjena su dva vodokotlića u ženskim wc-ima, a početkom travnja ugrađeni su vodomjeri u prostorijama HŠD na Trgu Mažuranića 11 u cilju točnog očitavanja potrošnje vode u zgradi (1.043,00 EUR).
- Zakupnik IRMO prijavio je curenje u sanitarijama i pucanje pločica na dijelu poda 2. kata na Trgu Mažuranića 11. Samostalno je zatražio pregled i mišljenje o stanju konstrukcije dijela 2. kata i potkrovlja s polukružnim portalom u Vukotinovićevoj 2. Nalaz obavljen u ožujku 2026. godine ustanovio je hitno utvrđivanje uzroka puknuća pločica i curenja vode te obavljanje sanacije istoga. Hitno je potrebno pristupiti izradi projekta konstruktivne obnove pregledanih dijelova zgrade i obaviti sanaciju portala krova.
- Stanje po pitanju isplate sredstava samoobnove zgrade Šumarskog doma od strane Ministarstva prostornog uređenja, graditeljstva i državne imovine je nepromijenjeno, tj. nisu donesena nova rješenja ni obavljena isplata novčane pomoći za konstrukcijsku i nekonstrukcijsku obnovu.

Stanje sudskog spora s Fakultetom kemijskog inženjerstva i tehnologije

Obavijest odvjetničkog društva Kos & Partneri od 17. travnja 2026. o stanju sudskih sporova:

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, i dalje očekujemo sud da zakaže novu raspravu. Nakon što je sud zatražio od Općinskog građanskog suda u Zagrebu dostavu predmeta poslovnog broja Ovr-1351/2023, isti je navedenom udovoljio te je dostavio spis Trgovačkom sudu.

U predmetu ovrhe, Ovr-1351/23, Općinskog građanskog suda u Zagrebu, nije bilo novosti – i dalje očekujemo donošenje dopunskog rješenja o naknadnim troškovima ovršnog postupka.

U predmetu P-1115/21, Općinski građanski sud u Zagrebu (novi poslovni broj: P-8298/2025), rješenjem Županijskog suda u Zagrebu, Gž-277/2023 od 19.11.2025. prihvaćene su žalbe stranaka te je ukinuta prvostupanjska presuda i predmet je vraćen na ponovno odlučivanje, pred drugim sucem pojedincem.

Sud je zakazao novu raspravu za 9.6.2026.

Isplaćen je drugi dio odvjetničke nagrade odvjetničkom društvu Kos & Partneri u neto iznosu od 25.832,96 EUR što čini ukupno s prošlogodišnjom isplatom 47.034,75 EUR.

f) Stanje aktivnosti za spomen-obilježja akademiku Slavku Matiću i profesoru Branimiru Prpiću

Tajnik Oliver Vlanić prezentirao je dosadašnje aktivnosti u procesu pripreme za postavljanje spomen-ploča akademiku Slavku Matiću i profesoru Branimiru Prpiću. Zahtjev je dostavljen Stručnoj službi Gradske skupštine grada Zagreba 25. lipnja 2025. Odgovor na zahtjev stigao je tek 31. listopada 2025. Na temelju traženja Stručnih službi 12. siječnja 2026. dostavljena je potrebna dokumentacija u koju je uvršteno i rješenje Gradskog zavoda za zaštitu spomenika kulture i prirode od 24. prosinca 2025. s odobrenjem za postavljanje spomen-ploča. Po pregledanoj dokumentaciji Stručne službe su 16. siječnja 2026. dostavile zaključak u kojem se traži dopuna dokumentacije: idejni projekt u 5 primjeraka izrađen od ovlaštenog projektanta i ocjena prihvatljivosti/zaključak Povjerenstva za ploče za označavanje imena ulica i trgova, spomenike, skulpture, spomen-ploče, sakralna obilježja i umjetničke instalacije. Na još jedno traženje Stručnih službi od 1. travnja 2026. dopunjena je dokumentacija. U tijeku je izrada idejnog projekta od ovlaštenog projektanta koja će obuhvatiti i troškove izrade i postavljanja spomen-ploča. Za ocjenu prihvatljivosti od strane gradskog Povjerenstva nepoznato je kada će se Povjerenstvo okupiti i odlučiti.

g) Obilježavanje 180 godina HŠD i 150 godina Šumarskog lista

Dosada je održano nekoliko prezentacija o obljetnicama od strane predsjednika i tajnika, a održat će i dalje tijekom godine. U planu je organizirati stručni skup za Dan hrvatskog šumarstva u lipnju 2026. godine.

Na 2. sjednici UO HŠD 2025. godine zaključeno je da svaki ogranak do sljedeće sjednice Upravnog odbora predloži dva kandidata za priznanje. Budući da nisu dostavljeni prijedlozi to treba učiniti do kraja lipnja 2026. preko google obrasca. Priznanja će se izraditi u obliku logotipa obljetnice u jeftinijoj varijanti.

h) Pripreme za izborne sjednice Skupština

Budući da 19. listopada 2026. završava čeverogodišnji mandat svim tijelima HŠD do toga datuma potrebno je održati izborne sjednice skupština ogranka i HŠD.

Usvojen je prijedlog da se Izborna sjednica Skupštine HŠD održi u sklopu Pete konferencije ovlaštenih inženjera HKIŠDT u Solarisu 15. listopada 2026. od 17 do 19 sati.

Ad 4. Šumarski list i ostale publikacije

Izvrješće za Šumarski list podnijela je glavna urednica Marilena Idžojtić:

1. Od broja 1–2 (2026):

- Logo na koricama časopisa ističe 180. obljetnicu Hrvatskoga šumarskog društva i 150. obljetnicu Šumarskog lista.
- Promijenjena je boja korica u bijelu.
- Napravljen je novi grafički dizajn cijelog časopisa.
- Promijenjen je naziv znanstvenih područja i znanstvenih grana.
- Dodano je novo znanstveno područje: Urbano šumarstvo, zelena infrastruktura i zaštita prirode.
- Uz dosadašnje članove uključeni su novi članovi Uredničkog odbora.
- Novi članovi Uredničkog odbora iz inozemstva (16 uglednih profesora i znanstvenika iz devet visokoškolskih i znanstvenih ustanova).
- Uveden Savjetodavni odbor (7 članova umirovljenika).
- Lektorica Nina Bađun, korektor Oliver Vlainić.
- Tehnički urednik, dizajn i grafička priprema Branko Meštrić.

2. U 2026. godini objavljeni su brojevi 1–2 i 3–4. Znanstvenim, preglednim i stručnim radovima popunjen je prvi dio časopisa u brojevima 5–6 i 7–8, popunjava se broj 9–10. Zanimljivim člancima nastojimo obogatiti drugi dio časopisa, koji smo nazvali *Popularni članci i društvene vijesti*.

2.1. U rubrici *Iznimna stabla* predstavljani su:

- „Starica iz Čorkove uvale – najstarija bukva (*Fagus sylvatica* L.) u Hrvatskoj” (autori D. Trlin, N. Magdić, L. Prša i M. Orešković) i
- stara stabla hrasta lužnjaka u blizini Drenovaca, člankom pod naslovom „Od dvanaestorice veličanstvenih preživjela su samo trojica” (autor D. Posarić).

2.2. Predstavljen je Zbornik radova sa znanstvenog skupa Centra za znanstveni rad HAZU u Vinkovcima pod naslovom „Gospodarenje šumama hrasta lužnjaka u prošlosti, sadašnjosti i budućnosti” (autor I. Anić).

2.3. Predstavljani su projekti važni za hrvatsko šumarstvo:

- „Inovativni putevi za učinkovito uključivanje djevojaka i mladih žena u šumarski sektor” (autorice S. Zec i I. Suša).
- „Povećanje konkurentnosti šumarskog sektora kroz razvoj kulture sigurnosti (ForSaf2024)” (autor M. Landekić).

2.4. Izlaganja sa Sedmog hrvatskog znanstveno-stručnog skupa o urbanom šumarstvu, održanom u Vinkovcima u listopadu 2025. godine pretočena su u članke:

- „Park-šuma Čikat – prirodno blago Lošinja” (autor Ch. Gallo) i
- „Počeci uređenja naselja i okoliša u Lici” (autorica M. Dasović).

2.5. Objavljen je članak o Okruglom stolu u HAZU-u, održanom u rujnu 2025. godine, pod naslovom „Utjecaj invazivnih stranih biljaka na upravljanje urbanim zelenim površinama”, koji je osim dvaju znanstvenih vijeća HAZU-a

organizirala i Sekcija za urbano šumarstvo Hrvatskog šumarskog društva (autori Ž. Škvorc i D. Dramalija).

2.6. Prikazana je izložba „O šumi, od šume! Povijesni hod kroz šume i šumarstvo čazmanskog kraja” kao i katalog s te izložbe (autorica M. Dasović).

2.7. Predstavljani su novi doktori znanosti: Ivana Sirovica (autorica J. Medak), Marko Orešković (autor S. Mikac) i Krešimir Popić (autor D. Ugarković).

2.8. Aktivnosti posvećene Međunarodnom danu šuma predstavljene su člankom „Kreativno i s entuzijazmom obilježen je Međunarodni dan šuma 2026.” (autorica L. Vargović).

