

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

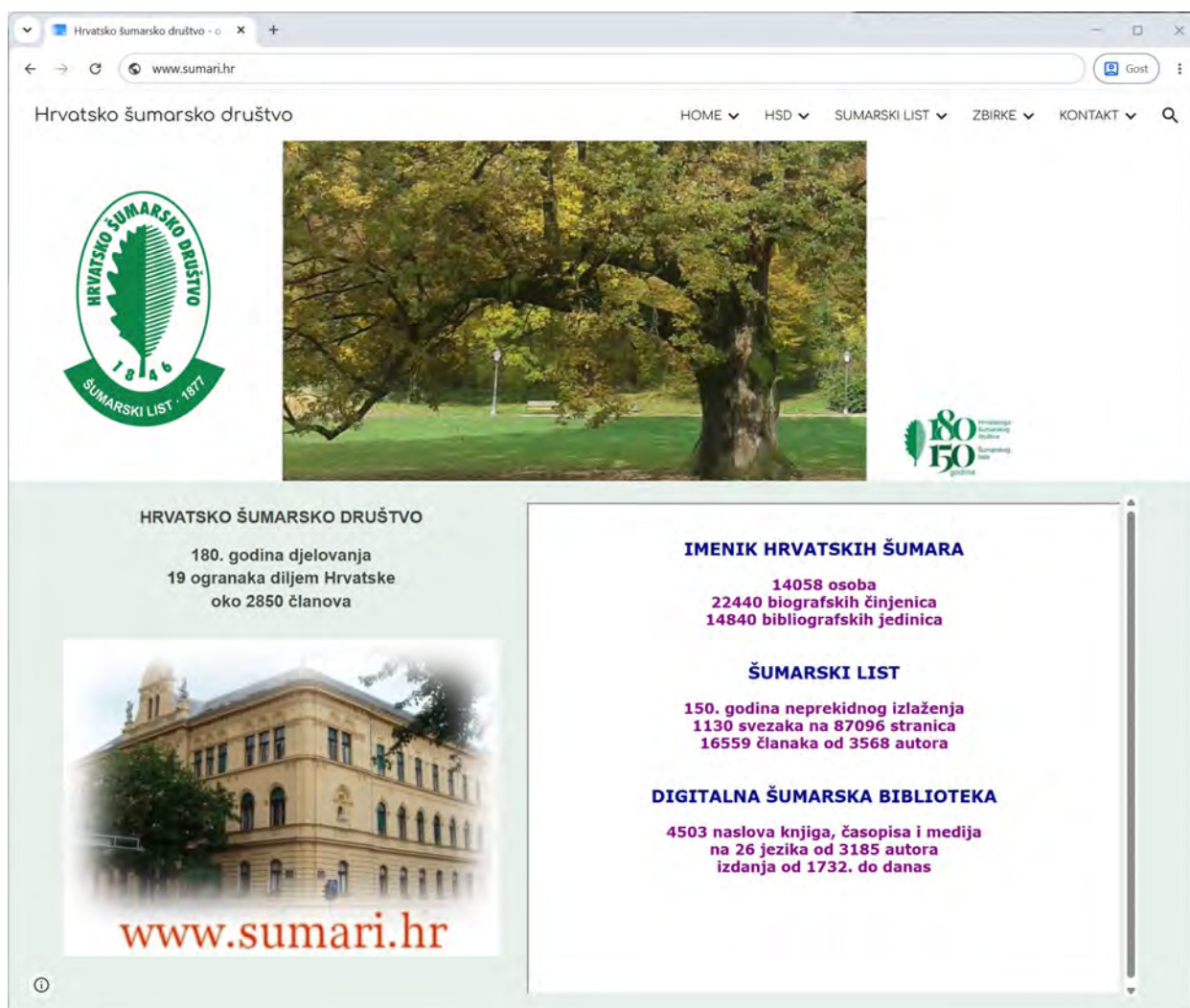


7-8

2026

GODIŠTE 150.
Zagreb, 2026.





Naslovna stranica – Front page:
 Najveća bukva u novootkrivenom lokalitetu na Visočici. (str. 361)
 The largest beech tree in a newly discovered locality on Mount Visočica. (more on page 361)
 (Foto: Dominic Justić)

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

Što je pokazala Druga nacionalna inventura šuma? – What Did the Second National Forest Inventory Reveal? ..295

Izvorni znanstveni članci – Original Scientific Papers

<https://doi.org/10.31298/sl.150.7-8.1>

Joso Vukelić, Lovro Turkalj, Tonko Megyery, Pavle Gašparović, Nikola Magdić

Zaštićena i ugrožena vaskularna flora u šumama Nacionalnog parka Plitvička jezera – Protected and Endangered Vascular Flora in the Forests of Plitvice Lakes National Park297

<https://doi.org/10.31298/sl.150.7-8.2>

Igor Poljak, Patricija Palorec, Jelena Čačić

Drvenaste biljke povijesnog perivoja Ribnjak u Zagrebu – Woody Plants of the Historic Ribnjak Park in Zagreb ..307

<https://doi.org/10.31298/sl.150.7-8.3>

Fahrettin Atar, Halil Barış Özel, Deniz Güney, Ebru Atar

Assessing Phenotypic Diversity and Population-Level Differentiation in *Laurus nobilis* L. Seedlings from the Southwestern Black Sea Region317

<https://doi.org/10.31298/sl.150.7-8.4>

Yassina Amirat, Fazia Krouchi, Samir Ait Said, Naima Belmihoub, Arezki Derridj

Structural Dynamics of Atlas Cedar in the Tala Guilef Forest: A Favorable Situation that can be Improved by Controlling Anthropogenic Pressure329

Pregledni rad – Review Paper

<https://doi.org/10.31298/sl.150.7-8.5>

Martina Đodan, Sanja Perić, Martina Zorić, Zoran Galić, Andrija Barišić

Suvremeni izazovi i ograničenja obnove šuma hrasta lužnjaka: Studija slučaja Hrvatska i Srbija – Contemporary Challenges and Restoration Constraints in Pedunculate Oak Forests: A Case Study of Croatia and Serbia341

Prethodno priopćenje – Preliminary Communication

<https://doi.org/10.31298/sl.150.7-8.6>

Ahmet Arpacık, Furkan Can Özcelep

Woody Plant Species in the Diet of the Golden Jackal (*Canis aureus* Linnaeus, 1758) in Trabzon, Türkiye353

Popularni članci i društvene vijesti – General Articles and Society News

Iznimna stabla naših šuma

Uredništvo

Iznimna stabla bukve na Visočici361

Novi doktori znanosti

Dinka Matošević

Dr. sc. Nikola Zorić363

Znanstveni i stručni skupovi

Vinko Paulić

36. godišnja skupština Europskoga vijeća za arborikulturu (EAC)365

Sanja Perić, Ivan Balenović

Ulaganje u suvremenu istraživačku infrastrukturu Hrvatskog šumarskog instituta – projekt DIGIT367

Knjige i časopisi

Dario Kremer

Prof. dr. sc. Milan Glavaš: Uzgoj šumskih ljekovitih biljaka371

Oliver Vlanić

Mirko Balala: Natjecanja šumskih radnika sjekača, 1963. – 2024.372

Branko Meštrić

20 Bjelovarskih salona fotografije ŠUMA OKOM ŠUMARA 374

Urbano šumarstvo

Damir Dramalija

Zaštita urbanih stabala prilikom izvođenja građevinskih radova375

Hrvatsko šumarsko društvo

Oliver Vlanić

Uz Dan hrvatskog šumarstva obilježene i dvije ovogodišnje obljetnice379

MALA ŠUMARSKA KRONIKA383

In memoriam

Marijan Grubešić

Alojzije Frković (1934. – 2016.) povodom desete obljetnice smrti386

Branko Meštrić

Vladimir Rajković, dipl. ing. šum. / Živko Petković, dipl. ing. šum.388

Branko Meštrić, Oliver Vlanić

Hranislav Jakovac, dipl. ing. šum.389



Što je pokazala Druga nacionalna inventura šuma?

Veliki amfiteatar Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu 9. lipnja 2026. bio je popunjen s velikim brojem zainteresiranih slušatelja. Razlog okupljanja bila je prezentacija Druge nacionalne inventure šumskih resursa Republike Hrvatske (CRONFI II). O važnosti teme svjedočila je i nazočnost potpredsjednika Vlade RH i ministra poljoprivrede, šumarstva i ribarstva Davida Vlačića. Detaljnije o samoj nacionalnoj inventuri moći će se pročitati u članku posvećenom samoj inventuri u sljedećem broju Šumarskog lista.

Nacionalna inventura šuma propisana je Zakonom o šumama, a detaljno razrađena Pravilnikom o postupku provođenja Nacionalne inventure šumskih resursa Republike Hrvatske i odobravanju njezinih rezultata svakih 10 godina. Svrha provođenja nacionalne inventure šuma je višestruka te uključuje prikupljanje informacija o stanju šuma za potrebe šumarske politike i šumarske operative, ekologije, lovstva, zaštite okoliša, zaštite prirode, drvoprerađivačke industrije te za potrebe državnih i međunarodnih organizacija radi ispunjavanja obveza međunarodnih izvješćivanja. Zasniva se na jedinstvenoj metodologiji Forest Resources Assessment (FRA) koju je uspostavila organizacija FAO, što je zbog standardizacije metoda rezultata čini usporedivom s rezultatima inventura drugih država. Terenska izmjera obavljena je na stalnim plohama postavljenim u sklopu Prve nacionalne inventure šuma. Druga nacionalna inventura provedena je tijekom 2024. i 2025. godine.

Prva nacionalna inventura šuma u Hrvatskoj izrađena je između 2005. i 2009. godine. Rezultati inventure objavljeni su 2010. godine i tada su u dijelu javnosti izazvali oštre kritike na račun gospodarenja šumama u RH. Razlog je bila razlika u odnosu na podatke iz šumskogospodarske osnove područja RH za razdoblje 2006. – 2015. godine, što je uvjetovano različitim metodologijom izmjere i dobivanja podataka.

Podaci dobiveni Drugom nacionalnom inventurom šuma omogućili su usporedbu s Prvom nacionalnom inventurom te su potvrdili njenu kvalitetnu izradu. Osnovne razlike između dvaju nacionalnih inventura (2010. i 2026. godine) očituju se u sljedećem: ukupna površina šuma i šumskih zemljišta porasla je za 417 tisuća ha s 2,581 milijuna ha na 2,997 milijuna ha, pokrivenost kopnene površine RH šumama i šumskim zemljištima porasla je za 7 % s 46 % na 53 %, obrasla površina šumskih zemljišta porasla je za 53 tisuće ha s 2,378 milijuna ha na 2,431 milijuna ha, površina šuma u državnom vlasništvu smanjila se sa 77 % na 71 %, a površina šuma u privatnom vlasništvu povećala se s 23 % na 29 %, ukupna drvna zaliha smanjila se za 4 milijuna m³ s 552 milijuna m³ (232 m³/ha) na 548 milijuna m³ (227 m³/ha), zastupljenost najrasprostranjenije vrste drveća po drvnjoj zalihi obične bukve smanjila se s 35 % na 34 %, udio godišnjeg etata u volumnom prirastu smanjio se za 13 % sa 75 % na 62 %, mrtvo drvo (ležeće i stojeće) u šumi povećalo se za 22 milijuna m³ s 33 milijuna m³ na 55 milijuna m³ (dijelom zbog promjene izmjere, a dijelom zbog veće osviještenosti šumoposjednika o važnosti mrtvog drva), a spremljeni ugljik u šumama povećao se za 4 milijuna tona sa 639 milijuna tona (269 t/ha) na 643 milijuna tona (266 t/ha).

Koliko može radovati povećanje šumovitosti Hrvatske toliko se treba zabrinuti jer se to povećanje dobrim dijelom temelji na napuštanju ruralnih krajeva i zarastanju napuštenih poljoprivrednih površina. Šumarstvo kao gospodarska djelatnost ima veliku ulogu u opstanku i razvoju ruralnih zajednica, ali i privlačenju mlađeg stanovništva u te krajeve. Odgovorno gospodarenje sve većim površinama šuma od dobrobiti je i vrlo značajnim općekorisnim funkcijama šuma. Sve veća važnost šuma u svjetlu klimatskih promjena zahtijevat će veću posvećenost praćenju stanja šuma te pronalaženje novih rješenja za njihov opstanak i prilagodbu novim uvjetima.

What Did the Second National Forest Inventory Reveal?

The large lecture hall of the Faculty of Forestry and Wood Technology of the University of Zagreb was filled with a large audience of interested participants on 9 June 2026. The occasion was the presentation of the Second National Forest Resources Inventory of the Republic of Croatia (CRONFI II). The presentation of this important topic was also marked by the attendance the Deputy Prime Minister of the Republic of Croatia and Minister of Agriculture, Forestry and Fisheries, David Vlačić. More detailed information about the national forest inventory itself will be presented in an article dedicated to the inventory in the next issue of *Šumarski list*.

The National Forest Inventory, which is conducted every ten years, is prescribed by the Forest Act and further regulated by the Regulation on the procedure for conducting the national inventory of forest resources of the Republic of Croatia and approving its results. The National Forest Inventory serves multiple purposes, including the collection of information on forest conditions for forestry policy making and operational forest management, ecology, game management, environmental protection, nature conservation, and the wood-processing industry, as well as for national and international institutions to fulfil international reporting obligations. It is based on the standardized Forest Resources Assessment (FRA) methodology established by the FAO, which ensures the comparability of Croatia's results with those of national forest inventories conducted in other countries. Field measurements were carried out on permanent sample plots established during the First National Forest Inventory. The second inventory was conducted during 2024 and 2025.

The First National Forest Inventory in Croatia was carried out between 2005 and 2009. Its results were published in 2010 and generated considerable criticism from the public regarding forest management practices in Croatia. The criticism arose from discrepancies between the inventory results and the data presented in the Forest Management Plan for the Republic of Croatia for the period 2006–2015, which were primarily the consequence of differences in inventory methodology and data collection procedures.

The data obtained through the Second National Forest Inventory enabled direct comparison with the first inventory and confirmed the high quality of its implementation. The principal differences between the two inventories (2010 and 2026) are as follows: the total area of forests and forest land increased by 417 thousand hectares, from 2.581 million ha to 2.997 million ha; forest and forest land cover increased by 7%, from 46% to 53% of Croatia's land area; the area of stocked forest land increased by 53 thousand hectares, from 2.378 million ha to 2.431 million ha; the share of state-owned forests decreased from 77% to 71%, while privately owned forests increased from 23% to 29%; the total growing stock decreased by 4 million m³, from 552 million m³ (232 m³/ha) to 548 million m³ (227 m³/ha); the proportion of European beech (*Fagus sylvatica* L.), the most widespread tree species in terms of growing stock, decreased slightly from 35% to 34%; the ratio of the annual allowable cut to volume increment declined by 13%, from 75% to 62%; the volume of deadwood (standing and lying) increased by 22 million m³, from 33 million m³ to 55 million m³ (partly as a result of methodological changes in measurement and partly due to increased awareness among forest owners of the ecological importance of deadwood); and the amount of carbon stored in forests increased by 4 million tonnes, from 639 million tonnes (269 t/ha) to 643 million tonnes (266 t/ha).

While the increase in Croatia's forest cover is certainly encouraging, it is also a cause for concern because it is largely a result of rural depopulation and the overgrowth of abandoned agricultural land. Forestry, as an economic activity, plays an important role in sustaining and developing rural communities, as well as attracting younger generations to rural areas. Responsible management of the continuously expanding forest area also contributes to numerous forest ecosystem services. Given the growing importance of forests in the context of climate change, greater attention will need to be devoted to monitoring forest conditions and developing new approaches to ensure their long-term survival and adaptation to changing environmental conditions.