2.9. Od događanja vezanih za HŠD kolege su napisali članke o:

- 56. EFNS-u u talijanskoj regiji Furlanija-Juljska krajina (autor O. Vlainić),
- prvoj noći muzeja u Šumarskom domu (autor O. Vlainić),
- dvadeset i petom redovitim godišnjem susretu umirovljenih članova i aktualnog vodstva Hrvatskog šumarskog društva Ogranka Senj, pod naslovom „Prošla je četvrtina stoljeća...” (autor V. Ivančević).

2.10. Na prijedlog tajnika Hrvatskog šumarskog društva, kolege O. Vlainića, nakon 50 godina obnavljamo rubriku *Mala šumarska kronika*.

- Pozivamo sve članove, ogranke i sekcije HŠD-a, ali i zainteresirane pojedince i institucije da se jave sa svojim vijestima, događajima i zanimljivostima.
- Prvi broj obnovljene *Male šumarske kronike*, 1/2026, objavljen je u broju 3–4 Šumarskog lista.
- Zanimljive vijesti napisali su članovi Uredničkog odbora Šumarskog lista za Povijest šumarstva, šumarsku politiku i Hrvatsko šumarsko društvo.
- Pod naslovom *Vijesti iz ogranaka i sekcija* objavljene su vijesti iz ogranaka koje su dojavljene, a od sljedećeg broja očekujemo javljanje ostalih ogranaka s informacijama o njihovim aktivnostima.

O tehničkom aspektu Šumarskog lista izvrješće je podnio tehnički urednik Branko Meštrić:

S današnjim danom iz tiska je izašao Šumarski list broj 3-4/2026 (na žalost, nismo ga uspjeli dopremiti na Babinac) i time održavamo stalni ritam izlaženja. Znanstveni dio se objavljuje online-first već polovicom razdoblja izdavanja (krajem neparnog mjeseca) i time se osigurava dodjela DOI i prezentacija znanstvenog dijela na Hrčku, što je bitno za znanstvenike: autori ga mogu koristiti u svojim CV, a drugi znanstvenici koristiti i citirati. Popularni članci i društvene vijesti su uglavnom zgotovljeni do 15. u parnom mjesecu i time kompletan broj bude objavljen on-line na OJS sustavu i web stranici časopisa. Tisak ide prije kraja parnog mjeseca, ali tada ulazimo u problem na koji ne možemo utjecati: Hrvatska pošta i njihovi čudni rokovi dostave.

Nakon dva izašla broja potvrđen je novi dizajn i nova tehnologija pripreme. Nismo imali prigovora, a poneka pohvala je izrečena u raznim prigodama. Valja dodati da je s „novim” Šumarskim listom uvedena i nova web prezentacija časopisa i to paralelno na našem OJS sustavu i na novoj adresi: <https://sumlist.online>. Upravo su u tijeku radovi na

preseljenju i pratećih dijelova weba Šumarskog lista na nove platforme.

Radi smanjenja broja primatelja članova Komore, ali i korigiranja ostalih lista primatelja (biblioteke, razmjena, pokloni) naklada je smanjena s 1660 na 1550 primjeraka (HKIŠDT 1205, HŠ 238, razmjena i pretplata 71, HŠD 36). Kako duže vremena adresar nije korigiran, nakupilo se adresa koje nisu verificirane, dio adresa nepoznat i sl. Stoga smo napravili reviziju i smanjili adresar. Ako su pri tome isključeni neki primatelji koji zaista trebaju primati časopis očekujemo da će se oni javiti pa ćemo im poslati zadnji broj naknadno i vratiti ih u adresar.

Iznimna stabla naših šuma je nova stalna rubrika i potrebno je osigurati njeno popunjavanje. Prijedlog je da svaki ogranak pronađe na svom području svoje iznimno stablo i da ga fotografira i opiše, kako bi stvorili fond iz kojega možemo birati stabla koja ćemo prezentirati u rubrici.

Predsjednik Igor Anić čestitao je na pozitivnom promijenjenom izgledu i sadržaju Šumarskog lista.

Poslovna suradnja Hrvatske komore inženjera šumarstva i drvne tehnologije i Hrvatskoga šumarskog društva, vezana za pretplatu na Šumarski list 2026. godine za članove Komore, obnovljena je 30. ožujka 2026. S Hrvatskim šumama d.o.o. također je nastavljena pretplata za Šumarski list u 2026. godini što je ovjereno potpisanim ugovorom 28. siječnja 2026.

Ad 5. Pitanja i prijedlozi

- Ogranak Bjelovar poslao je pismo namjere za izdavanje monografije 20 Bjelovarskih salona fotografije „Šuma okom šumara“ s međunarodnim sudjelovanjem. U pismu poziva na uključivanje u obliku donacije, sponzorstva ili suizdavaštva.
- Ogranak Karlovac organizira od 4. do 7. lipnja 2026. stručnu ekskurziju u Slovačku. Budući da ima dvadesetak slobodnih mjesta nudi članovima Upravnog i Nadzornog odbora putovanje po istim uvjetima kao za članove Ogranaka Karlovac.

- Predsjednica Ogranaka Gospić Valentina Kulaš poziva da se za stručnu ekskurziju u Slovačku prijave kolege šumari.
- Marijan Grubešić izvijestio je da će 29. travnja 2026. u izdanju Hrvatske pošte u seriji „Znameniti Hrvati“ izaći prigodna poštanska marka posvećena šumaru Franu Žaveru Kesterčaneku.
- Predsjednica Ogranaka Karlovac Dorica Matešić podržava objavu javnih podataka HŠ što će pomoći u svakodnevnom poslu jer će korisnici podataka sami moći preuzeti podatke s portala Hrvatskih šuma.
- Predsjednik Ogranaka Varaždin Davor Topolnjak izvijestio je o obilježavanju 70 godina osnutka Ogranaka Varaždin. Do kraja godine Ogranak planira izdati knjigu ili barem brošuru o povijesti Ogranaka. Povodom toga organizirat će stručno predavanje do kraja godine. Sredinom svibnja 2026. zajedno s članovima ogranaka Bjelovar i Koprivnica idu u uzvratni posjet HŠD u FBIH.
- Predsjednik Ogranaka Vinkovci Anto Glavaš postavio je upit za najavljenju stručnu ekskurziju u organizaciji središnjice u Njemačku. Tajnik Oliver Vlaineć odgovorio je da je ekskurzija iz organizacijskih razloga prolongirana za sljedeću godinu.
- Ravnateljica Hrvatskoga šumarskog instituta Sanja Perić obavijestila je da Hrvatski šumarski institut ima dosta projekata s puno radionica. Predložila je da se preko predsjednika ogranaka obavijeste članovi HŠD tko je zainteresiran za online radionice na engleskom jeziku.
- Članovima UO i NO podijeljena je knjiga „Natjecanja šumskih radnika sjekača, 1963. – 2024.“ autora Mirka Balale, a ogranacima knjiga „Hrvatsko šumarsko društvo u Federaciji Bosne i Hercegovine“ autora Nedjeljka Pokrajčića.

Sjednica je završila u 14:10.

Zapisnik sastavio tajnik HŠD

Oliver Vlaineć, dipl. ing. šum.



Predsjednik HŠD

akademik Igor Anić

Terenski dio 1. sjednice Upravnog odbora HŠD 2026. godine

Oliver Vlainić

Hrvatsko šumarsko društvo

Ogranak Bjelovar zajedno s UŠP Bjelovar bio je domaćin održavanja 1. sjednice Upravnog odbora HŠD-a za 2026. godinu. Sama sjednica održana je 24. travnja 2026. u lovačkoj kući Babinac. Sudionike sjednice dočekala je i pozdravila predsjednica Ogranka Bjelovar Martina Pavičić, dipl. ing. šum. uz koju je bila i zamjenica predsjednice Ogranka Tatjana Faletar, dipl. ing. šum. U sklopu sjednice prezentirane su obavijesti od prosinca 2025. godine, raspravljene su aktualnosti u HŠD i Šumarskom listu te usvojen prijedlog Izmjena i dopuna Statuta HŠD-a koji će biti na dnevnom redu sljedeće sjednice Skupštine HŠD-a. Prije sjednice središnjica HŠD-a obišla je grob Marine Mamić u Bjelovaru i odala počast nekadašnjoj predsjednici Nadzornog odbora HŠD-a i predsjednici Ogranka Bjelovar.

Po završetku sjednice prije zajedničkog ručka sudionike je pozdravila zamjenica voditelja UŠP Bjelovar Renata Vuk, dipl. ing. šum. Osnovni podaci o UŠP Bjelovar su sljedeći:

Ukupna površina šuma i šumskih zemljišta je 122.784 ha dok je obrasla površina 119.447 ha. Drvna zaliha iznosi 33 milijuna m³ od čega se većina odnosi na šume s regularnim načinom gospodarenja dok je zaliha raznodobnih šuma



1. sjednica UO HŠD-a u Lovačkoj kući Babinac

85 tisuća m³ i zaliha prebornih šuma 76 tisuća m³. Godišnji tečajni prirast je 812 tisuća m³, a prosječni godišnji etat 680 tisuća m³. Otvorenost šuma obrasle površine iznosi 14,47 m/ha. UŠP Bjelovar gospodari šumama preko 13 šumarija. Ima dvije radne jedinice RJ Prijevoz, mehanizacija i graditeljstvo i RJ Rasadničarstvo.

Izvršenje uzgojnih radova u 2025. godini bilo je 9.802.233 eura, a plan za 2026. godinu iznosi 10.773.468 eura. Plan sječa neto za 2026. godinu je 682.127 m³. Vlastitim kapacitetima godišnje se posječe i izradi 49 %, vanjskim kapacitetima 42 %, a samoizradom 8 %. Ostvarena dobit u 2025. godini bila je 6 milijuna eura.

U rasadniku u Velikim Zdencima na površini od 10 hektara svake se godine uzgoji oko 1,2 milijuna sadnica hrasta lužnjaka, a rasadniku u Utiskanima na površini od 3 hektara godišnje uzgoji se oko 600 tisuća sadnica hrasta kitnjaka.

UŠP gospodari s divljači u dva lovišta, Žabljački Lug Česma (7.117 ha) i Pisanička Bilogora (10.480 ha), a u njima se nalazi lovna divljač jelen, srna i divlja svinja. U sklopu Šumarije Velika Pisanica posluje Lovačka kuća Babinac s mogućnostima smještaja i organiziranja komercijalnog lova na krupnu divljač uz stručne lovne vodiče te organiziranje raznih poslovnih i privatnih skupova.

U sastavu Šumarije Čazma je Klonska sjemenska plantaža hrasta lužnjaka na površini od 26 ha gdje je posađeno 2.785



Predsjednica HŠD-a Ogranka Bjelovar Martina Pavičić

rameta i klonska sjemenska plantaža poljskog jasena na površini od 7,30 hektara na kojoj je posađeno 2.500 rameta. Obje su formirane od najboljih jedinki selekcionirane populacije radi toga da se dobije genetski kvalitetan reprodukcijski materijal za proizvodnju sadnog materijala.

Broj zaposlenih krajem 2025. godine bio je 777, od čega je

bilo 411 neposrednih i 366 režijskih zaposlenika. Prema 2023. godini to je smanjenje za 105 zaposlenika (12 %). Na dan 30. travnja 2026. bilo je 816 zaposlenih. Među zaposlenima su 2 doktora znanosti, 1 magistar specijalist te 110 zaposlenika s visokom stručnom spremom: 99 šumarskog, 4 ekonomskog, 3 pravnog, 3 geodetskog i 1 građevinskog smjera.



Upraviteljica Šumarije Velika Pisanica Slađana Begić



Zamjenica voditeljica UŠP Bjelovar Renata Vuk i prezentator u sastojini Dejan Pavlović

Nakon ručka svi sudionici sjednice obišli su dio kompleksa GJ Pisanička Bilogora Šumarije Velika Pisanica. Ova gospodarska jedinica ima nepovoljan raspored dobnih razreda ukupno i za uređajni razred obične bukve zbog velikog udjela sastojina starijih od 60 godina. Kompleks u blizini lovačke kuće Babinac uglavnom je obnovljen te prevladavaju sastojine 1. i 2. dobnog razreda. Na dva stajališta stanje sastojina u obnovi prezentirali su: upraviteljica Šumarije Velika Pisanica Slađana Begić, dipl. ing. šum., zamjenica voditeljica UŠP Bjelovar Renata Vuk, dipl. ing. šum., i stručni suradnik za uzgajanje šuma Dejan Pavlović, dipl. ing. šum.

1. stajalište: odsjek 39b, uređajni razred gospodarska sjemenjača običnog graba, starost 90 godina, površina 8,43 ha. Dio odsjeka je gotovo čisti grabik, dok u sjevernom dijelu dominira bukva koja se kvalitetno pomladila. Do sada su izvršena dva sijeka, pripremni (2025. godine) i naplodni (2026. godine) te je napravljen šumski red. U tijeku je konverzija u sastojinu hrasta lužnjaka gdje je 2024. godine izvršeno rahljenje tla te je unesen žir na 70 % površine. U 2025. godini izvršeno je tretiranje pepelnice. Sastojina je vrlo kvalitetno pomladena pomlatkom hrasta lužnjaka uzrasta 20 – 30 cm i pomlatkom obične bukve (povišeni dijelovi) uzrasta 40 – 70 cm. U planu za ovu godinu je zaštita od pepelnice. Praćenjem stanja pomlatka i provođenjem potrebnih uzgojnih radova može se očekivati dovršetak konverzije 2028. godine.

2. stajalište: odsjek 44b, uređajni razred gospodarska sjemenjača obične bukve, starost 110 godina, površina 21,59 ha. Vrlo kvalitetna, zrela bukova sastojina sa stablimično i grupimično primiješanim hrastom kitnjakom i pojedinačnim

hrastom lužnjakom, u fazi obnove oplodnom sječom. Do sada je izvršen pripremni sijek (2023. godine). Naplodni sijek planiran je u IV. kvartalu 2026. godine. U 2024. godini unesen je žir hrasta lužnjaka na 20 % površine odsjeka. Sastojina je vrlo kvalitetno pomladena u najvećem dijelu pomlatkom obične bukve (30 – 60 cm). U dijelovima gdje je unesen žir, pomladak hrasta lužnjaka je vrlo brojna, uzrasta 20 – 30 cm. Od uzgojnih radova 2024. godine napravljena je njega pod zastorom, a 2025. godine tretiranje pepelnice na dijelu površine. U planu za ovu godinu je zaštita od pepelnice. Praćenjem stanja pomlatka i provođenjem potrebnih uzgojnih radova može se očekivati dovršetak obnove 2028. godine.



U GJ Pisanička Bilogora



Ispred Kuće Petra Preradovića



Član bjelovarskih lađara Hrvoje Zeman

Drugi dan, 25. travnja 2026., nastavak programa sjednice vodile su predsjednica Ogranka Bjelovar Martina Pavičić, dipl. ing. šum. i blagajnica Ogranka Valerija Slobodnjak, dipl. ing. šum. Program je započeo posjetom Šumariji Daruvar gdje je sudionike dočekaio upravitelj šumarije Marko Cegledi, dipl. ing. šum., te je upoznao sudionike sjednice sa svojom šumarijom:

Šumarija Daruvar jedna je od trinaest šumarija Uprave šuma Podružnice Bjelovar ukupne površine 7.517,92 ha. Gospodari šumama i šumskim zemljištem koji se rasprostiru od zapadnih obronaka Papuka sve do rijeke Ilove koja je zapadna granica šumarije. Gospodarenje se vrši na dvije gospodarske jedinice i na četiri revira po dva na gospodarskoj jedinici. Šumarija obuhvaća područje grada Daruvara te općina Đulovac, Sirač, Končanica i Dežanovac.

Gospodarska jedinica Vrani kamen obuhvaća brdsko planinski predio Papuka, njome gospodare Šumarija Đulovac i Šumarija Daruvar. Područje gospodarenja Šumarije Daruvar je od jugozapadnih obronaka sve do Crnog vrha najviše točke zapadnog Papuka s 865 m n. v. na površini od 4.000,21 ha od čega je obraslo 3.875 ha. Drvna zaliha je 1.048.260 m³, a desetogodišnji etat 295.337 m³. Na toj jedinici stanište je bukovih i kitnjakovih sastojina, a uz glavne vrste još pridelaze gorski javor, jasen, mliječ, smreka i na najvišim dijelovima pridelazi jela.

Daruvarske prigorske šume nizinska su gospodarska jedinica Šumarije Daruvar. Obuhvaćaju veliko područje Poilovlja s područjem pritoka rijeka Toplice, Čavlovce i Bijeje. Na sjeveru i istoku su prigorske šume koje se naslanjaju na gospodarsku jedinicu Vrani kamen, dok su na zapadu nizinske šume uz

Po završetku obilaska šume slijedio je posjet Kući Petra Preradovića u mjestu Grabrovnica, selu nekadašnje Đurđevačke šeste krajiške pukovnije. Tu se sudionicima pridružio i upravitelj Šumarije Pitomača Matija Balažić, dipl. ing. šum. Rodna kuća hrvatskog pjesnika i ilirca Petra Preradovića stara je vojno krajiška zgrada koja je u 19. stoljeću služila i za potrebe tadašnje Šumarije Grabrovnice koja je 1885. godine premještena u Pitomaču. Zgrada je do prije četrdesetak godina služila kao lugarnica. Kroz postav Kuće Petra Preradovića sudionike je provela voditeljica Interpretacijskog centra dr. sc. Vlatka Šelimber Ivanec. Postav prikazuje mjesto odrastanja Petra Preradovića u vrijeme Vojne krajine, njegovo školovanje za vojnika, buđenje ljubavi prema pjesništvu, povratak u rodno mjesto, pridruživanje hrvatskom narodnom preporodu, ljubavni i obiteljski život te pjesničko stvaralaštvo.

U večernjim satima prikazan je film „Lađa u New Yorku“ o kojemu je govorio jedan od bjelovarskih lađara i sam sudionik veslanja oko Manhattna Hrvoje Zeman, dipl. oec.

navedene rijeke. Ukupna površina Daruvarskih prigorskih šuma je 3.517,71 ha od kojih je 3.460,68 ha proizvodno. Ukupna drvna zaliha je 1.063.943 m³, a desetogodišnji etat 208.686 m³. Na području gospodarske jedinice šumarija uglavnom gospodari mješovitim sastojinama hrasta lužnjaka, kitnjaka, obične bukve, graba i jasena.