Zaštićena i ugrožena vaskularna flora u šumama Nacionalnog parka Plitvička jezera

Protected and Endangered Vascular Flora in the Forests of Plitvice Lakes National Park

Joso Vukelić¹, Lovro Turkalj^{1*}, Tonko Megyery¹, Pavle Gašparović¹, Nikola Magdić²

¹ Oikon. d.o.o. – Institut za primijenjenu ekologiju, Zagreb

² JU NP Plitvička jezera, Plitvička Jezera

* Dopisni autor: Lovro Turkalj, e-mail: lturkalj@oikon.hr

SAŽETAK

U radu je inventarizirano i analizirano prisustvo 34 strogo zaštićene i 11 ugroženih vrsta vaskularne flore u šumskoj vegetaciji NP Plitvička jezera. Inventarizacija je provedena na temelju prijašnjih relevantnih rezultata i vlastitih terenskih opažanja na 323 cjelovita ili djelomična kvadranta dimenzija 1 km × 1 km. Rezultati prisustva vrsta na kvadrantima razvrstani su u pet kategorija, od vrlo rijetke rasprostranjenosti (≤ 10 kvadranta, I. kategorija) do širokih areala koji se pružaju na više od 60 % njegove površine (≥ 201 kvadrant, V. kategorija). Ustanovljeno je da 14 vrsta ima vrlo ograničenu rasprostranjenost, s pojavnošću na manje od 3 % ukupne šumske površine (≤ 10 kvadranta). Sljedećih 11 vrsta zabilježeno je u rasponu od 11 do 50 kvadranta (manje od 17 % površine), dok preostalih 20 vrsta pokazuju znatno veću učestalost i širu distribuciju unutar šumskih ekosustava Parka. Kategorije vrlo rijetkih i rijetkih vrsta obuhvaćaju svojte uže ekološke valencije (stanišni specijalisti). One nastanjuju specifična, osjetljiva i prostorno ograničena staništa, poput vlažnih i poplavnih područja, otvorenijih vapnenačkih obronaka i padina, ekotona te nešumskih površina. Budući da ova skupina obuhvaća i vrste čija brojnost opada prijelazom s nešumskih prostora prema sklopljenim i sjenovitim šumskim sastojinama, one su svakako prisutne i u okolnim sukcesijskim i otvorenim staništima. Kategorije rijetko rasprostranjenih svojti obuhvaćaju nekoliko tipičnih šumskih vrsta, prije svega orhideje (*Cypripedium calceolus*, *Corallorhiza trifida*, *Epipactis* sp.) te božikovinu (*Ilex aquifolium*) i tisu (*Taxus baccata*). Na temelju dostupnih podataka, njihova se trenutna distribucija smatra stabilnom, iako se za tisu i božikovinu pretpostavlja da su povijesno zauzimale veći areal koji je s vremenom smanjen uslijed dugotrajnog antropogenog utjecaja. Uz navedene rijetke svojte, značajan udio u flori Parka čine široko rasprostranjene šumske vrste koje mu daju prepoznatljiv prirodni identitet. Analiza rasprostranjenosti i ugroženosti inventariziranih svojti ukazuje na to da one u NP Plitvička jezera trenutno zauzimaju stabilne areale. Predviđa se očuvanje takvoga stanja jer se u Parku ne provode zahvati koji bi doveli do fragmentacije, degradacije ili promjene šumskih staništa. Ipak, dugoročnu prijetnju, osobito za stanišne specijaliste, predstavljaju potencijalne promjene vodnog režima, progresivna sukcesija na nešumskim površinama te kumulativni učinci klimatskih promjena. Stoga je nužno uspostaviti sustavni monitoring osjetljivih vrsta na stalnim ploham i provoditi ciljane mjere očuvanja. Dobiveni rezultati služe kao relevantna stručna podloga za unaprjeđenje strategija upravljanja te osiguranje dugoročne zaštite bioraznolikosti Parka.

Ključne riječi:

strogo zaštićene vrste, ugrožene vrste, rasprostranjenost flore, šumska staništa, potencijalne ugroze, Nacionalni park Plitvička jezera

DOI:

<https://doi.org/10.31298/sl.150.7-8.1>

Kako citirati / How to Cite:

Vukelić, J. i dr., 2026: Zaštićena i ugrožena vaskularna flora u šumama Nacionalnog parka Plitvička jezera. Šumarski list 150 (7-8): 297–305. <https://doi.org/10.31298/sl.150.7-8.1>



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

UVOD

INTRODUCTION

U radu su prikazani sažeti rezultati projekta „Kartiranje flore rijetkih, ugroženih i strogo zaštićenih biljnih vrsta u šumskim ekosustavima Nacionalnog parka Plitvička jezera“, koji je u razdoblju od 2022. do 2024. godine proveo Oikon d.o.o. – Institut za primijenjenu ekologiju (Oikon d.o.o. 2025). Istraživanje je bilo usmjereno na precizno kartiranje odabranih svojti, analizu staništa, utvrđivanje čimbenika ugroze te procjenu dugoročne stabilnosti flore šumskih ekosustava. Ovaj rad obuhvaća temeljne podatke o rasprostranjenosti i ugroženosti odabranih vrsta, dok se detaljne karte i sveobuhvatne analize nalaze u završnom izvješću Odjela šumskih ekoloških sustava Javne ustanove „NP Plitvička jezera“.

Nacionalni park Plitvička jezera područje je iznimne bioraznolikosti, prepoznato u nacionalnim i međunarodnim znanstvenim okvirima (Špoljarić i Belančić 2011). Budući da su šumski ekosustavi ključna staništa brojnih rijetkih i zaštićenih svojti, njihovo je očuvanje presudno za stabilnost cijelog sustava i održivo upravljanje (Martinić 2019). Prema bazi FCD (Nikolić 2005), od oko 1400 zabilježenih svojti na staništima Parka, njih više od 190 (14 %) je ugroženo ili strogo zaštićeno. Budući da ih je približno četvrtina vezana uz šume i njihove rubove, u ovom je radu analizirana rasprostranjenost 45 odabranih vrsta (34 strogo zaštićene i 11 ugroženih). Podaci o njihovoj rasprostranjenosti predstavljaju objektivan pokazatelj stanja šuma, neophodan za očuvanje hidrološkog režima jezera, zaštitu tla i klimatsku stabilnost regije. Slijedom toga, cilj je ovoga rada: (a) inventarizirati i kartirati odabrane strogo zaštićene i ugrožene šumske vrste NP Plitvička jezera unutar mreže 1 × 1 km te (b) analizirati obrasce njihove rasprostranjenosti i potencijalne ugroze radi definiranja smjernica za monitoring i očuvanje.

MATERIJAL I METODE

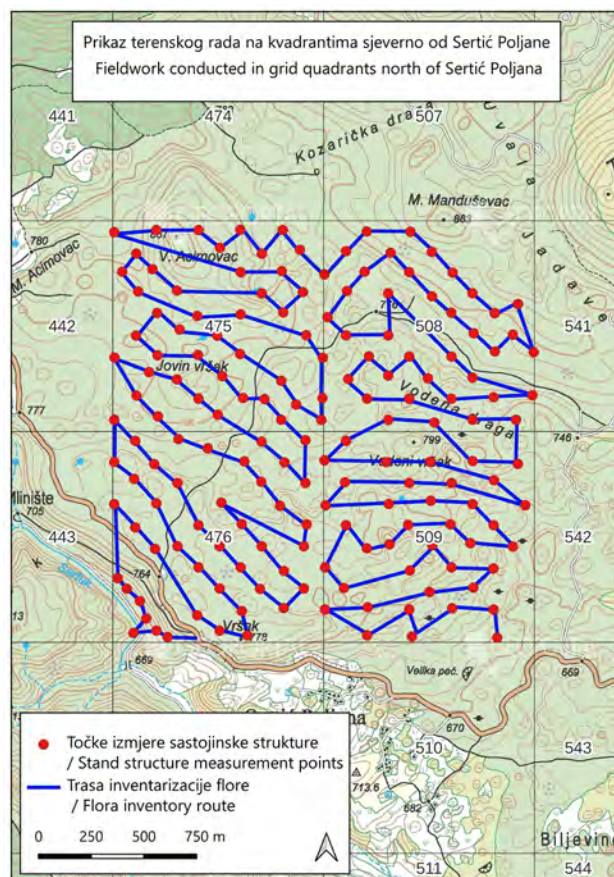
MATERIAL AND METHODS

Kartiranje biljnih vrsta provedeno je kombinacijom terenskog istraživanja i revizije dostupnih podataka iz literature. Kao osnovna prostorna jedinica za prikaz rasprostranjenosti korišteni su kvadranti dimenzija 1 km × 1 km (100 ha) u kojima se bilježi prisutnost vrste neovisno o njezinoj brojnosti. Primjerice, dok pojedine svojte poput šaševa (rod *Carex* L.) u pravilu imaju malu gustoću populacije po kvadrantu, vrste kao što su *Helleborus niger* L., *Veratrum album* L., *Cardamine chelidonia* L., *Platanthera bifolia* (L.) Rich., *Epipactis helleborine* (L.) Crantz i dr. mogu doseći gustoću od više desetaka ili čak stotina jedinki na samo jednom hektaru. Terenska inventarizacija provedena je istodobno s projektom „Izrada konačnih nacrti Programa zaštite, njege i obnove šuma za NP Plitvička jezera - Grupa 7“ (Oikon i Pro Silva 2023. i 2024. godine) po natječaju tadašnjeg MINGOR-a.

Podaci o nalazištima vrsta preuzeti su iz baze FCD (Nikolić 2005) te iz ranijih fitocenoloških i florističkih istraživanja na području Parka (Trinajstić 1970; Cestar i dr. 1982, 1984; Šegulja i Krga 1988, 1989, 1990; Krga 1992; Kranjčev 2004; Stančić i dr. 2010; Kremer i Čulinović 2019; Vukelić i dr. 2013, 2019, 2020, 2023; Baneković 2020; Hrvatski šumarski institut, Oikon 2022 i dr.). Analizom su obuhvaćeni isključivo nalazi koji omogućuju pouzdanu prostornu identifikaciju, a iz baze

FCD primarno su korišteni podaci s razinom preciznosti ≥ 7 , dok su podaci niže razine točnosti uvaženi samo uz dostatan opis za nedvojbeno određivanje kvadranta.

Terenski podaci prikupljeni su i obrađeni unutar kilometarske mreže (1 km × 1 km) u koordinatnom sustavu HTRS96/TM. Područje Parka od približno 29.630 ha podijeljeno je na 323 kvadranta koji su označeni jedinstvenim identifikacijskim brojevima (ID). Metodologija terenskog rada prikazana je na Slici 1.



Slika 1. Prikaz terenskog rada na kvadrantima sjeverno od Sertić Poljana.
Figure 1. Fieldwork conducted in grid squares north of Sertić Poljana.

U radu je analizirano 45 biljnih vrsta odabranih prema kriterijima zakonske zaštite i ugroženosti u Republici Hrvatskoj (Pravilniku o strogo zaštićenim vrstama – NN 144/13, 73/16 i nacionalnom Crvenom popisu (Nikolić 2005)). Od ukupnog broja, 34 vrste su strogo zaštićene, dok ih 11 pripada kategorijama ugroženosti bez formalnog statusa zaštite. Odabir je temeljen na prisutnosti u šumskim staništima i dostupnosti recentnih podataka o nalazištima. Osim primarno šumskih vrsta, u obradu su uključene i neke svojte koje nastanjuju rubna staništa i kontaktne zone šumskih ekosustava.

Nomenklatura biljnih vrsta (latinski i hrvatski nazivi) preuzeta je iz FCD baze (Nikolić 2005).

REZULTATI I RASPRAVA

RESULTS AND DISCUSSION

Analiza prostorne distribucije vrsta po kvadrantima pokazuje veliku heterogenost. Ona je prije svega uvjetovana njihovim sinekološkim čimbenicima i strukturnim značajkama šumskih sastojina. Primjerice, homogeni kvadranti

Tablica 1. Popis inventariziranih vrsta s brojem pripadajućih kvadranta.
Table 1 List of inventoried species with the number of corresponding grid squares.

Porodica Family	Latinski naziv vrste Latin name of the species	Hrvatski naziv vrste Croatian common name of the species	Broj kvadranta Number of grid squares
Aquifoliaceae	<i>Ilex aquifolium</i> L.	trnovita božikovina	45
Asparagaceae	<i>Asparagus tenuifolius</i> Lam.	tankolisna šparoga	22
	<i>Ruscus hypoglossum</i> L.	širokolisna veprina	145
Brassicaceae	<i>Cardamine chelidonia</i> L.	ružičasta režuha	226
	<i>Cardamine kitaibelii</i> Bech.	višelisnata režuha	213
	<i>Cardamine waldesteinii</i> Dyer	šumska režuha	187
Cyperaceae	<i>Carex acutiformis</i> Ehrh.	močvarni šaš	8
	<i>Carex elongata</i> L.	dugoklasi šaš	2
	<i>Carex panicea</i> L.	prosasti šaš	21
	<i>Carex riparia</i> Curtis	obalni šaš	3
	<i>Carex vesicaria</i> L.	mjehurasti šaš	7
Equisetaceae	<i>Equisetum hyemale</i> L.	zimsko preslica	6
Gentianaceae	<i>Gentiana asclepiadea</i> L.	modra sirištara	124
Iridaceae	<i>Iris graminea</i> L.	uskolisna perunika	63
	<i>Iris pseudacorus</i> L.	žuta perunika	5
Liliaceae	<i>Lilium bulbiferum</i> L.	zlatoglavi ljiljan	2
	<i>Lilium carnolicum</i> Bernh. ex Koch	kranjski ljiljan	6
	<i>Lilium martagon</i> L.	zlatni ljiljan	204
Melanthiaceae	<i>Veratrum album</i> L.	bijela čemerika	156
Orchidaceae	<i>Cephalanthera damasonium</i> (Mill.) Druce	bijela naglavica	170
	<i>Cephalanthera longifolia</i> (L.) R. M. Fritsch	dugolisna naglavica	126
	<i>Cephalanthera rubra</i> (L.) Rich.	crvena naglavica	90
	<i>Corallorhiza trifida</i> Châtel.	šumska koraljuša	5
	<i>Cypripedium calceolus</i> L.	gospina papučica	8
	<i>Dactylorhiza fuchsii</i> (Druce) Soó	Fuchsova kukavica	16
	<i>Dactylorhiza maculata</i> (L.) Soó	pjegava kukavica	6
	<i>Epipactis atrorubens</i> (Hoffm.) Besser	tamnocrvena kruščika	13
	<i>Epipactis helleborine</i> (L.) Crantz	širokolisna kruščika	248
	<i>Epipactis leptochila</i> (Godfery) Godfery	uskousna kruščika	11
	<i>Epipactis microphylla</i> (Ehrh.) Sw.	sitnolisna kruščika	29
	<i>Epipactis purpurata</i> Sm.	purpurna kruščika	31
	<i>Gymnadenia conopsea</i> (L.) R. Br.	mrežasti vranjak	31
	<i>Listera ovata</i> (L.) R. Br.	jajoliki čopotac	51
	<i>Neottia nidus-avis</i> (L.) Rich.	šumska kokoška	309
	<i>Orchis pallens</i> L.	blijedi kačun	3
	<i>Platanthera bifolia</i> (L.) Rich.	vimenjak	265
Paeoniaceae	<i>Paeonia mascula</i> (L.) Mill.	planinski božur	5
Plantaginaceae	<i>Digitalis grandiflora</i> Mill.	velecvjetni naprstak	109
Primulaceae	<i>Cyclamen purpurascens</i> Mill.	šumska ciklama	285
Ranunculaceae	<i>Helleborus multifidus</i> Vis.	krški kukurijek	35
	<i>Helleborus niger</i> L.	crni kukurijek	175
Rosaceae	<i>Spiraea cana</i> Waldst. et Kit.	sivkasta suručica	5
Taxaceae	<i>Taxus baccata</i> L.	tisa	19
Thymelaeaceae	<i>Daphne laureola</i> L.	lovorolisni likovac	159
	<i>Daphne mezereum</i> L.	obični likovac	310

sjevnog dijela Parka sadrže prosječno deset strogo zaštićenih i ugroženih vrsta. Nasuprot tome, u središnjem i južnom dijelu, posebice uz vodena i vlažna staništa, taj se broj kreće od 20 do 25. Uzevši u obzir sve šumske sastojine cjelovitih kvadranta unutar Parka, zabilježen je prosjek od devet strogo zaštićenih te četiri ugrožene vrste.

Strogo zaštićene vrste svrstane su u deset, a ugrožene u osam porodica. Iz prve skupine najviše vrsta, ukupno njih 17 pripada porodici Orchidaceae koja uključuje rodove *Cephalanthera* Rich., *Corallorhiza* Gagnebin, *Cypripedium* L., *Dactylorhiza* Nevski, *Epipactis* Zinn, *Gymnadenia* R. Br., *Listera* R. Br., *Neottia* L. i *Platanthera* Rich. Prema broju vrsta, najbogatiji je rod *Epipactis* s pet vrsta, koliko ima i rod *Carex* u obje kategorije. Tablica 1 prikazuje popis inventariziranih vrsta i njihovu učestalost po kvadrantima.

Tablica 2. Kategorije inventariziranih vrsta prema učestalosti u broju kvadranta.
Table 2 Categories of inventoried species according to their frequency across grid squares.

Kategorije učestalosti Frequency categories	Broj kvadranta Number of grid squares	Broj vrsta No. of species	Vrste Species
Vrlo rijetke vrste Very rare species	1 – 10	14	<i>Carex acutiformis</i> , <i>Carex elongata</i> , <i>Carex riparia</i> , <i>Carex vesicaria</i> , <i>Corallorhiza trifida</i> , <i>Cypripedium calceolus</i> , <i>Dactylorhiza maculata</i> , <i>Equisetum hyemale</i> , <i>Iris pseudacorus</i> , <i>Lilium bulbiferum</i> , <i>Lilium carnolicum</i> , <i>Orchis pallens</i> , <i>Paeonia mascula</i> , <i>Spiraea cana</i>
Rijetke vrste Rare species	11 – 50	11	<i>Asparagus tenuifolius</i> , <i>Carex panicea</i> , <i>Dactylorhiza fuchsii</i> , <i>Epipactis atrorubens</i> , <i>Epipactis leptochila</i> , <i>Epipactis microphylla</i> , <i>Epipactis purpurata</i> , <i>Gymnadenia conopsea</i> , <i>Helleborus multifidus</i> , <i>Ilex aquifolium</i> , <i>Taxus baccata</i>
Česte vrste Common species	51 – 100	3	<i>Cephalanthera rubra</i> , <i>Iris graminea</i> , <i>Listera ovata</i>
Vrlo česte vrste Very common species	101 – 200	9	<i>Cardamine waldsteinii</i> , <i>Cephalanthera damasonium</i> , <i>Cephalanthera longifolia</i> , <i>Daphne laureola</i> , <i>Digitalis grandiflora</i> , <i>Gentiana asclepiadea</i> , <i>Helleborus niger</i> , <i>Ruscus hypoglossum</i> , <i>Veratrum album</i>
Obilno rasprostranjene vrste Abundantly distributed species	≥ 201	8	<i>Cardamine chelidonia</i> , <i>Cardamine kitaibelii</i> , <i>Cyclamen purpurascens</i> , <i>Daphne mezereum</i> , <i>Epipactis helleborine</i> , <i>Lilium martagon</i> , <i>Neottia nidus-avis</i> , <i>Platanthera bifolia</i>

Prva kategorija uključuje ekološki usko specijalizirane vrste izrazito oskudnog rasprostranjenja (zabilježene u manje od 10 kvadranta). Njihova je prisutnost strogo uvjetovana specifičnim stanišnim prilikama: vlažnim i močvarnim staništima (npr. vrste roda *Carex*, *Iris pseudacorus* L., *Equisetum hyemale* L.), otvorenim vapnenačkim kamenjarima (*Spiraea cana* Waldst. et Kit.) te rubnim sukcesijskim stadijima i otvorenim površinama (*Lilium bulbiferum* L., *L. carnolicum* Bernh. ex Koch, *Dactylorhiza maculata* (L.) Soó, *Orchis pallens* L.). Planinski božur (*Paeonia mascula* (L.) Mill.) također je ograničen na mali broj kvadranta zbog diskontinuirane zastupljenosti prosvijetljenih rubnih staništa te šuma i šikara, unatoč tome što lokalno može tvoriti brojne populacije. Gospina papučica (*Cypripedium calceolus* L.) je mikorizna vrsta, rijetko prisutna zbog ovisnosti o stabilnim mikroklimatskim i pedološkim uvjetima na vapnenačkom supstratu, specifičnim biološkim svojstvima s dugim vremenom spolnog sazrijevanja, zbog čega se unutar naizgled pogodnih područja pojavljuje na malom broju mikrolokacija. Svakako je moguć uzrok njenog ograničenog pojavljivanja i nekontrolirano sabiranje pa i iskorjenjivanje u prošlosti, premda Kranjčev (2004) navodi sedam njenih nalazišta, a recentno ih je poznato osam. Gospina papučica je jedina ciljna šumska vrsta nad kojom se u Parku provodi obavezan monitoring. Šumska koraljuša (*Corallorhiza trifida*

Za analizu rezultata svojte su, s obzirom na ukupni broj kvadranta (N) u kojima su zabilježene, razvrstane u pet kategorija učestalosti: vrlo rijetke vrste (1 – 10 kvadranta), rijetke (11 – 50), česte (51 – 100), vrlo česte (101 – 200) te široko rasprostranjene vrste (≥ 201). Ovakva kategorizacija omogućuje jasno razlikovanje vrsta lokalne i fragmentirane distribucije (često vezanih uz specifična mikrostaništa) od onih sa širokom ekološkom valencijom koje nastanjuju veći dio Parka.

Pregled vrsta po navedenim kategorijama donosi Tablica 2. Analiza ukazuje na izrazitu neravnomjernost u distribuciji; više od polovice ukupnog broja vrsta koncentrirano je u kategorijama vrlo niske i niske učestalosti (1 – 50 kvadranta), dok manji udio svojti pokazuje širu prostornu distribuciju i značajniju zastupljenost (N > 50).

Châtel.) sitna je i neupadljiva vrsta, često teško uočljiva i fenološki ograničena, pa je moguće da nije zapažena u terenskim obilascima unatoč njenoj prisutnosti.

Drugu kategoriju rijetkih flornih elemenata čini 11 vrsta šire ekološke valence u odnosu na prethodnu skupinu. Iako su ekološki prilagodljivije, njihova je rasprostranjenost u Parku ograničena malom zastupljenošću specifičnih staništa koja zahtijevaju. Ova skupina obuhvaća vrste koje, osim šumskih sastojina, naseljavaju nešumska i prijelazna staništa (ekotone), pa je njihova stvarna učestalost zasigurno veća od zabilježene (npr. *Carex panicea* L., *Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br., *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soó, *Helleborus multifidus* Vis., *Epipactis atrorubens* (Hoffm.) Besser i *Asparagus tenuifolius* Lam.). Vrste *Epipactis microphylla* (Ehrh.) Sw., *E. purpurata* Sm. i *E. leptochila* (Godfery) Godfery smatraju se primarno šumskim vrstama koje su i u prethodnim istraživanjima iznimno rijetko bilježene. Naposljetku, za tisu (*Taxus baccata* L.), kao i za znatno češću božikovinu (*Ilex aquifolium* L.), pretpostavlja se povijesno šira rasprostranjenost koja je reducirana dugotrajnim antropogenim pritiskom i nekontroliranim iskorištavanjem.

U treću su kategoriju uvrštene česte i stabilno rasprostranjene vrste. Dok su *Iris graminea* L. i *Cephalanthera rubra* (L.) Rich. karakteristične za šume na dolomitu, *Listera ovata* (L.)

R. Br. naseljava širi raspon staništa – od vlažnih i svježih šuma do šikara i otvorenih površina.

Posljednje dvije kategorije obuhvaćaju 17 pretežito šumskih vrsta široke ekološke valence. Nastanjuju različite tipove šuma, no glavno su im stanište bukove i bukovo-jelove šume na kalkokambisolu povrh vapnenačko-dolomitne podloge, bez obzira na njegovu varijabilnost (Perković i dr. 2024). Neke od njih, primjerice *Daphne mezereum* L., *Cyclamen purpurascens* Mill., *Neottia nidus-avis* (L.) Rich., *Platanthera bifolia* i *Epipactis helleborine* zabilježene su u gotovo svim šumskim zajednicama istraživanog područja.

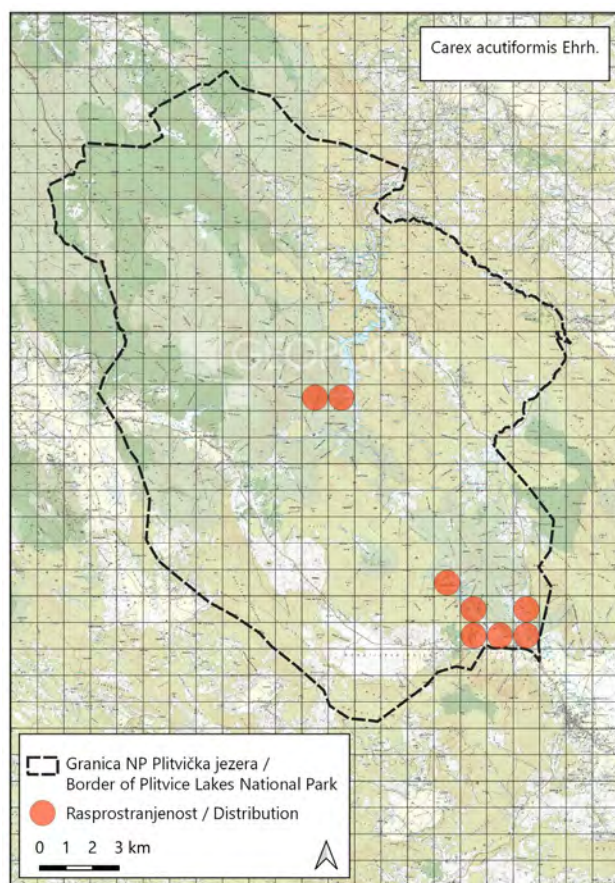
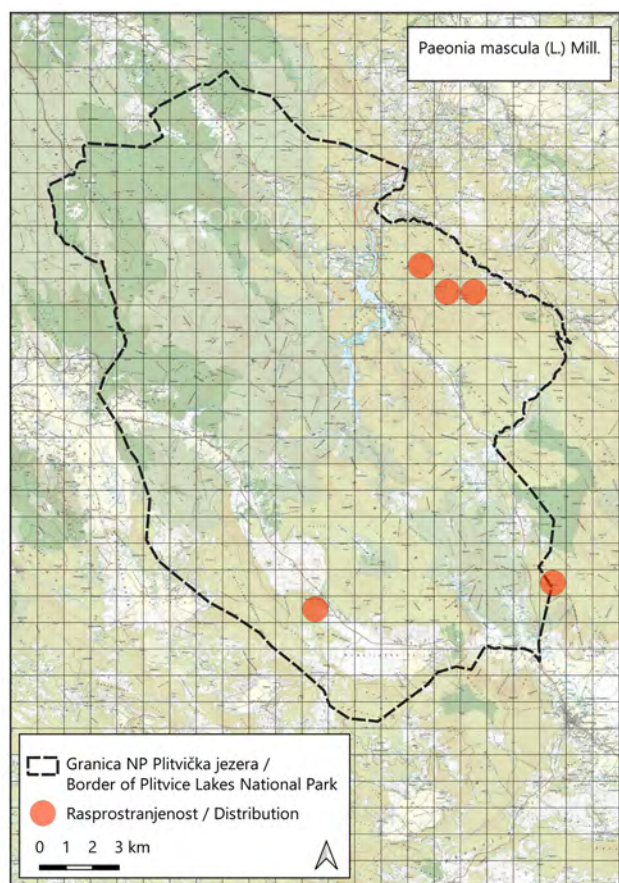
Važnost rezultata ovog istraživanja očituje se u tome što ono predstavlja prvu sustavnu horološku inventarizaciju strogo zaštićenih i ugroženih vrsta u Nacionalnom parku Plitvička jezera. Iako su te vrste ranije navođene u općim pregledima flore Parka, njihova je prostorna distribucija do sada bila dokumentirana tek u okviru širih projekata (poput projekta KEC – „Očuvanje krških ekoloških sustava“, 2003-2007) ili putem izvornih fitocenoloških snimaka u citiranim radovima. Dobiveni rezultati pružaju relevantan doprinos poznavanju flore Parka jer ukazuju na značajno veću zastupljenost gotovo svih istraživanih vrsta u odnosu na citiranu literaturu i prethodne kartografske prikaze. Znatno veći broj kvadranta potvrđen ovim istraživanjem u odnosu na ranije poznatu rasprostranjenost zorno ilustriraju sljedeći primjeri: *Epipactis helleborine* (s 45 na 248 kvadranta), *Cardamine kitaibelii* Bech. (s 92 na 213), *Lilium martagon* L. (sa 72 na 204) i *Daphne laureola* L. (sa 76 na 159). Vrsta *Iris graminea* sada je potvrđena u 63 kvadranta

(prije 21), *Gymnadenia conopsea* u 31 (prije 19), a *Paeonia mascula* u 5 (prije 3). Kod vrste *Epipactis microphylla* broj kvadranta je s 11 (8 pouzdanih i 3 nepouzdana) porastao na 29, dok je kod *Dactylorhiza fuchsii* broj porastao sa 6 na 16. Naposljetku, iako se *Epipactis purpurata* u bazi FCD ne navodi za ovo područje, našim terenskim istraživanjima potvrđena je i kartirana u ukupno 31 kvadrantu. Njezina kasna identifikacija na području Parka rezultat je velike morfološke varijabilnosti i česte hibridizacije unutar roda *Epipactis*, ali i nedostatka sustavnih terenskih istraživanja. Važan rezultat ovih istraživanja je i prvi nalaz bodljikave veprine (*Ruscus aculeatus* L.) unutar granica Parka. Slika 2 prikazuje areale šest odabranih vrsta iz različitih kategorija rasprostranjenosti, dok su slike za ostale vrste priložene u završnom izvješću.