Šumarija zapošljava 47 djelatnika od kojih je 6 zaposleno na određeno vrijeme, a ostali na neodređeno vrijeme. Ukupno je zaposleno pet inženjera šumarstva, jedanaest šumarskih tehničara, dvije administratorice, pet mehaničara, a ostale radnike čine šumski radnici sjekači, šumski radnici i spremačica. Uz radove gospodarenja šuma, šumarija vrši uslugu popravka šumske mehanizacije za više šumarija u okruženju.

U sklopu gospodarske jedinice Vrani kamen nalazi se odjel 155, od naroda zvan Rimska šuma, koji čine četiri odsjeka, ukupne



Upravitelj Šumarije Daruvar Marko Cegledi

površine 19,47 ha koji pripada kategoriji šuma posebne namjene kao urbana šuma. Udaljen je 250 metara od centra grada i vrlo je posjećen od strane lokalnog stanovništva tako i turista.

U jednosatnoj šetnji gradom Daruvarom, koji se diči titulom najljepšeg i najuređenijeg malog grada kontinentalne Hrvatske, viđene su najznačajnije znamenitosti grada. Područje grada naseljeno je još od mlađeg kamenog doba. U vrijeme Rimskog Carstva stvoreno je naselje Aquae Balissae („jaka vrela“) te je tradicija termalnog lječilišta duža od 2000 godina. Jedna od rimskih ostavština u gradu prezentirana je uvećanom replikom Carskoga mrežastog pehara na termalnom izvoru u središtu grada. To je bio stakleni pehar za vino koji je pronađen 1785. godine na prostoru Rimske park šume. Daruvar je sjedište Saveza Čeha Republike Hrvatske, a upravo su Česi pokrenuli proizvodnju

piva u gradu u čijem središtu se nalazi Pivovara Daruvar. Od 1760. godine vlasnik dijela veleposjeda Sirač s područjem tadašnjeg mjesta Podborja postao je grof Antun Janković. On je zaslužan za razvoj modernog grada kojemu je prema ždralu iz obiteljskoga grba promijenio naziv mjesta iz Podborja u Daruvar (na mađarskom ždralov grad ili dvor). Obnovio je daruvarske toplice 1772. godine i učinio ih poznatim lječilištem. Između 1771. i 1777. godine sagradio je dvorac u Daruvaru koji se ubrajao među najljepše dvorce tadašnje Habsburške Monarhije, a nalazi se također u središtu grada s okolnim parkom. Ispred dvorca nalaze se dva stabla ginka od kojih dominira muško stablo koje je najveći i najstariji primjerak te vrste u Hrvatskoj s opsegom debla od oko sedam metara. Stablo je od 1967. godine zaštićeno kao pojedinačno stablo. Godine 2019. proglašen je Hrvatskim stablom godine, a 2020. godine osvojio je drugo mjesto u izboru za europsko stablo godine.



Ispod stabla najstarijeg ginka u Hrvatskoj

U nastavku šetnje obišao se Julijev park, jedan od najstarijih lječilišnih perivoja u kontinentalnoj Hrvatskoj, s dva kaptirana izvora termalne vode, Antunove kupke i Ivanovog vrela. Među brojnim ukrasima u parku nalazi se i poznata fontana s brončanom skulpturom iz 1927. godine kipara Antuna Augustinčića koja nosi naziv „Kupačica“. Park je toga dana bio i mjesto održavanja Daruvarskog cvjetnog sajma.

Nastavka programa bio je u Lipiku s obilaskom Državne ergele Lipik i Vile dobre vode. Domaćini ovog dijela programa bili su revirnica Virna Krpan, dipl. ing. šum., i upravitelj Šumarije Lipik Slobodan Katunar, dipl. ing. šum. koji je za potrebe ovog teksta dostavio osnovne podatke o šumariji:

Šumarija Lipik jedna je od 13 šumarija UŠP Bjelovar. Površina joj je 10.207,54 ha, a od toga je 10.016,01 ha obraslo. Drvna zaliha iznosi 2.493.569 m³ s tečajnim godišnjim volumnim prirastom od 62.893 m³. Etat šumarije je 50.000 m³, ali zbog vjetrolova iz 2023. godine smanjen je na 35.000 m³. Glavne vrste drveća su: bukva (40,0 %), obični grab (16,6 %), hrast kitnjak (12,1 %) i hrast lužnjak (11,5 %), a od ostalih značajnijih vrsta to su jasen, bagrem, crna joha, lipa i smreka.

Šumarija ima četiri gospodarske jedinice: Blatuško brdo, Lugovi, Miletina rijeka i Rogoljica, koje dijelom pripadaju području ekološke mreže Natura 2000. Šume se prostiru od 105 m n. v. do 770 m n. v. između rijeke Ilove i ribnjaka Poljana na zapadu do zapadnih obronaka Psunja na istoku te na sjeveru od sela Uljanik i rijeke Bijeke do rijeke Subocke i sela Rađenovci na jugu.

Najvećim dijelom šume pripadaju Požeško-slavonskoj županiji, a nešto manjim dijelom Sisačko-moslavačkoj, Bjelovarsko-bilogorskoj i Brodsko-posavskoj županiji.

U šumariji je zaposlen 51 djelatnik: upravitelj, 4 revirnika, 4 lugara, 8 pomoćnika revirnika poslovođa, 21 proizvodni radnik, 9 pomoćnih radnika, mehaničar, 2 administrativna



U Državnoj ergeli lipicanaca Lipik

Ergelu u Lipiku osnovao je 1843. godine grof Izidor pl. Janković. Status državne ergele ima od 1938. godine. Najteže razdoblje ergela je proživjela tijekom Domovinskoga rata kad je infrastruktura uništena, dio konja poubijan, a dio konja otuđen i prevezen preko Bosne i Hercegovine u Republiku Srbiju. Preživjeli konji vraćeni su 2007. godine u Lipik. Danas je u ergeli šezdesetak lipicanaca. Državna ergela Lipik od 2010. godine dio je Hrvatskog centra za konjogojstvo – Državne ergele Đakovo i Lipik. Godine 2024. svečano je otvorena nova ergela čime je završena prva faza izgradnje. U tijeku su radovi na drugoj fazi nakon čega će ergela imati svu potrebnu infrastrukturu za rad na provođenju i unapređenju uzgoja te očuvanju lipicanske pasmine konja.

djelatnika i čistačica.

Šumarija raspolaže s 4 traktora, a u vlastitoj režiji pridobije 70 % godišnjeg etata.

U vjetrolomu 2023. godine stradalo je preko 230.000 m³ bruto drvene mase, a kao posljedica ratnih zbivanja još uvijek ima problema s gelerima.



Obljetnica HŠD-a upisana na ploču u Vili dobre vode

Interpretacijski centar termalne baštine „Vila dobre vode“ otvoren je krajem travnja 2025. godine. Smješten je u Ulici Marije Terezije, glavnoj lipičkoj ulici. Njegovim otvaranjem željelo se ukazati na kulturu liječenja vodom i na tradiciju Lipika kao lječilišnog mjesta kroz suvremenu i atraktivnu interpretaciju i prezentaciju. U podrumu i na prvom katu smještene su dvije stalne muzejske izložbe „Svijet u kapljici vode“ i „Zlatno doba Lipika“. Na drugom katu smještena je multifunkcionalna dvorana.

Terenski dio sjednice završio je zajedničkim ručkom u Lipiku. Poslije zahvale domaćinima iz Ogranka i UŠP Bjelovar od strane predsjednika HŠD-a akademika Igora Anića sudionici sjednice razišli su se svojim kućama.



Zahvala akademika Igora Anića predsjednika Ogranka Bjelovar Martini Pavičić i upravitelju Šumarije Lipik Slobodanu Katunaru

MALA ŠUMARSKA KRONIKA

pripremio: Oliver Vlainić

30 GODINA DABRA U REPUBLICI HRVATSKOJ



Povodom 30. obljetnice ponovnog naseljavanja dabra u Hrvatskoj na Fakultetu šumarstva i drvne tehnologije 20. travnja 2026. održana je međunarodna konferencija pod nazivom „Euroazijski dabar u dunavskom području“. Dabar je unesen u Posavinu 1996. godine, u šumu Žutica, a broj jedinki u Hrvatskoj iznosio je 85 životinja. Danas mu je brojnost značajna, a proširio se i u susjedne države.

PRIGODNA POŠTANSKA MARKA POSVEĆENA FRANU ŽAVERU KESTERČANEKU



Hrvatska pošta u seriji „Znameniti Hrvati“ izdala je 29. travnja 2026. poštansku marku posvećenu šumaru Franu Žaveru Kesterčaneke, čija bista krasi zapadnu stranu Šumarskog doma. Prijedlog oko izdavanja marke potekao je od predsjednika Akademije šumarskih znanosti prof. dr. sc. Marijana Grubešića koji je zaslužan i za usvajanje prijedloga te izdavanje prigodne poštanske

marke, omotnice i žiga prvog dana te prigodnog letka. Kao jedan od rijetkih šumara Fran Žaver Kesterčaneke ima i svoju ulicu u gradu Zagrebu u blizini KBC-a Rebro.

TROČLANA UPRAVA HRVATSKIH ŠUMA D.O.O. BEZ IJEDNOG ŠUMARA

Vlada Republike Hrvatske na svojoj sjednici održanoj 30. travnja 2026. predložila je Skupštini Hrvatskih šuma d.o.o. imenovanje drugog člana Uprave Društva. Uz dosadašnjeg predsjednika Uprave Joška Radanovića i dosadašnjeg člana Uprave Nediljka Dujica, koji čine Upravu od sredine mjeseca studenog 2025. godine, predložen je za novog člana Uprave i Darijan Zeko. To je privremeno imenovanje na rok od najduže šest mjeseci, dok se ne provede javni natječaj. Za primijetiti je kako i dalje nijedan član Uprave nije šumar. (!) Kopajući u prošlost takve situacije bile su u vremenima poslije Drugoga svjetskog rata kada su nakon uvođenja socijalizma na čelu šumskih gospodarstava postavljane osobe od povjerenja bez šumarske naobrazbe. Skupština je prijedlog prihvatila 19. svibnja 2026.

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO NA 13. FESTIVALU POVIJESTI KLIOFEST

Nakon prvog sudjelovanja na Noći muzeja u siječnju ove godine Hrvatsko šumarsko društvo sa svojom Sekcijom za povijest šumarstva prvi put je sudjelovalo i na **Festivalu povijesti KlioFest**. Na trinaestom izdanju velikog okupljanja povjesničara i drugih zainteresiranih od 5. do 8. svibnja 2026. u Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu. Hrvatsko šumarsko društvo je na istaknutom mjestu imalo postav povijesnih šumarskih svjetlozapisa te izložbu knjiga i časopisa. Posebno su predstavljene ovogodišnje obljetnice 180 godina HŠD i 150 godina Šumarskog lista, a predsjednik HŠD akademik Igor Anić održao je u sklopu festivala predavanje na temu obljetnica. U predstavljanju su sudjelovali i Mandica Dasović, Oliver Vlainić i Branko Meštrić.

NOVOSTI IZ EKOLOŠKE MREŽE NATURA 2000

Europska komisija otvorila je od 12. svibnja do 10. kolovoza 2026. javno savjetovanje vezano uz test otpornosti na stres Direktive o pticama i Direktive o staništima s posebnim naglaskom na provedbu mreže Natura 2000. Sve veće posljedice klimatskih promjena uvjetuju promjene u dosadašnjim smjernicama. Cilj savjetovanja je utvrditi mogućnosti za isplativije postizanje ciljeva Direktiva uz održavanje njihovih ciljeva, potencijalna područja za pojednostavljenje te mogućnosti za smanjenje nepotrebnog administrativnog opterećenja.

Europska komisija objavila je i nove, pojednostavljene smjernice za provedbu Direktive o pticama, uz istodobnu zaštitu divljih ptica u Europi. Smjernicama se pojašnjavaju pravila zaštite i pojednostavljuju postupci za poljoprivrednike, šumare i investitore u infrastrukturu.

FLORAART 2026. GODINE „VODA – IZVOR ŽIVOTA“

Ovogodišnji jubilarni 60. Floraart, u organizaciji Zagrebačkog holdinga – podružnice Zrinjevac, Grada Zagreba i partnerskih zemalja Italije i Češke, ponovno je okupio brojne izlagače koji su posjetiteljima predstavili ljepotu biljnog svijeta, suvremena hortikulturna rješenja te važnost očuvanja prirode i bioraznolikosti. Među tradicionalnim sudionicima bile su i Hrvatske šume d.o.o., koje su kroz izložak „Voda u korijenu šume – Put od sjemena i sadnice do stabilnog šumskog ekosustava“ predstavile ključnu ulogu vode u razvoju i očuvanju šuma. Poseban naglasak stavljen je na proizvodnju šumskih sadnica i ukrasnih stablašica u rasadnicima Hrvatskih šuma te važnost domaćih vrsta za očuvanje otpornosti i bioraznolikosti šumskih ekosustava.



NOVA WEB STRANICA HRVATSKE KOMORE INŽENJERA ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE

Strukovna komora nakon 15 godina u svibnju 2026. osvježila je svoju mrežnu stranicu <https://hkisdt.hr/> novim modernijim izgledom. Glavni vodoravni izbornik s padajućim popisom pomoćnih izbornika omogućuje lako pronalaženje potrebnog sadržaja.

DRUGA NACIONALNA INVENTURA ŠUMSKIH RESURSA REPUBLIKE HRVATSKE

Na Fakultetu šumarstva i drvne tehnologije u Zagrebu 9. lipnja 2026. održana je javna prezentacija rezultata Druge nacionalne inventure šumskih resursa Republike Hrvatske (CRONFI II.). Veliki broj sudionika s interesom je pratio prezentacije prof. dr. sc. Jure Čavlović, mr. sc. Roberta Ojurevića i mr. sc. Zdenka Bogovića. U uvodnom dijelu skupu su se obratili dekan fakulteta prof. dr. sc. Josip Margaletić te potpredsjednik Vlade RH i ministar poljoprivrede, šumarstva i ribarstva David Vlačić. Osnovni podaci koji su dobiveni drugom nacionalnom inventurom pokazuju porast površine Republike Hrvatske pod šumama i šumskim zemljištima na 53 % površine (2,977 milijuna ha), promjenu strukture vlasništva u korist privatnog šumoposjeda s 23 % na 29 % i smanjenje državnog šumoposjeda sa 77 % na 71 %, ukupnu drvenu zalihu od 548 milijuna m³ ili 227 m³/ha, ukupni godišnji prirast drvene zalihe od 12,9 milijuna m³ ili 5,33 m³/ha sa 62 % korištenja što je 8,02 milijuna m³ ili 3,31 m³/ha godišnje, a u šumama je spremljeno 643 milijuna tona ugljika (266 t/ha). Po vrstama drveća prevladavaju obična bukva s 34 %, hrast lužnjak s 13 % te hrast kitnjak i obični grab s 10 %. Inventura je provedena u razdoblju nešto dužem od dvije godine. Na 6.366 ploha izmjereno je oko 112 tisuća stabala sa 130 relevantnih kvantitativnih i kvalitativnih atributa šuma. Svrha inventure je kontrola održivosti gospodarenja šumama te praćenje stanja i promjena šumskih resursa.

VIJESTI IZ OGRANAKA I SEKCIJA

IZBORNE SJEDNICE SKUPŠTINA OGRANAKA

U proteklom razdoblju ogranci su počeli s održavanjem izbornih sjednica Skupština. Ogranak Požega održao je svoju izbornu Skupštinu 8. svibnja 2026. u restoranu Zlatni lug u Donjim Emovcima na kojoj je za novog predsjednika umjesto Krešimira Pavića, dipl. ing. šum. izabran Krunoslav Pavić, dipl. ing. šum. Izborna Skupština Ogranka Osijek održana je 22. svibnja 2026. u lovačkom domu Zlatna greda. Branko Romić, dipl. ing. šum. naslijedio je na mjestu predsjednika mr. sc. Dalibora Tonca. Ogranak Delnice na svojoj izornoj sjednici Skupštine 26. svibnja 2026. u pansionu Lovčki dom u Delnicama za novu predsjednicu izabrao je Ivu Kauzlarić Vujadinović, mag. ing. silv. koja je naslijedila dosadašnjeg predsjednika Davida Crnića, dipl. ing. šum.

OGRANAK BJELOVAR

Ogranak Bjelovar u suradnji sa središnjicom HŠD-a pripremio je i 24. – 25. travnja 2026. realizirao održavanje 1. sjednice Upravnog odbora HŠD-a na području šumarija Velika Pisanica, Daruvar i Lipik.

Članovi ogranka sudjelovali su zajedno s članovima ogranka Koprivnica i Bjelovar od 15. do 17. svibnja 2026. na uzvratnom posjetu HŠD-u u FBiH održanom na području središnje Bosne i ŠGD-a Šume Središnje Bosne d.o.o. (Donji Vakuf, Busovača, Kreševo, Kiseljak i Jajce).



OGRANAK BUZET

Članovi Ogranka Buzet boravili su od 23. do 26. travnja 2026. na područje zapadne Slavonije. Obišli su područje triju ogranka Slatine, Požege i Nove Gradiške. U bogatom programu posjetili su grad Požegu, modernu vinariju Galić u Kutjevu, Park prirode Papuk pješačivši od NPŠO Velika do Jankovca, mjesto Voćin s okolicom, Geo info Centar Voćin, geološki spomenik prirode Rupnica, šumsko područje Đedovica – Stari hrastovi, rasadnik Cernik pokraj Nove Gradiške, rijeku Savu, Posebni rezervat šumske vegetacije Prašnik, zatvor Stara Gradiška i grad Nova Gradiška. Osobita zanimljivost dogodila se prilikom vožnje čamcima po rijeci Savi pokraj Davora kada je jedna posada imala neplaniranu akciju spašavanja mladog teleta od utapanja u rijeci koja je sretno završila.



OGRANAK DELNICE

Delnički ogranak HŠD-a sudjelovao je 20. svibnja 2026. na 3. Dječjem šuma festu u organizaciji Hrvatskih šuma d.o.o. UŠP Delnice. Festivalu održanom u delničkom Parku kralja Tomislava odazvalo se petstotinjak djece vrtičke i školske dobi. Lijep sunčan dan pogodio je održavanju svih zamišljenih radionica i igri za djecu, izložbi i predavanja te prezentaciji šumarstva od uzgoja, zaštite, uređivanja i iskorištavanja šuma, lovstva, rasadničarstva i proizvodnje šindre. Ovaj način prezentacije šumara i šumarstva, pogotovo u goranskom kraju, odličan je primjer i za druge šumare.