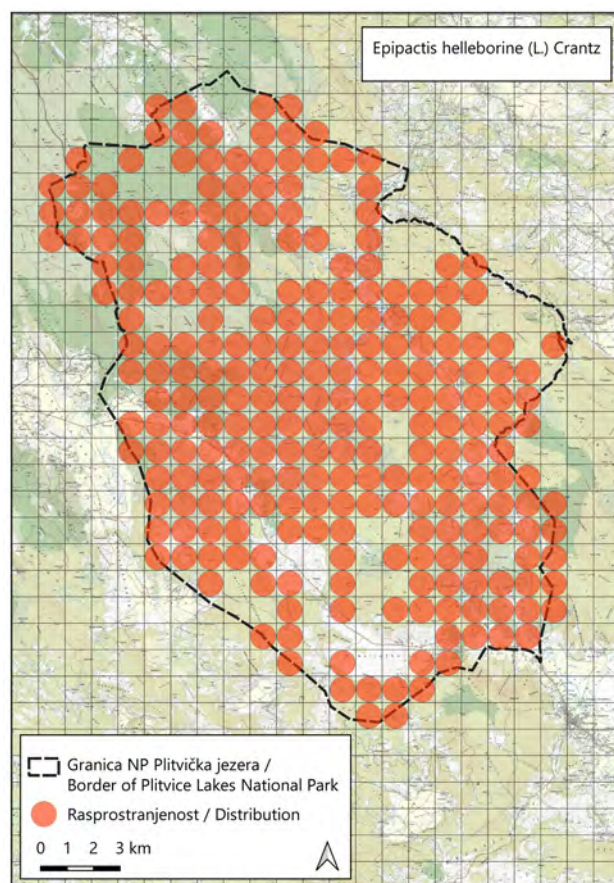
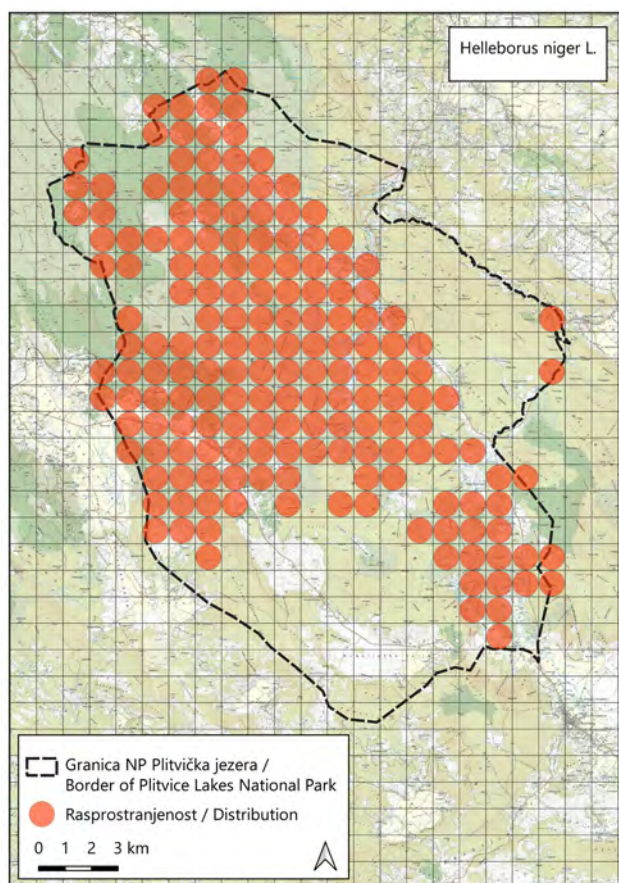
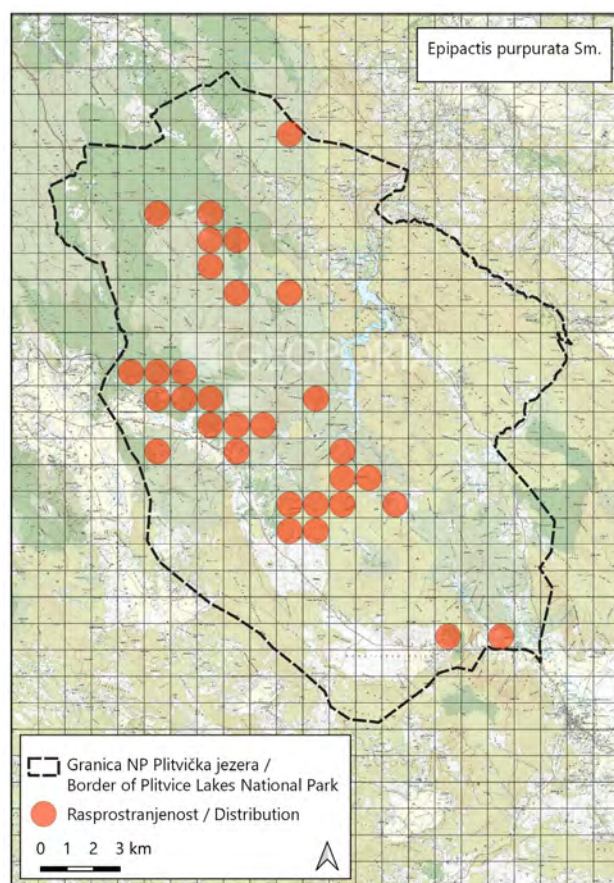
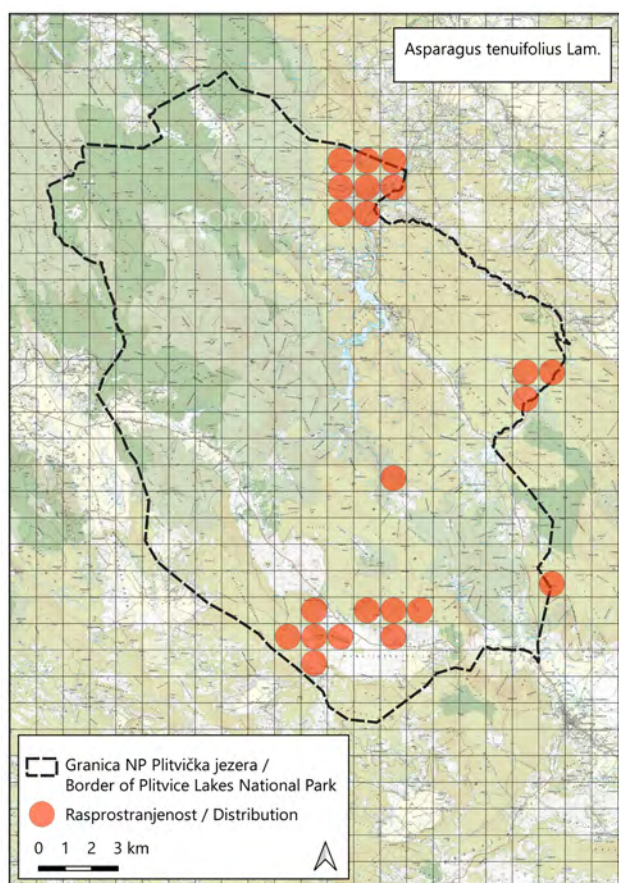
Procjena stanja i ugroženost flore

Conservation status and threat level of the flora

Prema Crvenoj knjizi vaskularne flore Hrvatske (Nikolić i Topić 2005), najugroženije svojte Nacionalnog parka Plitvička jezera primarno su vezane uz nešumska staništa poput cretova, suhih travnjaka, vlažnih livada, obalnih područja te različite sukcesijske stadije (npr. *Chouardia litardierei* (Breistr.) Speta, *Coeloglossum viride* (L.) Hartm., *Drosera rotundifolia* L., *Ligularia sibirica* (L.) Cass., *Menyanthes trifoliata* L. i brojne druge), dok je udio ugroženih vrsta u stabilnim šumskim ekosustavima znatno manji. Analiza uzročnika ugroženosti vaskularne flore prema IUCN-ovoj klasifikaciji ukazuje na to da je gubitak staništa, uzrokovan prvenstveno ljudskim djelovanjem, presudan čimbenik degradacije u 62 %



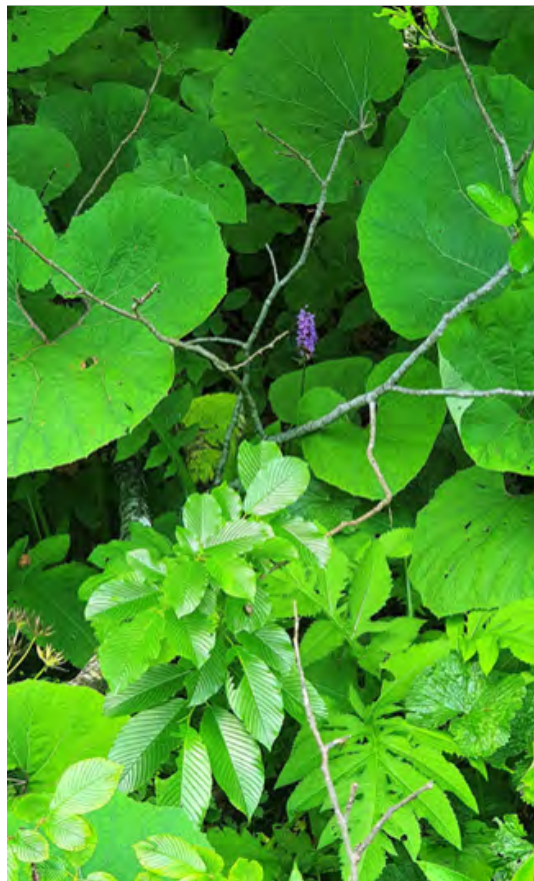
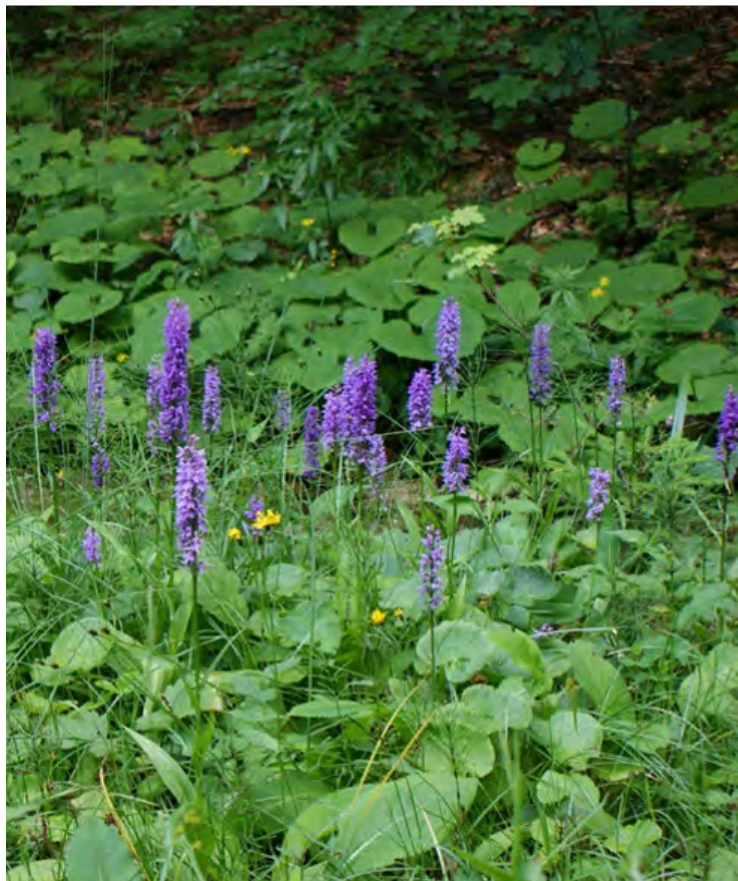
Slika 2. Rasprostranjenost vrsta *Paeonia mascula* i *Carex acutiformis*.
Figure 2 Distribution of the species *Paeonia mascula* and *Carex acutiformis*.



Slika 2. (nastavak) Rasprostranjenost vrsta *Asparagus tenuifolius*, *Epipactis purpurata*, *Helleborus niger* i *Epipactis helleborine*.
Figure 2 (continued) Distribution of the species *Asparagus tenuifolius*, *Epipactis purpurata*, *Helleborus niger* and *Epipactis helleborine*.

slučajeva. Daljnjih 24 % ugroženosti rezultat je posrednih posljedica različitih uzročnika među kojima je najznačajniji proces prirodnog zarastanja, odnosno sukcesija vegetacije. Neposredni gubici, uglavnom uzrokovani pretjeranim i nekontroliranim sabiranjem biljaka čine 7 % ukupnog broja zabilježenih uzročnika, dok preostali faktori imaju manji utjecaj od 8 %.

U šumama NP Plitvička jezera u najvećoj su mjeri isključeni navedeni faktori ugroženosti jer se ne provode aktivnosti koje bi mogle devastirati staništa ili negativno utjecati na prisutnu floru. Ipak, zbog potencijalnih neizravnih ugroza u budućnosti, nužno je istaknuti dvije osjetljive skupine vrsta: one s ograničenim ekološkim nišama te vrste vezane uz sukcesijska staništa (Slika 3).



Slika 3. Fuchsova kukavica (*Dactylorhiza fuchsii*) uz potok Sartuk (lijevo, srpanj 2013.). Danas je na ovakvim staništima napredovala sukcesija pa je i broj orhideja znatno manji (desno, lipanj 2024.).

Figure 3 *Dactylorhiza fuchsii* along the Sartuk stream (left, July 2013). Today, ecological succession has progressed at such habitats, resulting in a significantly lower number of orchids (right, June 2024).

U prvu skupinu pripadaju vrste koje pretežno rastu na povremeno plavnim, mokrim do vlažnim, staništima u šumama, njihovim rubovima i sastojinama u sukcesiji: *Carex panicea*, *C. riparia* Curtis, *C. vesicaria* L., *C. acutiformis* Ehrh., *C. elongata* L., *Equisetum hyemale*, *Iris pseudacorus* i *Listera ovata*. Te vrste rastu uz riječna korita i jezerske površine, u vlažnim poljima Rudanovca i Vrela, na Čujiča krčevini, uz Sartuk i na sličnim lokalitetima. Za njihov opstanak primarno je važno održavati sadašnji vodni režim. U prirodnim ekosustavima NP Plitvička jezera najosjetljivija su vodena, povremeno poplavna, mokra i vlažna staništa kojih u Parku ima svega oko 1 % od ukupne površine, ali upravo ona čine temeljni fenomen Parka.

Opstanak higrofilnih vrsta dodatno ugrožava sukcesija – postupno zarastanje plavnih i mokrih staništa grmljem vrba, trušljike, obične udikovine, sviba te stabalcima crne johe, običnog jasena, gorskog javora i ostalih vrsta. Ovaj proces, u kombinaciji s klimatskim promjenama i isušivanjem tla, smanjuje njihovu brojnost i vodi k nestanku njihovih prirodnih staništa. Sukcesija ugrožava i vrste koje su češće na sušim,

otvorenim staništima te rubovima šuma, poput *Orchis pal-lens*, *Lilium carniolicum*, *L. bulbiferum* i *Dactylorhiza maculata*. Za njihov opstanak nužno je održavati travnjake i šumske čistine kroz mjere uklanjanja korova i zarastanja, sukladno propisanim projektima očuvanja nešumskih staništa.

Promjene areala mogu obuhvatiti i ekološki plastičnije vrste koje naseljavaju širok spektar staništa: od otvorenih površina i šumskih rubova do različitih faza degradacije i sklopljenosti šumskih sastojina (npr. *Helleborus multifidus*, *Asparagus tenuifolius*, *Digitalis grandiflora* Mill., *Spiraea cana*, *Paeonia mascula*, *Epipactis atrorubens*, *Iris graminea*, *Gymnadenia conopsea*, *Cephalanthera rubra*, u manjoj mjeri još neke). Zbog svoje izražene prilagodljivosti na sukcesijske procese, ove bi vrste u uvjetima klimatskih promjena mogle ne samo očuvati nego i dodatno proširiti svoju rasprostranjenost.

Uz sve navedene vrste koje su više ili manje podložne različitim promjenama pa i prijetnjama, značajan je broj onih koje pripadaju tzv. „čvrstim šumskim vrstama”; one uglavnom rastu u sklopljenim šumama, imaju stabilne areale i čine prepoznatljivu komponentu florne strukture i vegetacijske

građe pojedinih stanišnih tipova u Parku. Rijetke od njih, poput *Cypripedium calceolus*, *Corallorhiza trifida*, *Epipactis leptochila* i *Taxus baccata* imaju recentno ograničen areal, što ne znači da su ugrožene. I u prijašnjim su istraživanjima zabilježene na rijetkim nalazištima, a za praćenje njihova stanja preporučuje se monitoring na stalnim plohama, posebice za spomenute orhideje. Kod tise se može potaknuti širenje ciljanom sadnjom, dok je vrstu *Epipactis leptochila* (uskolisna krušćika) potrebno podrobnije istražiti zbog njene varijabilnosti i hibridizacije s drugim vrstama iz roda krušćika, prije svega sa širokolisnom krušćikom (*Epipactis helleborine*).