Tradicionalno 14. druženje Sekcije umirovljenika Ogranka Delnice održano je 10. lipnja 2026. na području šumarije Prezid u lovačkoj kući Runc. Druženje je organizirao agilni predsjednik organizacijskog odbora okupljanja Herman Sušnik, a okupilo se od mogućih 39 umirovljenika njih 16. Sudionike su pozdravili voditeljica UŠP Delnice Ivana Pečnik Kastner, upravitelj Šumarije Prezid Zoran Štimac, predsjednica Ogranka Delnice Iva Kauzlarić Vujadinović i tajnik HŠD-a Oliver Vlaineć. Budući da je to bilo 14. okupljanje čime je zatvoren krug obilaska svih

šumarija UŠP Delnice odlučeno je sljedeće godine ponovno krenuti s okupljanjem u šumariji Delnice u kojoj je bilo prvo druženje prije 16 godina.



OGRAK KOPRIVNICA

Od početka godine članovi Ogranka Koprivnica sudjelovali su u više aktivnosti u vlastitoj, ali i u organizaciji drugih. Tako su 11. ožujka 2026. sudjelovali na „Danima zelene sadnje“ organiziranim od strane Hrvatskih šuma d.o.o. u Šumariji Kloštar Podravski. Održali su 20. ožujka 2026. predavanje za predškolsku djecu u koprivničkom vrtiću „Medenjaki“ te 23. ožujka 2026. predavanje o općekorisnim funkcijama šuma za više razrede Osnovne škole Sokolovac. U suradnji s Maticom Hrvatske – Ogranak Križevci sadili su zavičajne vrste u područnoj školi Veliki Raven. Svoj angažman iskazali su i u akciji „Zelena čistka“ 10. travnja na području Šumarije Križevci i 18. travnja 2026. u gradu Koprivnici. Za članove „Lige protiv raka Koprivničko-križevačke županije“ povodom Dana planete Zemlje 18. travnja 2026. održali su predavanje o općekorisnim funkcijama šume. Organizirali su 20. travnja 2026. osposobljavanje za dopunsku izobrazbu članstva za sigurno rukovanje i pravilnu primjenu pesticida. Ogranak je u dva navrata sudjelovao u prezentaciji knjige „Natjecanja šumskih radnika sjekača, 1963. – 2024.“ svoga člana Mirka Balale, prvi put u Koprivnici 28. travnja i drugi put u Đurđevcu 4. svibnja 2026.

OGRAK NOVA GRADIŠKA

Povodom Međunarodnog dana šuma Ogranak Nova Gradiška zajedno s UŠP Nova Gradiška organizirao je 20. ožujka 2026. dvije aktivnosti na području Novske. Prvo je u Osnovnoj školi Novska održano predavanje pod nazivom „Važnost šuma za planet Zemlju“, a nakon toga na Novljanskom jezeru promovirana je novo postavljena Šumarska knjižnica s klupicom.

Kolege iz Ogranka Buzet posjetili su područje Ogranka 25. travnja 2026. i tom prilikom obišli rasadnik Cernik, mjesto Davor s vožnjom na Savi, posebni rezervat šumske vegetacije Prašnik, stari zatvor u Staroj Gradiški uz završni posjet gradu Nova Gradiška.

Na manifestaciji „Bljesku u čast“ održanoj 30. travnja 2026. u novogradiškom parku, u spomen na vojno-redarstvenu operaciju Bljesak kojom je oslobođena Zapadna Slavonija, drugu godinu zaredom sudjelovali su članovi Ogranka Nova Gradiška. Dio manifestacije bilo je natjecanje u kuhanju graha u čemu su se okušali i novogradiški šumari. Zainteresirani građani mogli su na štandu dobiti informacije o aktivnostima Ogranka i UŠP Nova Gradiška.

Uzvratni posjet kolegama iz Ogranka Karlovac, koji su u rujnu 2025. godine posjetili novogradiško područje, zbio

se 23. i 24. svibnja 2026. U dvodnevnom programu obidene su znamenitosti grada Karlovca i okolice te se upoznalo s bogatom prošlošću karlovačkog šumarstva.

OGRAK VINKOVCI

Ogranak Vinkovci sa svojim članovima u prvih pet mjeseci 2026. godine organizirao je i realizirao brojne, uglavnom tradicionalne aktivnosti ogranka. Započelo je sudjelovanjem na Noći muzeja 30. siječnja u Šumarskom muzeju Bošnjaci. Šumarska zabava s velikom brojem gostiju, čak 60. put za redom, održana je 13. veljače u hotelu Admiral u Vinkovcima i zadržala status značajnoga društvenog događaja u vinkovačkom kraju i šire. Povodom Međunarodnog dana šuma 20. ožujka održane su edukacije i radionice s djecom vrtićke i školske dobi u gradskom parku u Vinkovcima, a u Velikoj gradskoj vijećnici održana je panel rasprava. U čast prerano preminulog kolege diplomiranog inženjera šumarstva Branka Trifunovića 11. travnja odvožena je bicikljada. Ekološka akcija „Zelena čistka“ održana je povodom Dana planeta Zemlje 22. travnja u Vinkovcima na području GJ „Kunjevci“. Od 7. do 9. svibnja uži tim UŠP i Ogranka Vinkovci bio je u uzvratnom posjetu mađarskoj šumarskoj tvrtki Pilisi Parkerdő d.o.o. koja gospodari šumama u okolici Budimpešte. Domaćini su ih upoznali s gospodarenjem šumama s trajnim pokrovom i gospodarenjem u urbanim šumama, s provođenjem šumske pedagogije te ugostili u sjedištu Mađarskoga šumarskog društva s bogatom šumarskom knjižnicom.



Umjetnička kolonija „Rabra“ održana je 14. svibnja u Vinkovcima. Državno prvenstvo u tenisu za inženjere šumarstva i drvene tehnologije po 27. put održano je u Vinkovcima 15. i 16. svibnja. U sklopu prvenstva 15. svibnja okupile su se i odmjerile snage malonogometne ekipe četiri ogranka. Stručna ekskurzija u Bosnu i Hercegovinu organizirana je od 22. do 24. svibnja s posjetom okolici Bihaća i Japodskim otocima. Trap kup „prof. dr. Ivo Spaić“ i 6. Memorijalni malonogometni turnir „Krešimir Gugić“ održani su 29. svibnja u Vinkovcima.

Sjećanje na prof. dr. sc. dr. h. c. Štefana Korpela

prigodom stote obljetnice rođenja

Milan Saniga

Tehničko sveučilište u Zvolenu, Šumarski fakultet, Zvolen, Slovačka

preveo i priredio: Igor Anić

U veljači je obilježena 100. obljetnica rođenja prof. dr. sc. dr. h. c. Štefana Korpela. Prof. Korpel bio je jedan od najpoznatijih slovačkih šumarskih znanstvenika i sveučilišnih profesora, priznat u zemlji i inozemstvu, posebno u području uzgajanja šuma, istraživanja prirodnih šuma i prašuma te prirodnog gospodarenja šumama.

Rođen je 8. veljače 1926. u Pohronskoj Polhori, umro 11. veljače 1998. u Zvolenu, a pokopan je u Zvolenskoj Slatini (Slovačka). Šumarstvo je studirao u Banskjoj Štiavnici, Bratislavi i Košicama gdje je 1950. godine stekao zvanje šumarskog inženjera. Nakon studija radio je kao asistent, a potom kao docent i profesor na Šumarskom fakultetu Tehničkog sveučilišta u Zvolenu gdje je od 1975. do 1991. bio pročelnik Katedre za uzgajanje šuma.

Do svojih najznačajnijih otkrića došao je 40-godišnjim istraživanjima prašuma i šumskih rezervata u Slovačkoj. Europska šumarska znanstvena zajednica smatrala je prof. Korpela (uz prof. Leibundguta, ETH Zürich) predvodnikom istraživanja prašuma srednje Europe. Godine 1989. objavio je tada najopsežniju publikaciju o slovačkim prašumama s rezultatima svojih dugogodišnjih istraživanja (Korpel, Š., *Pralesy Slovenska*, Veda, vydavateľstvo SAV, Bratislava, 1989., str. 328). Prošireno izdanje ove publikacije (Korpel, Š., *Die Urwälder der Westkarpaten*) objavljeno je u izdanju Gustav Fischer Verlag 1995. u opsegu od 310 stranica. Ovo djelo jedno je od njegovih ključnih djela o prašumama Zapadnih Karpata i još se uvijek citira u studijama o ekologiji prašuma i prirodi bliskom gospodarenju šumama. Za svoj pionirski znanstveni rad u tom području 1992. godine dodijeljen mu je počasni znanstveni naziv *doktor honoris causa* na prestižnoj Saveznoj tehničkoj visokoj školi u Zürichu (ETH Zürich). Strast istraživanja prašuma i praktične primjene načela prirodnog gospodarenja šumama dijelio je sa svojim prijateljima među kojima su bili hrvatski profesori Branimir Prpić, Slavko Matić i druge kolege sa Za-

voda za uzgajanje šuma Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Rezultate svojih istraživanja prof. Korpel prenosio je u šumarsku praksu. Može se reći da je povezoao znanje o prirodnim zakonima i procesima koji određuju životni i razvojni ciklus prašuma sa specifičnim postupcima gospodarenja prirodnim šumama. Razvio je nove metode racionalizacije njege mladika svođenjem zahvata na sistematski raspoređene skupine stabala po površini sastojine. Koncept se temelji na dugoročnoj viziji konačne strukture sastojine s malim brojem elitnih stabala ujednačenog površinskog rasporeda. Autor je metode njege šuma prorjedom koju je nazvao *racionalizirajuća visoka prorjeda*. Osim što uzima u obzir potrebne biološke i proizvodne aspekte, ova metoda omogućuje tehničku i ekonomsku racionalizaciju prorjede.

Prof. Korpel bio je autor ili suautor sveučilišnih udžbenika, velikog broja znanstvenih radova i stručnih tekstova iz uzgajanja šuma. Značajno je utjecao na razvoj uzgajanja šuma u Slovačkoj. Godine 1989. sudjelovao je (tada kao predstavnik Čehoslovačke) na osnivačkoj skupštini europske asocijacije Pro Silva. Bio je veliki promicatelj načela Pro Silva.

Šumarski fakultet Sveučilišta u Zvolenu odao mu je počast osnivanjem *Nagrade prof. Štefana Korpela* koja se od 2018. dodjeljuje za izvanredne rezultate u gospodarenju šumama prema Pro Silva načelima.

Šumarski životni put prof. Štefana Korpela može se sažeti u slogan „ako želiš znati gdje je izvor, moraš ići uzvodno“.

Prof. Štefan Korpel (prvi s desna) sa svojim suradnicima iz Zavoda za uzgajanje šuma Šumarskog fakulteta u Zvolenu, prijateljima iz Zavoda za uzgajanje šuma Šumarskog fakulteta u Zagrebu i kolegama iz Uprave šuma Senj u prašumi Klepina duliha na Velebitu u rujnu 1996. godine.

Foto: I. Anić.





Dujo Pavelić, dipl. ing. šum. Trnovac, 18. 2. 1933. – Jastrebarsko, 3. 4. 2026.

Hrvatsko šumarsko društvo Ogranak Karlovac

Dana 8. travnja 2026. na groblju u Jastrebarskom rodbina i prijatelji Duje Pavelića okupili su se radi njegovog ispraćaja na posljednji počinak. S Dujom se u ime šumara oprostila njegova sumještanka iz ličkog sela Trnovca, tajnica Ogranka Karlovac u vrijeme Dujinog predsjedanja Ogrankom te kolegica s posla Vesna Rukavina.

„Dragi Dujo, okupili smo se s tugom na tvom posljednjem ispraćaju. Godinama smo te navikli gledati krajem kalendarske godine na predblagdanskim druženjima šumara na koje si se tako rado odazivao. Unatoč tome što si bio veteran i među umirovljenicima uvijek si volio potaknuti razgovor nekom novom idejom i razmišljanjima o projektima. Pozitivne energije i ideja nikada ti nije nedostajalo do 3. travnja ove godine kada si nas nažalost napustio.

Dujo Pavelić rođen je 18. veljače 1933. u Trnovcu kao sin Ante i Ankice, rođene Tomljenović. Pučku školu završio je u rodnom mjestu 1944. godine, a gimnaziju u Gospiću 1953. godine. Kao jedan od mnogih iz svoga rodnog mjesta upisao je studij na Poljoprivredno-šumarskom fakultetu u Zagrebu, a diplomirao na tada osamostaljenom Šumarskom fakultetu 1960. godine. Iako rodom Ličanin životna sudbina usmjerila ga je prema Krašiću i Jastrebarskom. Prvo zaposlenje bilo mu je u Šumskom gospodarstvu Karlovac 1960. godine. Karijera mu je tekla od 1961. do 1964. godine na mjestu upravitelja Šumarije Krašić, a od 1964. do 1977. godine na mjestu upravitelja Šumarije Jastrebarsko. Tijekom 1969. godine Skupština općine Jastrebarsko postavila ga je za prisilnog upravitelja „Bačvarije” Jastrebarsko, preteče „Drvoproizvoda” Jastrebarsko. Osnutkom Poslovne zajednice šumarstva i drvne industrije Zajednice općina Karlovac 1980. godine postavljen je za njenog direktora. Reorganizacijom šumarstva 1985. godine postao je direktor OOUR-a za uzgoj i zaštitu šuma sa sjedištem u Jastrebarsko u sklopu Šumskog gospodarstva Karlovac, a sam je značajno pridonio da sjedište bude upravo u Jastrebarskom umjesto u Karlovcu. Osnutkom javnog poduzeća Hrvatske šume preuzeo je funkciju šefa Razvojno-planskog odjela, kasnije preimenovanog u Planski i analitički odjel. Na tom mjestu dočekao je i zasluženu mirovinu u koju je otišao 1998. godine.

Kao umirovljenik nastavio je stručni rad u komisijama za odobravanje osnova i programa gospodarenja.

Na svim svojim poslovima pokazivao je zainteresiranost za rad u zajednici. Između 1965. i 1976. godine bio je član Odbora za šumarstvo u tadašnjoj republičkoj Komori i potpredsjednik Skupštine općine Jastrebarsko. Dokazivao se i kao kulturni djelatnik, a radio je na unapređivanju zaštite prirode, turizma i vatrogastva. Od 1992. do 1995. godine surađivao je na izradi studije o unapređenju gospodarenja šumama Pokupskog bazena. Posebno ga je zanimala povijest o kojoj je puno znao te je u svim prigodama posebno vodio računa o šumarskoj povijesti. Tijekom karijere sudjelovao je na brojnim stručnim skupovima.

Svoj značajan trag ostavio je u Hrvatskom šumarskom društvu. Bio je član strukovne udruge od 1960. godine do posljednjeg dana. Odigrao je bitnu ulogu prilikom obnove rada Šumarskog društva Karlovac, današnjeg HŠD-a Ogranak Karlovac, 1996. godine. Angažirao se oko pripremnih radnji i same obnoviteljske skupštine na kojoj je izabran za predsjednika. Tu časnu dužnost uz pokretanje aktivnosti u Ogranku obnašao je do 2002. godine. Kao predsjednik Ogranka sve te godine bio je i član Upravnog odbora HŠD-a. Objavio je nekoliko članaka je u Šumarskom listu. Za višegodišnji rad na dobrobiti šumarske struke nagrađen je 1997. godine pismenim priznanjem i srebrnjakom Kralja Tomislava od strane Hrvatskoga šumarskog društva. Ogranak Karlovac nagradio ga je 2007. godine priznanjem i srebrnim prstenom za nesebičan rad, zalaganje i višegodišnje aktivno sudjelovanje u radu ogranka.

Kao brižan suprug i otac vodio je brigu i o svojoj obitelji.

U ime zaposlenika Hrvatskih šuma UŠP Karlovac i članova HŠD-a Ogranak Karlovac izražavam iskrenu sućut supruzi Mariki, kćerkama Jasni i Tanji te ostaloj tugujućoj rodbini i prijateljima.

Dragi Dujo laka ti bila hrvatska zemlja.”

Nakon kremiranja u zagrebačkom Krematoriju Mirogoj urna s posmrtnim ostacima Duje Pavelića zakopana je na groblju u Krašiću gdje je pokojni Dujo i započeo svoj radni vijek u šumarstvu.

UPUTE AUTORIMA

Rukopisi se trebaju predati putem Open Journal System (OJS), na poveznici: <https://sumlist.online>

Objavlivanje članaka je besplatno.

Znanstveni i stručni radovi moraju se predati na 1) engleskom ili 2) hrvatskom jeziku s proširenim sažetkom (do 1000 riječi; ističe cilj, rezultate i zaključak rada; s navedenim svim tablicama, slikama i dodatcima) i ključnim riječima na engleskom jeziku. Ako je rad na hrvatskom jeziku, svi naslovi, podnaslovi, legende i ostali tekst u slikama i tablicama moraju biti dvojezični. Predani rukopisi smiju sadržavati najviše 15 jednostranih A4 listova, uključujući tablice, slike, reference i sve dodatke. Dulje radove treba odobriti urednik. Velike tablice i slike mogu se objaviti kao dodatni materijali u elektroničkoj, ali ne u tiskanoj verziji časopisa. Rukopis treba pripremiti kao Word dokument (docx format), s jednostrukim proredom i fontom veličine 12, bez dodatnog uređivanja teksta. Naslovna stranica treba sadržavati: 1) puni naslov (do 120 znakova ne uključujući razmake); 2) imena (puna imena i prezimena), institucije i adrese e-pošte svih autora, s naznakom dopisnog autora; 3) sažetak (do 350 riječi; ističe cilj, rezultate i zaključak rada); 4) ključne riječi (do osam, abecednim redom) i 5) prijedlog imena, prezimena, institucije i adrese e-pošte triju potencijalnih recenzenata.