Među strogo zaštićenim vrstama NP Plitvička jezera ističe se porodica orhideja (Orchidaceae), na čiju ugroženost u Hrvatskoj ukazuju brojni autori (Vrbek i Fiedler 1998, Hršak i dr. 1999, Kranjčev 2004, 2004a, 2005, Nikolić i Topić 2005, Zima i dr. 2006, Borovečki-Voska 2010, Zadravec i dr. 2014, Plan upravljanja NP Plitvička 2019 i drugi izvori). Dok Kranjčev (2004) za područje Parka navodi više od 50 vrsta, ovo je istraživanje obuhvatilo 17 vrsta unutar deset rodova. Iako prevladavaju šumske orhideje, važno je naglasiti da se mnoge od njih razvijaju na otvorenim staništima koja zahtijevaju aktivno održavanje radi sprječavanja sukcesije (Borovečki-Voska 2010). U tom kontekstu Kranjčev (2004) izdvaja lokalitet Vrelo kao iznimno vrijedan mozaik nešumskih biotopa s dominantnom livadnom vegetacijom (Kranjčev 2004).

Također je nužno održavati postojeće šumske prometnice i pogodnu infrastrukturu, budući da su njihovi rubni dijelovi i prijelazne zone (ekotoni) značajna staništa brojnih orhideja. Ističe se primjer šumske ceste od željezničkog prijelaza kod Rudopolja prema Ciganskim dolinama (kvadranti 317 i 318), gdje su orhideje izrazito brojne, posebice iz roda *Epipactis*.

Zaključno, istraživanja potvrđuju da su areali inventariziranih šumskih vrsta u NP Plitvička jezera recentno stabilni te da flora trenutačno nije ugrožena, unatoč intenzivnom turističkom pritisku. U šumskim se ekosustavima ne provode aktivnosti koje bi uzrokovale degradaciju staništa, dok posjetitelji na poučnim i planinarskim stazama, prema dosadašnjim opažanjima, nemaju negativan utjecaj na očuvanost populacija (Magdić i Špoljarić 2014, 2015).

ZAKLJUČAK

CONCLUSION

Terenska istraživanja i prostorna analiza potvrđuju da su šumski ekosustavi Nacionalnog parka Plitvička jezera stabilna i očuvana staništa za 45 analiziranih zaštićenih i ugroženih svojti. Iako je manji broj njih ograničen na osjetljiva vlažna, plavna i sukcesijska područja, izravne ugroze trenutačno nisu zabilježene. Ipak, dugoročni opstanak tih populacija ovisit će o promjenama vodnog režima, prirodnoj sukcesiji i utjecaju klimatskih promjena. Stoga se preporučuje sustavni monitoring, osobito rijetkih i ekološki zahtjevnih vrsta, za što ovi rezultati čine temeljnu znanstvenu podlogu u svrhu prilagodbe mjera upravljanja i očuvanja bioraznolikosti Parka. Oni također dodatno upotpunjuju poznavanje flore i vegetacije hrvatskih Dinarida i osiguravaju podatke za relevantne izvore domaćeg i međunarodnog sustava izvještavanja i referiranja.

ZAHVALE

ACKNOWLEDGEMENTS

Uspješna realizacija projekta ostvarena je uz veliku potporu djelatnika Odjela šumskih ekoloških sustava JU „NP Plitvička jezera“ te tvrtke Pro Silva d.o.o., kojima zahvaljujemo na neophodnoj pomoći pri terenskim istraživanjima. Posebnu zahvalnost dugujemo prof. Ljiljani Borovečki-Voska na pomoći pri determinaciji orhideja na temelju fotografija i konstruktivnim savjetima i komentarima.

LITERATURA

REFERENCES

- Baneković, M., 2020: Šume plemenitih listača (*Tilio-Acerion pseudo-platani* Klika 1955) u Nacionalnom parku Plitvička jezera. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu Šumarski fakultet, Zagreb.
- Borovečki-Voska, Lj., 2010: Orhideje na Strahinjšćici i susjednim područjima. Alfa d.d., Zagreb.
- Cestar, D., V. Hren, Z. Kovačević, J. Martinović, Z. Pelcer, K. Bezak, V. Krejči, A. Krznar, V. Lindić, B. Vrbek, 1982: Prirodni šumski rezervat „Medvedak“. Radovi 50: 1–40.
- Cestar, D., V. Hren, Z. Kovačević, J. Martinović, Z. Pelcer, K. Bezak, V. Krejči, A. Krznar, V. Lindić, J. Medvedović, B. Vrbek, 1984: Prirodni šumski rezervat „Kik - Visibaba“. Prirodni šumski rezervat „Riječica - Javornik“. Radovi 58: 1–71.
- Hršak, V., T. Nikolić, M. Plazibat, S. Jelaska, D. Bukovec, 1999: Orchids of Medvednica Natural Park, Croatia. Acta Biologica Slovenica 42: 13–37.
- Hrvatski šumarski institut, Oikon d.o.o., 2022: Kartiranje šumskih čistina Nacionalnog parka Plitvička jezera. Izvješće o istraživanju, Jastrebarsko.
- Kranjčev, R., 2004: Orhideje NP Plitvička jezera i prijedlozi za zaštitu njihovih staništa. Plitvički bilten 6: 7–28.
- Kranjčev, R., 2004a: Hrvatske kačunovice ili orhideje (Fam. Orchidaceae). Podravski zbornik 369–384.
- Kranjčev, R., 2005: Orhideje šumskih staništa. Šumarski list 129 (7–8): 424–429.
- Kremer, D., K. Čulinović, 2019: Drveće i grmlje Nacionalnog parka Plitvička jezera. Javna ustanova Nacionalni park „Plitvička jezera“, Plitvička jezera.
- Krga, M. 1992: Flora Nacionalnog parka Plitvička jezera. Plitvički bilten 5: 27–56.
- Magdić, N., S. Špoljarić, 2014: Poučno-rekreativne staze šumskih ekosustava NP Plitvička jezera. Priručnik, JU NP „Plitvička jezera“, Plitvička jezera.
- Magdić, N., S. Špoljarić, 2015: Planinarske staze Nacionalnog parka Plitvička jezera. Priručnik, JU NP „Plitvička jezera“, Plitvička jezera.
- Martinić, I., 2019: Bioraznolikost šuma u Nacionalnom parku Plitvička jezera. Javna ustanova Nacionalni park „Plitvička jezera“, Plitvička jezera.
- Nikolić, T. (ur.), 2005 – nadalje: Flora Croatica Database. Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu. <http://hirc.botanic.hr/fcd>
- Nikolić, T., J. Topić, (ur.), 2005: Crvena knjiga vaskularne flore Republike Hrvatske. Kategorije EX, RE, CR, EN i VU. Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb.
- Oikon d.o.o., 2025: Kartiranje flore rijetkih, ugroženih i strogo zaštićenih biljnih vrsta u šumskim ekosustavima Nacionalnog parka Plitvička jezera. Završno izvješće, Zagreb.
- Perković, I., D. Počekal, V. Roje, D. Bakšić, N. Pernar., 2024: Utjecaj matičnog supstrata na značajke kalkokambisola na području NP Plitvička jezera. Šumarski list 148 (5–6): 237–238.
- Plan upravljanja Nacionalnim parkom Plitvička jezera 2019–2028. Plitvička jezera.
- Pravilnik o strogo zaštićenim vrstama. (NN 144/13, 73/16), Zagreb
- Stančić, Z., K. Žganec, S. Gottstein, 2010: Marshland vegetation of Plitvice Lakes National Park (Croatia). Candollea 65 (1): 147–167.

- Šegulja, N., M. Krga, 1988: Floristical and phytocenological characteristic of the Brezovačko polje area (Plitvice Lakes National Park). *Periodicum Biologorum* 91 (1): 166–167.
- Šegulja, N., M. Krga, 1989: Travnjačka vegetacija Karleušinih plasa (Nacionalni park Plitvička jezera). *Plitvički bilten* 2: 39–54.
- Šegulja, N., M. Krga, 1990: Neke florne i vegetacijske osobitosti travnjaka u Nacionalnom parku Plitvička jezera. *Ekološki glasnik* 7–8: 67–72.
- Špoljarić, I., A. Belančić, 2011: Obljetnice u 2010. godini – 160 godina znanstvenih istraživanja na Plitvičkim jezerima i 49 godina djelovanja Znanstveno-istraživačke postaje. U (Šutić B, I. Mataijal, Z. Šikić, A. Dujmović, V. Ružić, A. Brozinčević, ur.): *Zbornik radova Znanstveno-stručnog skupa Nacionalnog parka Plitvička jezera povodom 60 godina od osnivanja i 30 godina od upisa na UNESCO-vu Listu svjetske kulturne i prirodne baštine, Plitvička jezera*, pp. 356–365.
- Trinajstić, I., 1970: Prilog poznavanju šumske vegetacije prašumskog rezervata „Čorkova uvala“ u Hrvatskoj. *Akad. Nauka Umj. BiH* 15 (4): 125–130.
- Vrbek, M., S. Fiedler, 1998: The distribution, degree of threat to and conservation of the orchids of Žumberak (Croatia). *Natura Croatica* 7 (4): 291–305.
- Vukelić, J., D. Baričević, I. Šapić, 2013: Fitocenološke značajke buko-vo-jelovih šuma (*Omphalodo-Fagetum* /Tregubov 1957 corr. Puncer 1980/ Marinček et al. 1993) Nacionalnoga Parka Plitvička jezera. *Hrvatska misao* 61 (1/13): 7–15.
- Vukelić, J., I. Šapić, D. Ugarković, K. Krapinec, 2023: Šume Nacionalnog parka „Plitvička jezera“. Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Oikon d.o.o., Zagreb. <https://oikon.hr/hr/sume-nacionalnog-parka-plitvicka-jezera>
- Vukelić, J., I. Šapić, G. Mei, I. Poljak, I. Plišo Vusić, M. Orešković, 2019: Šume crne johe (tip *91E0 Natura 2000, tip E.2.1.9. NKS) u Nacionalnom parku Plitvička jezera. *Šumarski list* 143 (7–8): 295–305.
- Vukelić, J., I. Šapić, M. Baneković, Z. Seletković, D. Ugarković, 2020: Detaljno kartiranje NATURA 2000 ciljnih šumskih stanišnih tipova (*91B0, 91K0, 91L0, 91M0). Izvješće o istraživanjima, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
- Zdravec, V., M. Zdravec, 2014: Orchids of Vejalnica and Krč (Medvednica). *Glasnik Hrvatskog botaničkog društva* 2 (1): 4–12.
- Zima, D., M. Đurkić, M. Tomašević, 2006: Analiza ugroženosti svojiti iz porodice Orchidaceae u Požeškoj kotlini i okolnom gorju. *Agronomski glasnik* 68 (2): 99–107.

SUMMARY

The study inventoried and analyzed the presence of 34 strictly protected and 11 threatened species of vascular flora within the forest vegetation of Plitvice Lakes National Park. The inventory was conducted on the basis of previously relevant findings and the authors' own field observations across 323 complete or partial 1 km × 1 km grid squares. Species occurrences within the grid squares were classified into five categories, ranging from very rare distribution (≤ 10 grid squares, Category I) to wide ranges extending over more than 60 % of the Park's area (≥ 201 grid squares, Category V). It was found that 14 species have a very limited distribution, occurring on less than 3% of the total forest area (≤ 10 grid squares). A further 11 species were recorded in 11–50 grid squares (covering less than 17% of the area), whereas the remaining 20 species showed considerably higher frequencies and broader distributions within the Park's forest ecosystems. The categories of very rare and rare species include taxa with narrow ecological valence (habitat specialists). They inhabit specific, sensitive, and spatially restricted habitats such as wet and flood-prone areas, more open limestone slopes and hillsides, ecotones, and non-forest areas. Since this group also includes species whose abundance decreases along the transition from non-forest habitats to closed and shaded forest stands, they are certainly present in the surrounding successional and open habitats as well. The category of rarely distributed taxa includes several typical forest species, primarily orchids (*Cypripedium calceolus*, *Corallorhiza trifida*, *Epipactis* sp.), as well as *Ilex aquifolium* and *Taxus baccata*. Based on the available data, their current distribution is considered stable, although it is assumed that yew and holly historically occupied a wider range that has been reduced over time due to long-term anthropogenic influence. Alongside these rare taxa, a substantial share of the Park's flora is composed of widely distributed forest species that provide it with a distinctive natural identity. The analysis of the distribution and threat status of the inventoried taxa indicates that they currently occupy stable ranges within Plitvice Lakes National Park. The maintenance of this condition is expected, as no interventions are carried out in the Park that would lead to fragmentation, degradation, or alteration of forest habitats. Nevertheless, long-term threats, particularly for habitat specialists, include potential changes in the hydrological regime, progressive succession on non-forest areas, and the cumulative effects of climate change. Therefore, it is necessary to establish systematic monitoring of sensitive species on permanent plots and to implement targeted conservation measures. The results provide a relevant professional basis for improving management strategies and ensuring the long-term protection of the Park's biodiversity.

Keywords: strictly protected species, threatened species, flora distribution, forest habitats, potential threats, Plitvice Lakes National Park

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

HRVATSKA
VATROGASNA
ZAJEDNICA

HRVATSKE
CESTE

AZM
POSREDOVANJE

HŽPP

HRVATSKA
POSREDOVANJE

HRVATSKA
Puna života

REPUBLIKA HRVATSKA
Ministarstvo
turizma i sporta

REPUBLIKA HRVATSKA
Ministarstvo poljoprivrede,
šumarstva i ribarstva



f @ in v
Hrvatske šume d.o.o.

Drvenaste biljke povijesnog perivoja Ribnjak u Zagrebu

Woody Plants of the Historic Ribnjak Park in Zagreb

Igor Poljak^{1*}, Patricija Palorec², Jelena Čačić²

¹ Sveučilište u Zagrebu Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Zagreb

² samostalni istraživači, Zagreb

* Dopisni autor: Igor Poljak, e-mail: ipoljak@sumfak.unizg.hr

SAŽETAK

Povijesni perivoji u urbanim sredinama Europe imaju višestruku vrijednost: oni su žarišta bioraznolikosti, prostori od povijesno-kulturnog značaja i hortikulturnog eksperimentiranja, ali i važni elementi oblikovanja identiteta gradova. Grad Zagreb baštini niz takvih perivoja nastalih u 19. stoljeću, a među njima Ribnjak, smješten podno katedrale, zauzima posebno mjesto. Njegov današnji izgled oblikovan je kroz gotovo dva stoljeća promjena – od romantičarskog krajobraza s vodenim površinama, preko modernističkih intervencija nakon Drugog svjetskog rata pa sve do suvremenih sadržaja. Biljke su u perivojima 19. stoljeća bile važan oblikovni element jer su transformirale prostor u idealizirani prirodni krajobraz koji je spajao estetsku ljepotu, botaničku strast prema egzotičnim vrstama i prostor za društveni prestiž. Upravo zbog te važnosti od 2025. do 2026. godine provedena je inventarizacija dendroflora perivoja Ribnjak. Utvrđeno je 99 svojti, među kojima prevladavaju stabla, uz manji broj grmova i penjačica. Premda dominiraju listopadne vrste, prisutne su i vazdazelenne vrste koje osiguravaju postojanost u zimskim mjesecima. Među njima se ističu primjerci tise, vrste od povijesne i konzervacijske važnosti. Biogeografska analiza pokazuje visok udio alohtonih svojti, što je obilježje perivoja oblikovanih u 19. stoljeću. Usporedba s popisom iz 1958., kada je zabilježeno 113 svojti, potvrđuje opstanak 58 svojti i ukazuje na gubitak dijela dendroflora tijekom proteklih desetljeća. Istodobno, u perivoju je i danas prisutan niz vrsta koje su se sadile u zagrebačkim perivojima i vrtovima u 19. stoljeću, uključujući pojedinačne solitere i skupine starih stabala, što potvrđuje dugotrajan kontinuitet povijesnih hortikulturnih izbora. Raznolikost dendroflora u istraživanom perivoju oblikuje ambijente i vizure koje se nadovezuju na prostorne elemente. Staze, prostori za odmor, cvjetne gredice, livade i skulpture zajedno stvaraju slojeviti prostorni doživljaj, dok vizure prema katedrali ističu Ribnjak kao kulturni pejzaž. Ribnjak se stoga može smatrati perivojem u kojem se povijesni kontinuitet, raznolikost biljaka i prostorni elementi isprepliću u prepoznatljiv povijesni ambijent Zagreba.