Relevantne reference u tekstu treba navesti imenom i godinom, npr. (Heinze 1998), (Kremer i Hipp 2020; Cristiano i dr. 2023a, 2023b), (Kremer i Hipp 2020, Cristiano i dr. 2023a), Heinze (1998), Kremer i Hipp (2020), Cristiano i dr. (2023a, 2023b). Neobjavljeni rezultati i osobna komunikacija ne smiju biti u popisu literature, ali se mogu spomenuti u tekstu. Navođenje reference kao „u tisku” podrazumijeva da je članak prihvaćen za objavljivanje. Svaka referenca navedena u tekstu treba biti navedena u popisu literature (i obrnuto). Autori su odgovorni za točnost navođenja referenci. U popisu literature prihvatljiva je literatura na hrvatskom, engleskom, španjolskom, francuskom, njemačkom i talijanskom jeziku. Za ostale jezike u zagradi treba navesti engleski prijevod reference. Kada je moguće treba navesti DOI brojeve (<https://www.doi.org>).

Reference treba navesti u sljedećem obliku:

Članci iz časopisa (navesti puni naziv časopisa):

Bertović, S., 1987: Reljef, podneblje i vegetacijski pokrov. Šumarski list 111 (7–8): 366–390.

Blanusa, T., M. Garratt, M. Cathcart-James, L. Hunt, R.W.F. Cameron, 2019: Urban hedges: A review of plant species and cultivars for ecosystem service delivery in north-west Europe. *Urban Forestry & Urban Greening* 40: 126391. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.126391>

Knjige:

Pernar, N., 2017: Tlo – nastanak, značajke, gospodarenje. Sveučilište u Zagrebu Šumarski fakultet, Zagreb.

Foxcroft, L.C., P. Pyšek, D.M. Richardson, P. Genovesi (ur.), 2013: Plant invasions in protected areas: patterns, problems and challenges. Springer, Dordrecht. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-7750-7>

Poglavlja iz knjige:

Forrest, M., C. Konijnendijk, 2005: A history of urban forests and trees in Europe. U (Konijnendijk, C., K. Nilsson, T. Randrup, J. Schipperijn, ur.): *Urban forests and trees*. Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 23–48. https://doi.org/10.1007/3-540-27684-X_3

Članci iz zbornika skupa:

Konijnendijk, C., 1992: Urban forestry and foresters. U (Hummel, J.A., M.P.E. Parren, ur.): *Forests: A growing concern*. Proceedings of the XIXth International Forestry Students Symposium, Wageningen, The Netherlands, September 30–October 7, 1991, pp. 33–37.

Doktorski radovi:

Vidaković, A., 2025: Morphological and genetic diversity of populations and chemical composition of fruits of European wild pear (*Pyrus pyraeaster* (L.) Burgsd.) and almond-leaved pear (*P. spinosa* Forssk.) in Croatia. Doktorski rad, Sveučilište u Zagrebu Fakultet šumarstva i drvene tehnologije, Zagreb.

Softver:

R. Core Team, 2022: R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org>

Web stranice:

CABI, 2025: Invasive Species Compendium. Wallingford, UK: CAB International. <http://www.cabi.org/isc>

AUTHOR GUIDELINES

Manuscripts should be submitted using the Open Journal System (OJS): <https://sumlist.online>

Article publishing is free of charge.

The scientific and professional papers shall be submitted in 1) English or 2) Croatian with extended summary (up to 1000 words; highlighting the objective, results, and conclusion of the paper; all tables, figures and appendices should be referred to) and key words in English. If the paper is in Croatian, all titles, headings, legends and other text in figures and tables shall be presented bilingually. Other articles are generally published in Croatian. Submitted manuscripts shall consist of no more than 15 single-sided A4 sheets, including tables, figures and references and all appendices. Longer papers should be approved by the editor. Large tables and figures can be published as supplementary materials online, but not in the printed version. The manuscript should be submitted as a Word document (docx format), using Times New Roman font, with single spacing and font size 12, without additional text editing. The title page should contain: 1) full title (should not exceed 120 characters without spaces); 2) names of all authors (name and surname in full), their institutional affiliations and e-mail addresses, with indication of the corresponding author; 3) abstract (up to 350 words; highlights the objective, results, and conclusion of the paper); 4) keywords (up to eight, in alphabetical order); and 5) proposal of names, surnames, institutional affiliations and e-mail addresses of three potential reviewers.

Cite relevant references in the text by name and year, e.g. (Heinze 1998), (Kremer and Hipp 2020; Cristiano et al. 2023a, 2023b), (Kremer and Hipp 2020, Cristiano et al. 2023a), Heinze (1998), Kremer and Hipp (2020), Cristiano et al. (2023a, 2023b). Unpublished results and personal communications should not be in the reference list, but may be mentioned in the text. Citation of a reference as “in press” implies that the item has been accepted for publication. Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Responsibility for the accuracy of reference citations lies entirely with the authors. The articles in Croatian, English, Spanish, French, German and Italian are accepted in the Reference list. For any other language, please provide the English translation in parentheses. Please provide DOI numbers wherever is possible (<https://www.doi.org>).

Use the following formats for Reference list style:

Journal articles (please note that the names of journals should be given in full): Bertović, S., 1987: Reljef, podneblje i vegetacijski pokrov. *Šumarski list* 111 (7–8): 366–390.

Blanusa, T., M. Garratt, M. Cathcart-James, L. Hunt, R.W.F. Cameron, 2019: Urban hedges: A review of plant species and cultivars for ecosystem service delivery in north-west Europe. *Urban Forestry & Urban Greening* 40: 126391. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.126391>

Books:

Pernar, N., 2017: Tlo – nastanak, značajke, gospodarenje. Sveučilište u Zagrebu Šumarski fakultet, Zagreb.

Foxcroft, L.C., P. Pyšek, D.M. Richardson, P. Genovesi (eds.), 2013: Plant invasions in protected areas: patterns, problems and challenges. Springer, Dordrecht. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-7750-7>

Chapters in a book:

Forrest, M., C. Konijnendijk, 2005: A history of urban forests and trees in Europe. In (Konijnendijk, C., K. Nilsson, T. Randrup, J. Schipperijn, eds.): *Urban forests and trees*. Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 23–48. https://doi.org/10.1007/3-540-27684-X_3

Conference proceedings papers:

Konijnendijk, C., 1992: Urban forestry and foresters. In (Hummel, J.A., M.P.E. Parren, eds.): *Forests: A growing concern*. Proceedings of the XIXth International Forestry Students Symposium, Wageningen, The Netherlands, September 30–October 7, 1991, pp. 33–37.

Theses:

Vidaković, A., 2025: Morphological and genetic diversity of populations and chemical composition of fruits of European wild pear (*Pyrus pyraeaster* (L.) Burgsd.) and almond-leaved pear (*P. spinosa* Forssk.) in Croatia. PhD Thesis, University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology, Zagreb, Croatia.

Software:

R. Core Team, 2022: R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org>

Websites:

CABI, 2025: Invasive Species Compendium. Wallingford, UK: CAB International. <http://www.cabi.org/isc>



Slika 1. Habitus.

Figure 1 Habit.

Araucaria heterophylla (Salisb.) Franco (Araucariaceae)

Visoka araukarija

Visoka araukarija je 30–40 (–60) m visoko drveće endemično na otoku Norfolku u Tihom oceanu, oko 1400 km istočno od Australije. Sada najviše živiće stablo ove vrste raste na prirodnom staništu i visoko je 55 m, prsnog promjera debla 245 cm. Visoka araukarija je vazdazelena, jednodomna, anemofilna i anemohorna crnogorična vrsta. Kao i ostale vrste iz roda *Araucaria*, ima pravilno, simetrično, pršljenasto razgranjenje, s po četiri do sedam grana u pršljenu, što uz stožasti habitus i prozračnu krošnju doprinosi njenoj ljepoti. Jedna je od najskladnijih vrsta drveća, često sadena u područjima s toplom, suptropskom ili mediteranskom klimom. Omiljena je sobna biljka i Božićno drveće u posudi, poznata pod nazivom „sobna jelica”.

Norfolk Island Pine

The Norfolk Island pine is an evergreen, monoecious, wind-pollinated, and wind-dispersed coniferous tree endemic to Norfolk Island in the Pacific Ocean, approximately 1,400 km east of Australia. It reaches heights of 30–40 (–60) m. Currently, the tallest living specimen grows in its natural habitat, reaching 55 m in height with a diameter at breast height (DBH) of 245 cm. Like other species in the genus *Araucaria*, it features regular, symmetrical, whorled branching, with four to seven branches per whorl, which, combined with its conical habit and airy crown, contributes to its beauty. It is one of the most harmonious tree species, frequently planted in regions with warm, subtropical, or Mediterranean climates. It is a popular indoor plant and potted Christmas tree, often known as the “Living Christmas Tree.”

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



Slika 2. Iglice su zavojito rasporedene, šilaste, srpasto povijene, sjedeće; na mladim biljkama otklonjene, četverobridne, 8–15 mm dugačke.

Figure 2 Needles are spirally arranged, pointed, sickle-shaped, and sessile; on young plants, they are spreading, four-sided, and 8–15 mm long.



Slika 3. Iglice su na starijim biljkama gušće rasporedene, priklonjene, plosnate, 4–6 mm dugačke.

Figure 3 On older plants, needles are more densely arranged, appressed, flat, and 4–6 mm long.

Slika 4. Češeri su kuglasti, drvenasti, smeđi, 8–10 cm promjera; dozrijevaju u ljeto i jesen druge godine; nakon dozrijevanja se raspadaju, a na stablu ostaje češerno vreteno.

Figure 4 Cones are spherical, woody, brown, and 8–10 cm in diameter; they mature in the summer and autumn of the second year; after ripening, they disintegrate, leaving the cone axis on the tree.