Ključne riječi:

povijesni perivoji, dendroflora, bioraznolikost urbanog područja, alohtone vrste, inventarizacija drvenastih biljaka, perivojna umjetnost 19. stoljeća, romantičarski perivoji, perivojna baština

DOI:

<https://doi.org/10.31298/sl.150.7-8.2>

Kako citirati / How to Cite:

Poljak, I. i dr., 2026: Drvenaste biljke povijesnog perivoja Ribnjak u Zagrebu. Šumarski list 150 (7–8): 307–316. <https://doi.org/10.31298/sl.150.7-8.2>



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

UVOD

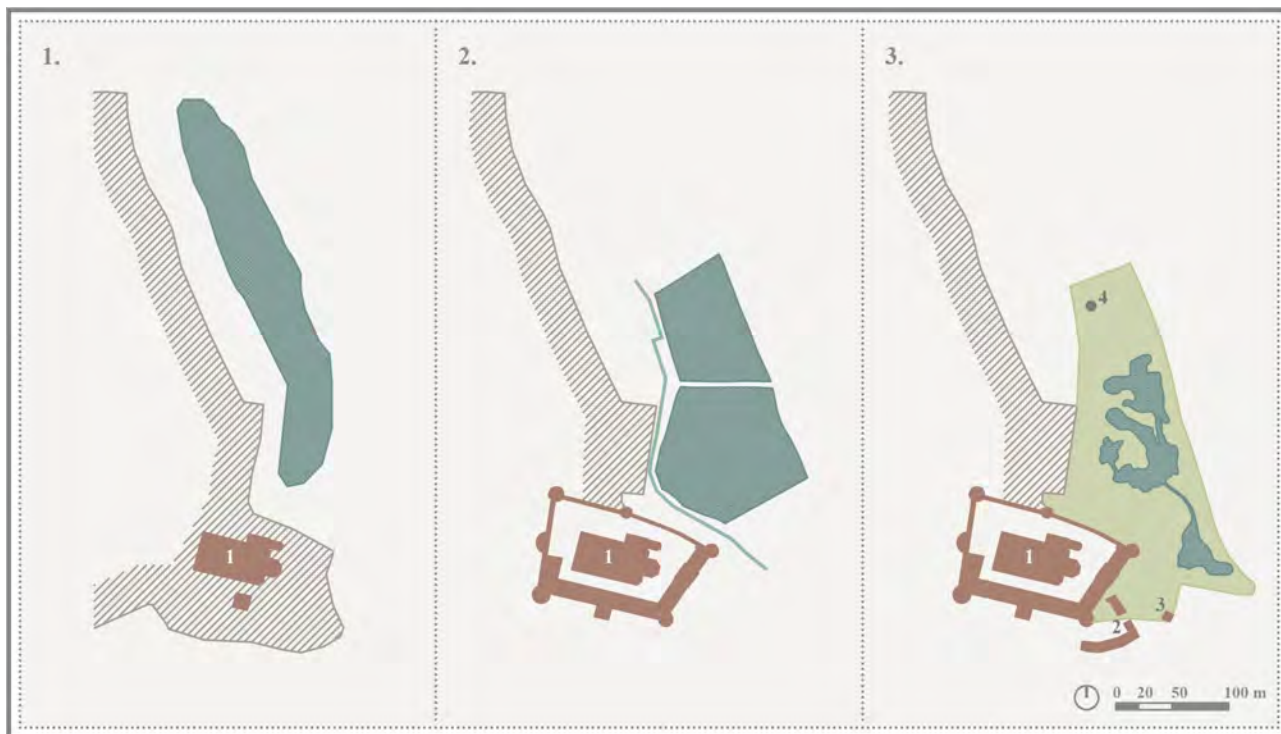
INTRODUCTION

Povijesni perivoji predstavljaju jedan od temeljnih elemenata urbanih prostora europskih gradova, gdje se isprepliću kulturna baština, hortikulturna tradicija i socio-ekološke funkcije. Od kraja 18. do sredine 19. stoljeća, u razdoblju oblikovanja modernih europskih gradova, perivoji postaju važni prostori javnog života, estetskog oblikovanja i botaničkog eksperimentiranja (Obad Šćitaroci 1992). S novim zahtjevima građanstva, perivoji počinju služiti razonodi, zabavi i opuštanju, a s time se javlja i potreba za novim elementima: sunčanim i zasjenjenim livadama, putevima za šetnju, udaljenim mjestima za odmor, mir i kontemplaciju te prostranim površinama za igru i društvenu rasonodu (Schneider 1929). U tom se razdoblju razvija i romantičarski pejzažni stil, obilježen nepravilnim oblicima, prirodnim vizurama i bogatom vegetacijom, a istodobno se uvodi velik broj egzotičnih vrsta koje mijenjaju dendrološku strukturu europskih gradova. Kako ističu Säumel i dr. (2010), povijesni perivoji iz 19. stoljeća oblikovani su u kontekstu snažnog transnacionalnog protoka ideja, stilova i biljnog materijala, pri čemu su egzotične vrste činile znatan udio ukupnih sadnji. Europski gradovi poput Beča, Londona, Frankfurta i Pariza razvijaju sustave javnih perivoja koji odražavaju nove urbanističke koncepcije, stvarajući prostore u kojima se kulturni identitet grada isprepliće s bioraznolikošću. U tom se razdoblju perivoji afirmiraju kao gradotvorni javni prostori (Obad Šćitaroci 1992, Bojanić Obad Šćitaroci i Obad Šćitaroci

2004) koji, uz estetske i rekreacijske, preuzimaju i edukacijske funkcije.

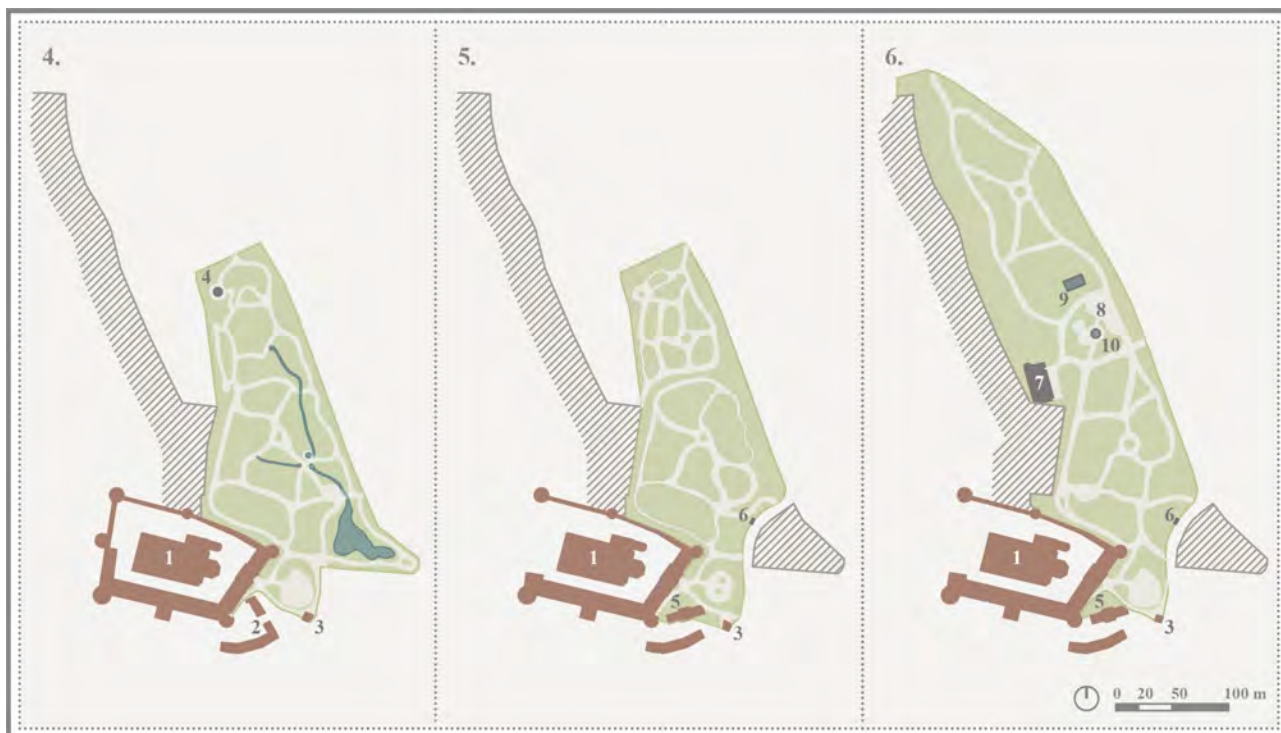
Slični procesi odvijali su se i u Hrvatskoj, osobito u Zagrebu, koji u prvoj polovici 19. stoljeća doživljava intenzivan urbanistički razvoj. Temelji bogate i kvalitetne vrtne i perivojne umjetnosti 19. stoljeća nastaju još u 18. stoljeću (Obad Šćitaroci 1993) kad su nastupila mirnija vremena bez prijetnji od turskih napada, pri čemu dolazi do snažnog prodora srednjoeuropskog stila (Dobronić 1972). Tada se grad širi prema istoku i sjeveru, a uz nekadašnje utvrde nastaje pojas vrtova i perivoja koji su oblikovali vizualni identitet povijesne jezgre. Kako ističe Horvatić (1997), Zagreb je u tom razdoblju posjedovao iznimno razvijenu vrtno-perivojnu kulturu, usporedivu sa srednjoeuropskim glavnim gradovima, s nizom aristokratskih, gospodskih i kaptolskih vrtova uređenih u engleskom pejzažnom stilu. Ti su vrtovi bili obilježeni egzotičnim drvećem i grmljem, cvjetnim gredicama, staklenicima, oranžerijama, sjenicama, skulpturama i vodenim elementima, a njihova je estetika naglašavala iznenađenje, promjenjivost pogleda i sklad između arhitekture i prirodnih elemenata. Ova razvijena vrtno-perivojna tradicija stvorila je temelje za kasniji razvoj javnih gradskih perivoja u Zagrebu.

Među povijesnim perivojima Zagreba – poput perivoja na Gornjem gradu, perivoja na Rokovu brdu, perivoja Maksimir i Lenucijeve potkove – posebno se ističe Ribnjak, koji je sačuvan do danas, premda u znatno izmijenjenom obliku. Prostor perivoja Ribnjak ima dugu i slojevitou povijest (Sertić



Slika 1. Prikaz povijesnog razvoja prostora današnjeg perivoja Ribnjak od 14. do 19. stoljeća: 1. Prikaz prostora današnjeg perivoja Ribnjak u 14. stoljeću, crtano prema Arbutini (1996); 2. Prikaz prostora današnjeg perivoja Ribnjak 1813. godine, crtano prema položajnom nacrtu inženjera Luke Domitrovića (Gostl 1994); 3. Prikaz prostora današnjeg perivoja Ribnjak prema povijesnim opisima perivoja iz 1830-ih, crtano prema Arbutini (1996). Legenda: 1. Katedrala; 2. Gospodarski objekti biskupskog posjeda; 3. Vrtlarova kuća; 4. Sjenica.

Figure 1 Historical development of the present-day Ribnjak Park area from the 14th to the 19th century: 1. Reconstruction of the present-day Ribnjak Park area in the 14th century, drawn according to Arbutina (1996); 2. Reconstruction of the present-day Ribnjak Park area in 1813, drawn according to the site plan by engineer Luka Domitrović (Gostl 1994); 3. Reconstruction of the present-day Ribnjak Park area based on historical descriptions of the park from the 1830s, drawn according to Arbutina (1996). Legend: 1. Cathedral; 2. Auxiliary buildings of the Bishop's estate; 3. Gardener's house; 4. Garden pavilion.



Slika 2. Prikaz povijesnog razvoja prostora današnjeg perivoja Ribnjak od 1864. do 1946. godine: 4. Prikaz prostora današnjeg perivoja Ribnjak, crtano prema katastarskoj izmjeri iz 1864. godine (Digitalne zbirke Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu); 5. Prikaz prostora današnjeg perivoja Ribnjak, crtano prema Nacrtu Grada Zagreba iz 1934. – 1935. godine (Digitalne zbirke Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu); 6. Prikaz projekta za preuređenje perivoja Ribnjak, crtano prema projektu arhitekta Zvonimira Fröhlich iz 1946. godine (Fröhlich 1952). Legenda: 1. Katedrala; 2. Gospodarski objekti biskupskog posjeda; 3. Vrtlarova kuća; 4. Sjenuša; 5. Paviljon biskupske oranžerije; 6. Kapela sv. Ivana Nepomuka; 7. Zgrada nekadašnjeg Pionirskog doma (danas Centar mladih Ribnjak); 8. Dječje igralište; 9. Bazen za stariju djecu; 10. Voda za piće.

Figure 2 Historical development of the present-day Ribnjak Park area from 1864 to 1946: 4. Reconstruction of the present-day Ribnjak Park area based on the 1864 site plan (Digital Collection of the National and University Library in Zagreb); 5. Reconstruction of the present-day Ribnjak Park area based on the Plan of the City of Zagreb from 1934–1935 (Digital Collection of the National and University Library in Zagreb); 6. Reconstruction of the Ribnjak Park redesign project based on the plan by architect Zvonimir Fröhlich from 1946 (Fröhlich 1952). Legend: 1. Cathedral; 2. Auxiliary buildings of the Bishop's estate; 3. Gardeners house; 4. Garden pavilion; 5. Pavilion of the Bishop's orangery; 6. Chapel of St. John of Nepomuk; 7. Youth Center building; 8. Playground; 9. Swimming pool for older children; 10. Drinking fountain.

1957, Arbutina 1996, Horvatić 1997, Knežević 2010). Prvi put se spominje 1093. godine kao „predio u blizini stolne crkve s ribnjakom“. Od srednjeg vijeka pa sve do početka 19. stoljeća (Slika 1 – Prikaz 1 i 2) prostor današnjeg perivoja Ribnjak bio je promjenjiv vodeni i močvarni krajolik, u kojem se tijekom različitih razdoblja bilježi postojanje jednog, dvaju ili čak triju ribnjaka. Ti su ribnjaci služili kao dio kaptolskog obrambenog sustava, ali su vremenom zapušteni i pretvoreni u močvare, povremeno presušene površine obrasle šašom i šikarjem. Godine 1830. biskup Aleksandar Alagović započinje preobrazbu tog prostora (Slika 1 – Prikaz 3) prema nacrtima arhitekta i vrtlara Leopolda Klingspögl (Dobronić 1972, 1987). Prema povijesnom opisu objavljenom 1831. koji je napravio hortikulturni stručnjak Mihovil Kunić (Dobronić 1987, Gostl 1994, Arbutina 1996), Ribnjak je uređen kao „moderan i ukusan engleski perivoj“, pri čemu su slikovite vizure prema kaskadno postavljenim jezercima, egzotičnoj vegetaciji i slobodno modeliranom reljefu činile jedinstvenu romantičarsku prostornu kompoziciju. Osnovna koncepcija perivoja bila je određena valovitim terenom koji se spuštao sa sjevera prema jugu. Na sjevernom dijelu podignut je umjetni brežuljak s crnogoricom i malom glorijskom, dok je sustav podzemnih kanala napajao tri jezera smještena u kaskadnom nizu. Uz vodene elemente nalazile su se biljne plohe, odmorišna mjesta, staklenici, vrtlarska kućica, skulpture i ostali rekviziti romantičarskih perivoja, što je Ribnjak

činilo jednim od najreprezentativnijih hortikulturnih ostvarenja u Zagrebu toga vremena. Sačuvani tlocrti ne prikazuju perivoj u njegovom prvobitnom obliku. Katastarska izmjera iz 1864. godine prikazuje tek jedno jezero na jugu i kanale koji vode do njega (Slika 2 – Prikaz 4), a može se vidjeti kako se sjeverni dio današnjeg prostora Ribnjaka koristio za povrtnjake kanoničkih kurija. Perivoj je u početku imao polujavni karakter.

Tijekom druge polovice 19. i čitavog 20. stoljeća Ribnjak prolazi kroz niz transformacija koje mijenjaju njegov izvorni izgled i funkciju (Arbutina 1996, Horvatić 1997, Knežević 2010). Već sredinom 19. stoljeća počinje postupno nestajanje jezercâ, ponajprije zbog promjena u vodnom režimu i regulaciji potoka Medveščak, čime se gubi jedan od najvažnijih elemenata romantičarskog pejzaža. Dio perivoja smanjuje se zbog urbanističkih zahvata i izgradnje nove ulice Ribnjak, a na mjestu južnog jezera formira se današnji Langov trg. Krajem 19. stoljeća perivoj gubi dio svoje hortikulturne opreme, a pojedini elementi – poput staklenika, vrtlarske kućice i dijela ukrasnih struktura – nestaju ili propadaju.

U prvoj polovici 20. stoljeća perivoj ulazi u razdoblje zapuštenosti, što je vidljivo u opisima iz tog vremena (Knežević 2010): „Staze zarastaju, travnjaci se ne održavaju, a dio starog drveća ostaje bez sustavne njege“. Stanje se dodatno

pogoršava zbog postavljanja vojnih baraka i bunkera, pri čemu je u sjevernom dijelu perivoja posječeno gotovo svo drveće, a prijašnja modelacija terena znatno narušena, odnosno poravnata. Takvo stanje opisuje arhitekt Fröhlich (1952) kome je bio dan zadatak ponovnog uređenja perivoja za javno korištenje. Projektom iz 1945. (Slika 2 – Prikaz 6) nastojalo se zadržati pejzažni karakter prostora iako u znatno reduciranim obliku, bez većih vodenih površina i brojnih elemenata romantičarskog perivoja koji su bili prisutni 1830-ih godina. Prostorni kontinuitet nastojao se zadržati rasporedom drveća, prirodnim oblikovanjem terena te slobodnim postavljanjem pješačkih puteva bez strogih linija. Perivoju su pripojene površine nekadašnjih povrtnjaka, dok su nove potrebe grada rezultirale uređenjem dječjeg igrališta u njegovu središnjem dijelu. Ipak, zadržava se dio povijesnog reljefa i starog drveća, čime se čuva kontinuitet dendrološke strukture. U drugoj polovici 20. stoljeća perivoj se dodatno mijenja u skladu s potrebama lokalne zajednice: uvode se skulpture i novi sadržaji, dok se izvorni romantičarski karakter postupno gubi, ali ostaje prepoznatljiv u fragmentima – u starim krošnjama, reljefu terena i pojedinim vizurama prema Kaptolu.

Perivoj Ribnjak danas (Slika 3) predstavlja jedan od najstarijih i najvažnijih zagrebačkih perivoja, s izrazito slojevitom povijesnom i dendrološkom strukturom. Njegova važnost proizlazi iz kombinacije kulturno-povijesne vrijednosti, prostorne uloge u povijesnoj jezgri grada i bogate dendroflora koja čuva tragove gotovo dva stoljeća hortikulturnih promjena. Važno je pritom naglasiti da je vegetacija kao osnovni element perivojne umjetnosti ograničenog životnog vijeka (Schneider 1929, Obad Šćitaroci 1987), pa perivoji bez odgovarajuće njege postupno gube biljni fond, a time i svoj izvorni identitet. Upravo zbog toga preostali primjerci drveća i grmlja postaju svjedoci povijesnih uređenja i najvažniji izvori za njihovo istraživanje. Za Ribnjak ne postoji sačuvan popis biljaka korištenih pri njegovu oblikovanju 1930-ih godina, a u najstarijim opisima Mihovila Kunića (Sertić 1958, Dobronić 1987) spominju se tek skupine egzotičnog drveća, crnogorice i jablana te zadržana stara stabla topola. U kasnijim opisima Fröhlich (1952) navodi da se u južnom dijelu perivoja nalazilo staro drveće divljeg kestena, javora, jasena, platana, akacija (bagrema), žalosnih vrba te skupine crnogorice, među kojima su se isticali soliteri libanonskog cedra i tise. Sustavna dendrološka inventarizacija Ribnjaka provedena je tek sredinom 20. stoljeća, kada je zabilježen popis drvenastih svojti iz razdoblja 1956. – 1957. (Sertić 1958). Stoga je cilj ovoga rada bio inventarizirati drvenaste svojte perivoja Ribnjak te usporediti sadašnje stanje s povijesnim podacima, kako bi se bolje razumjele dugoročne promjene u sastavu dendroflora i uloga koju povijesni perivoji imaju u očuvanju urbane bioraznolikosti.

MATERIJALI I METODE

MATERIAL AND METHODS

Područje istraživanja

Study Area

Istraživanje je provedeno u perivoju Ribnjak, smještenom u središnjem dijelu grada Zagreba uz istočne zidine Kaptola. Perivoj zauzima površinu od približno 4,67 ha. Grad Zagreb nalazi se u području umjerene kontinentalne klime s toplim



Slika 3. Današnje stanje perivoja Ribnjak, izrađeno prema Hrvatskoj osnovnoj karti (GeoPortal Zagrebačke infrastrukture prostornih podataka) i satelitskoj snimci (Google Earth). Legenda: 1. Katedrala; 2. Gospodarski objekti biskupskog posjeda; 3. Vrtlarova kuća; 4. Sjenica; 5. Paviljon biskupske oranžerije; 6. Kapela sv. Ivana Nepomuka; 7. Zgrada nekadašnjeg Pionirskog doma (danas Centar mladih Ribnjak); 8. Dječje igralište; 9. Bazen za stariju djecu; 10. Voda za piće; 11. Replika rimskog nadgrobnog spomenika Egnatuleja Florentina; 12. Brončani odljev Brijunski akt Antuna Augustinčića; 13. Spomenik Ivanu Goranu Kovačiću Vojina Bakića.

Figure 3 Present-day layout of the Ribnjak Park, drawn using the Croatian Base Map (Geoportal of the Zagreb Spatial Data Infrastructure) and Google Earth satellite imagery. Legend: 1. Cathedral; 2. Auxiliary buildings of the Bishop's estate; 3. Gardeners house; 4. Garden pavilion; 5. Pavilion of the Bishop's orangery; 6. Chapel of St. John of Nepomuk; 7. Youth Center building; 8. Playground; 9. Swimming pool for older children; 10. Drinking fountain; 11. Replica of the Roman funerary monument of Egnatuleius Florentinus; 12. Bronze sculpture Brijunski akt by Antun Augustinčić; 13. Monument to Ivan Goran Kovačić by Vojin Bakić.

ljetima, hladnim zimama i ravnomjernom raspodjelom oborina tijekom godine. Prosječna godišnja temperatura iznosi 11,7 °C, a prosječna godišnja količina oborina 881 mm (Ugarković i dr. 2021), pri čemu se najviše padalina javlja početkom ljeta i ujesen. Tijekom zime moguć je snijeg, a kasni proljetni mrazovi nisu rijetkost.

Tlo perivoja je izrazito antropogeno. Djelomično je razvijeno na pseudogleju prisutnom na nižim dijelovima Medvednice, dok je drugi dio nastao isušivanjem nekadašnjih ribnjaka. Tijekom uređenja od 19. stoljeća nadalje u perivoj je dopremana zemlja iz različitih područja (Fröhlich 1952, Dobronić 1987), čime je stvoren heterogeni supstrat pogodan za uzgoj širokog spektra drvenastih svojti.

Terenska istraživanja i determinacija svojti

Field Surveys and Taxa Identification

Inventarizacija drvenastih biljaka provedena je od proljeća 2025. do proljeća 2026. godine. Tijekom terenskog rada zabilježene su sve prisutne svojte, a determinacija je obavljena na temelju morfoloških obilježja dostupnih u vegetativnoj i generativnoj fazi. Posebno su praćeni elementi važni za identifikaciju pojedinih kultivara, poput izgleda cvjetova i vremena cvjetanja. Za svojte koje nije bilo moguće pouzdano odrediti isključivo na terenu, determinacija je dovršena naknadno uz pomoć relevantne dendrološke literature. Uz terenske bilješke izrađena je i baza fotografija najvažnijih morfoloških značajki.

Obrada podataka

Data Processing

Nakon terenskog dijela, svi podaci uneseni su u bazu izrađenu u programu Microsoft Excel. U bazu su naknadno dodane morfološke značajke, pripadnost porodici te prirodna rasprostranjenost za sve determinirane svojte. Od morfoloških značajki analizirana su sljedeća svojstva: habitus, trajnost listova, vrijeme cvjetanja i boja cvjetova. Svojte su prema habitusu razvrstane u tri kategorije: drveće, grmlje i penjačice. Iako ih ubrajamo u grmove, penjačice su izdvojene kao posebna skupina zbog specifičnog načina rasta. Prema trajnosti listova, svojte su klasificirane kao listopadne i vazdazelenne. Vrijeme cvjetanja navedeno je po mjesecima prema Idžojić (2013). Invazivne alohtone vrste određene su prema Idžojić i Zebec (2006), Boršić i dr. (2008) te Nikolić i dr. (2014). Autohtone svojte provjerene su u odnosu na popis strogo zaštićenih vrsta (Narodne novine 144/13).

Usporedba s povijesnim podacima

Comparison with Historical Records

Radi procjene dugoročnih promjena u sastavu dendroflore, sadašnje stanje uspoređeno je s najranijim dostupnim popisom drvenastih biljaka koji je objavljen 1958. godine (Sertić 1958). Analizirane su promjene u brojnosti svojti, odnosno pojavi novih i nestanku ranije prisutnih vrsta u odnosu na povijesno stanje.

Taksonomska standardizacija

Taxonomic Standardization

Svi znanstveni nazivi standardizirani su prema Plants of the World Online (POWO 2025, Kew Science), koji se temelji na World Checklist of Vascular Plants (WCV) i slijedi pravila International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Turland i dr. 2018). Pripadnost porodicama definirana je prema POWO (2025). Autori znanstvenih naziva navedeni su prema Brummitt i Powell (1992). Nazivi kultivara određeni su prema Hoffman (2016) i pravilima International Code of Nomenclature for Cultivated Plants (Brickell i dr. 2016).

REZULTATI

RESULTS

Ukupno je u perivoju Ribnjak determinirano 99 svojti drvenastih biljaka (Prilog 1), od čega 72 prirodne svojte, četiri križanaca i 23 kultivara. Od ukupnog broja kultivara, 13 pripada prirodnim vrstama, šest je kultivara križanaca, a četiri kultivara odnose se na ruže. Svojte su raspoređene u 26

porodica (Tablica 1), pri čemu su najzastupljenije Rosaceae (15 svojti), zatim Sapindaceae (12 svojti), Pinaceae (devet svojti), Fabaceae i Oleaceae (svaka s po osam svojti) te Caprifoliaceae (šest svojti). Među rodovima najbrojniji su *Acer* L. (osam svojti) i *Fraxinus* L. (pet svojti), zatim *Aesculus* L., *Berberis* L., *Prunus* L. i *Rosa* L. (svaki s po četiri svojte) te rodovi s po tri svojte: *Catalpa* Scop., *Cornus* L., *Gleditsia* L., *Lonicera* L., *Picea* A.Dietr., *Quercus* L., *Robinia* L. i *Tilia* L. U usporedbi s povijesnim popisom iz razdoblja 1956. – 1957. (Sertić 1958), kada je zabilježeno 113 svojti, vidljivo je smanjenje ukupnog broja svojti. Od svojti zabilježenih prije sedam desetljeća, 58 je potvrđeno i u današnjem popisu, dok su ostale svojte nestale ili su zamijenjene novima tijekom razdoblja između dviju inventarizacija.

Analiza biogeografskog podrijetla dendroflore pokazuje da perivoj Ribnjak ima izrazito visok udio alohtonih vrsta. Od ukupno 72 prirodne vrste, 48 su alohtone, dok je 24 autohtonih. Od alohtonih vrsta dvije su invazivne: obični pajasen (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) i obični bagrem (*Robinia pseudoacacia* L.). Među autohtonim vrstama zabilježena je jedna strogo zaštićena prema Zakonu o zaštiti prirode – obična tisa (*Taxus baccata* L.).

Prema habitusu, u perivoju dominiraju stabla, kojih je zabilježeno 63 svojti, dok je 30 svojti grmolikog rasta; četiri svojte mogu rasti kao stablo ili grm, a zabilježene su i dvije penjačice. Među stablima najbrojniji su javor klen (*Acer campestre* L.), javor mliječ (*Acer platanoides* L.), obični jasen (*Fraxinus excelsior* L.), lipe (*Tilia* spp.) te obična smreka (*Picea abies* (L.) H.Karst.) i zelena duglazija (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco var. *menziesii*). Među grmovima najzastupljenija je tatarska kozokrvina (*Lonicera tatarica* L.), zatim bijeli biserak (*Symphoricarpos albus* (L.) S.F.Blake), dok su od ostalih brojnih grmova zabilježeni obična lijeska (*Corylus avellana* L.) i obični pajasmin (*Philadelphus coronarius* L.). U perivoju je također prisutan i veći broj grmova i stabala obične tise.

Prema trajnosti listova, u perivoju Ribnjak zabilježeno je 79 listopadnih svojti i 20 vazdazelenih svojti. Analiza boja cvjetova pokazuje da u dendroflori prevladavaju bijeli cvjetovi, zabilježeni u 17 svojti, među kojima se ističu rodovi *Prunus*, *Philadelphus* L., *Spiraea* L., *Cornus*, *Catalpa* i *Aesculus*. Ružičasti cvjetovi prisutni su u 11 svojti (rodovi: *Aesculus*, *Crataegus* L., *Kolkwitzia* Graebn., *Lonicera*, *Magnolia* Plum. ex L., *Prunus*, *Robinia*, *Rosa*, *Spiraea*), uglavnom ukrasnih grmova i kultivara, dok su žuti cvjetovi zabilježeni u deset svojti, uključujući rodove *Forsythia* Vahl i *Berberis*. Uz njih, prisutne su i svojte s cvjetovima žućkasto-bijele (četiri svojte) te žućkasto-zelene (šest svojti) nijanse. Crveni cvjetovi javljaju se u tri svojte (rodovi: *Acer*, *Aesculus*, *Chaenomeles* Lindl.), dok je zelena boja cvjetova zabilježena za jednu vrstu – tulipano-vac (*Liriodendron tulipifera* L.). Za vrste bez dekorativne cvatnje (47 svojta) boja cvjetova nije analizirana.

Vrijeme cvjetanja pokazuje jasnu koncentraciju u razdoblju od ožujka do lipnja. Rano proljeće (ožujak – travanj) obilježavaju vrste, križanci i kultivari poput *Forsythia* × *intermedia* Zabel., *Berberis thunbergii* DC., *Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach, *Magnolia* × *soulangeana* 'Alexandrina' i dijela rodova *Prunus* i *Acer*. Vrste koje cvjetaju u travnju i svibnju, poput *Crataegus laevigata* (Poir.) DC., *Spiraea* × *vanhouttei* (Briot) Zabel, *Philadelphus coronarius* L. i *Robinia pseudoacacia*, osiguravaju kontinuitet dekorativnosti u kasnijem dijelu proljeća. Manji broj svojti cvjeta u

Tablica 1. Struktura dendroflore perivoja Ribnjak prema porodicama i pripadajućim taksonomskim, biogeografskim i funkcionalnim kategorijama.
Table 1 Structure of the dendroflora of Ribnjak Park by families and associated taxonomic, biogeographical and functional categories.

Porodica Family	Svojte Taxa	Rodovi Genera	Autoh- tone vrste Native species	Alohtone vrste Nonnative species	Kulti- virane svojte Cultivated taxa	Stabla Trees	Grmovi Shrubs	Stabla/ grmovi Trees/ Shrubs	Penjačice Climbers	Listo- padne svojte Deciduous taxa	Vazda- zelene svojte Evergreen taxa
Altingiaceae	1	1		1		1				1	
Araliaceae	1	1	1						1		1
Berberidaceae	4	1		3	1		4			2	2
Betulaceae	5	4	4	1		4	1			5	
Bignoniaceae	3	1		3		3				3	
Cannabaceae	2	1	1	1		2				2	
Caprifoliaceae	6	3		5	1		6			5	1
Cephalotaxaceae	1	1		1			1				1
Cornaceae	3	1	2	1			2	1		3	
Cupressaceae	2	2		1	1	1	1				2
Fabaceae	8	3		4	4	8				8	
Fagaceae	5	2	2	2	1	5				5	
Hydrangeaceae	1	1		1			1			1	
Juglandaceae	2	1		2		2				2	
Magnoliaceae	2	2		1	1	2				2	
Malvaceae	3	1	3			3				3	
Oleaceae	8	3	2	3	3	5	2	1		8	
Pinaceae	9	5	2	7		9					9
Platanaceae	1	1			1	1				1	
Rosaceae	15	6	2	5	8	3	11	1		12	3
Salicaceae	1	1			1	1				1	
Sapindaceae	12	2	3	4	5	12				12	
Simaroubaceae	1	1		1		1				1	
Taxaceae	1	1	1					1			1
Viburnaceae	1	1	1				1			1	
Vitaceae	1	1		1					1	1	
Ukupno Total	99	48	24	48	27	63	30	4	2	79	20

Ljetnim mjesecima, među kojima se ističu *Catalpa bignonioides* Walter, *Kolkwitzia amabilis* Graebn., *Spiraea japonica* L.f. i *Styphnolobium japonicum* (L.) Schott te kultivari ruža, dok jesensku cvatnju osigurava bršljan – *Hedera helix* L.

RASPRAVA

DISCUSSION

Perivoj Ribnjak predstavlja važan povijesni perivoj u središtu Zagreba u kojem se isprepliću ostaci romantičarskog uređenja iz 19. stoljeća, modernističke intervencije sredine 20. stoljeća i suvremeni perivojni sadržaji. Njegov današnji izgled posljedica je gotovo dva stoljeća hortikulturnih promjena, uključujući nestanak vodenih površina, unošenje novih vrsta i kultivara te spontano širenje pojedinih svojti. Današnji sastav dendroflora Ribnjaka, s ukupno 99 drvenastih svojti, pokazuje da prostor zadržava razinu raznolikosti karakterističnu za

povijesne perivoje i trgove u središtu grada (Zebec i dr. 2014, Vidaković i dr. 2020), unatoč dugotrajnoj izloženosti urbanim pritiscima i promjenama u održavanju.

U perivoju danas nalazimo veći broj starijih primjeraka autohtonih jasena, javora i lipa, vrsta koje su česte i u drugim povijesnim perivojima Zagreba i Hrvatske (Bojanić Obad Šćitaroci i Obad Šćitaroci 2004) te Europe (Butenschön i Säumel 2011). Istodobno, na površini perivoja nalazimo i brojne egzotične vrste, što je obilježje perivoja uređenih tijekom 19. stoljeća (Obad Šćitaroci 1992). U tom razdoblju, romantičarski perivoji, poput Trakošćana i Maksimira, oblikovani su kontrastima tamnih masa crnogorice i svjetlijih krošanja bjelogorice, raznolikošću tekstura i oblika krošanja te sadnjom dekorativnih i egzotičnih vrsta koje su naglašavale slikovitost prostora i stvarale prepoznatljive vizure (Obad Šćitaroci i Bojanić Obad Šćitaroci 2010).

Od egzotične bjelogorice, koja se sadila u zagrebačkim perivojima tijekom 19. stoljeća (Ettinger 1899, Obad Šćitaroci 1992, Jurčić i Jakčin Ivančić 2019), a danas je prisutna u perivoju Ribnjak, ističe se niz vrsta porijeklom iz Sjeverne Amerike. Među njima su srebrnolisni javor (*Acer saccharinum* L., koji se u starim popisima iz 19. stoljeća navodi kao *A. dasycarpum* Ehrh.), crveni divlji kesten (*Aesculus pavia* L.), obična katalpa (*Catalpa bignonioides*, sinonimi *Bignonia catalpa* L. i *Catalpa syringifolia* Sims), američki kopriivić (*Celtis occidentalis* L.), pensilvanski jasen (*Fraxinus pennsylvanica* Marshall), gledičija ili trnovac (*Gleditsia triacanthos* L.), crni orah (*Juglans nigra* L.), američki likvidambar (*Liquidambar styraciflua* L.), tulipanovac (*Liriodendron tulipifera*) te obični bagrem (*Robinia pseudoacacia*). Uz ove vrste, u perivoju nalazimo i nekoliko starih stabala javorolisne platane (*Platanus* × *hispanica* Münchh.), česte u europskim perivojima 19. stoljeća (Butenschön i Säumel 2011), koja se u starijoj literaturi navodi pod imenom *Platanus acerifolia* (Aiton) Willd. Od azijskih vrsta ističe se japanska sofora (*Styphnolobium japonicum*), posebice u ljetnim mjesecima u vrijeme cvjetanja. Ettinger (1899) navodi da je ova vrsta u 19. stoljeću bila rijetka u zagrebačkim perivojima, a na njegovu popisu pojavljuje se pod nazivom *Sophora japonica* L., uz hrvatski naziv „jartin“, koji danas više nije u uporabi. U perivoju je prisutan i stariji primjerak viseće forme iste vrste, kultivar 'Pendula', koji se na starim popisima navodi kao *Sophora pendula* (Lodd. ex Sweet) d'Ounous (Ettinger 1899), zabilježen i na fotografijama u perivoju Ribnjak sredinom prošlog stoljeća (Sertić 1958). Od kultivara karakterističnih za romantičarske perivoje prisutna je i crvena bukva (*Fagus sylvatica* 'Atropunicea'; sinonimi *Fagus sylvatica* subsp. *sanguinea* (Amo) Arcang., *F. purpurea* (Aiton) Dum.Cours.) te kultivari običnog jasena (*Fraxinus excelsior* 'Diversifolia' i 'Pendula'). U sjevernom i južnom dijelu perivoja nalaze se i stabla žalosne vrbe (*Salix* × *pendulina* f. *salamonii* 'Chrysocoma'), svojte koja je bila neizostavan element romantičarskih kompozicija uz vodene površine. U perivoju su prisutne i dvije skupine starih magnolija (*Magnolia* × *soulangeana* Soul.-Bod.), kultivara 'Alexandrina', koji je u uzgoju od 1835. godine (Hillier i Coombes 2007). Od grmova koje nalazimo u vrtovima i perivojima 19. stoljeća, danas u perivoju Ribnjak zabilježeni su *Berberis thunbergii* te kultivar 'Atropurpurea' iste vrste, zatim sibirski drijen (*Cornus alba* L.), obični pajasmin (*Philadelphus coronarius*), tatarska kozokrvinna (*Lonicera tatarica*) te japanska dunjica (*Chaenomeles japonica*).

Prisutnost navedene egzotične bjelogorice potvrđuje kontinuitet hortikulturnih izbora iz 19. stoljeća i povezanost perivoja Ribnjak s krajobraznim trendovima koji su oblikovali Maksimir i druge zagrebačke perivoje. Ipak, o izvornim biljkama korištenima pri prvom oblikovanju perivoja postoji vrlo malo podataka. Najstariji opisi Mihovila Kunića (Sertić 1958, Dobronić 1987) spominju tek skupine egzotičnog drveća, crnogorice i jablana. Tek u kasnijim opisima Fröhlich (1952) navodi da se u južnom dijelu perivoja nalazilo staro drveće divljeg kestena, javora, jasena, platana, bagrema i žalosnih vrba te skupine crnogorice, među kojima su se isticali soliteri libanonskog cedra i tise. Obnova perivoja nakon Drugog svjetskog rata, koju je vodio Zvonimir Fröhlich, temeljila se na očuvanju postojeće dendrološke matrice. Južni dio perivoja, u kojem su se sačuvale stare skupine drveća i soliteri, poslužio je kao referentni uzorak za obnovu znatno oštećenog sjevernog dijela (Fröhlich 1952), čime

je osigurana oblikovna dosljednost prostora i kontinuitet povijesnih hortikulturnih izbora.

Posebno mjesto u dendroflori Ribnjaka i danas zauzimaju skupine i pojedinačni primjerci crnogorice, koji su u povijesnim perivojima iz doba romantizma imali važnu ulogu u oblikovanju. Važnost crnogorice u romantičarskim perivojima proizlazila je iz njihove tamne, trajne i monumentalne strukture, koja je stvarala snažan kontrast prema svjetlijoj bjelogorici, davala prostoru alpski karakter, uokvirivala vizure i naglašavala kompozicijske osi (Obad Šćitaroci i Bojanić Obad Šćitaroci 2014). Danas u perivoju nalazimo veći broj primjeraka tise (*Taxus baccata*), inače česte vrste u starim zagrebačkim perivojima (Karavla 2006), ali ugrožene na prirodnim staništima Hrvatske i diljem Europe, pa njihova prisutnost ima i konzervacijsku vrijednost. Ako je išta od stabala posađenih prije gotovo 200 godina u perivoju sačuvano do danas, to su najvjerojatnije upravo primjerci ove vrste. Na fotografiji u članku „Park Ribnjak u Zagrebu – floristički dio“ (Sertić 1958) prikazano je soliterno stablo tise velikih dimenzija; isto stablo danas je još prisutno, iako oštećeno i znatno orezano posljednjih godina. U istom članku vidljivo je i staro stablo libanonskog cedra, tada opisano kao jedini primjerak u Zagrebu i okolici; a danas zamijenjeno novim stablom iste vrste. Staro stablo libanonskog cedra je vidljivo i u istoime-nom članku Zvonimira Fröhlich iz 1952. godine (Fröhlich 1952). Osim cedra i brojnih stabala i grmova tise, u perivoju Ribnjak prisutne su i smreke (*Picea abies*, *P. omorika* (Pančić) Purk., *P. pungens* Engelm.), duglazije (*Pseudotsuga menziesii* var. *menziesii* i var. *glauca* (Beissn.) Franco), kavkaske jele (*Abies nordmanniana* (Steven) Spach), borovi (*Pinus nigra* J.F.Arnold, *P. strobus* L.) te impresivan primjerak golemog mamutovca (*Sequoiadendron giganteum* (Lindl.) J.Buchholz), jednog od dendrološki najznačajnijih egzotičnih stabala u perivoju. Prema dimenzijama stabla na fotografiji iz 1958. godine (Sertić 1958) može se pretpostaviti da je mamutovac zasađen prilikom obnove perivoja nakon Drugog svjetskog rata. Posebnu vrijednost ima i danas rijetka vrsta, koštuničasta patisa (*Cephalotaxus harringtonia* (Knight ex J.Forbes) K.Koch), prisutna uglavnom u starijim perivojima i botaničkim kolekcijama još od ranih 1800-ih godina (Zhang i dr. 2000, Hillier i Coombes 2007). U Ribnjaku je vjerojatno zasađena prilikom obnove perivoja koju je sredinom 20. stoljeća vodio Fröhlich, a u sjevernom dijelu perivoja danas se nalazi ukupno šest primjeraka ove vrste. Sličan je slučaj i s nekoliko starih primjeraka *Juniperus sabina* 'Tamariscifolia', kultivara koji se sadi od davnina (Hillier i Coombes 2007) i prepoznatljiv je po širokom, polegnutom habitusu. Ovaj kultivar, zajedno s virdžinijskom borovicom (*Juniperus virginiana* L.), ubraja se među borovice sađene u perivojima i vrtovima 19. stoljeća (Ettinger 1899, Obad Šćitaroci 1992, Jurčić i Jakčin Ivančić 2019), a njegova prisutnost u Ribnjaku upućuje na kontinuitet sadnje egzotičnih, dugovječnih i reprezentativnih grmova crnogorice u razdoblju obnove perivoja. Skupine crnogorice i danas u perivoju Ribnjak osiguravaju raznolikost tekstura i volumena krošanja (Slika 4) te su važan nositelj prostorne postojanosti tijekom cijele godine.

Osim brojnih vrsta i kultivara karakterističnih za perivoje 19. stoljeća, u perivoju Ribnjak nalazimo i drvenaste biljke koje odražavaju kasnije faze uređenja, osobito nakon Drugog svjetskog rata (Knežević 2010), kada su u perivoj unesene



Slika 4. Skupina crnogorice (smreke, duglazije i borovi) s magnolijama u prednjem planu te vizurom prema katedrali kojoj nedostaju dva vrha – jedan srušen u potresu 2020., drugi naknadno uklonjen; fotografija iz 2022. godine.

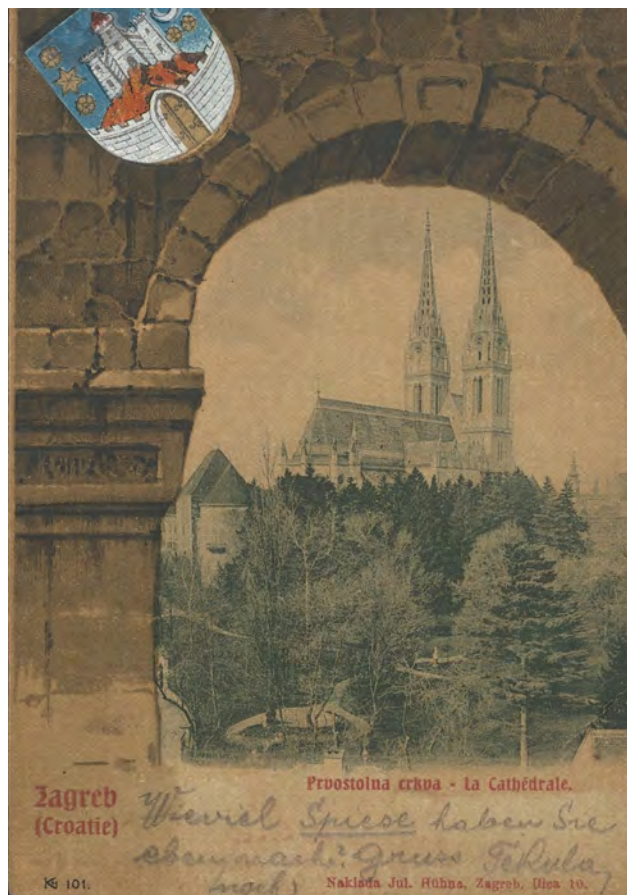
Figure 4 Conifer group (spruces, Douglas-firs and pines) with magnolias in the foreground and a view toward the cathedral missing its two spires – one collapsed in the 2020 earthquake, the other removed afterwards; photograph taken in 2022.

vrste i kultivari koji su u tom trenutku bili dostupni i koji su bili u skladu s tadašnjim hortikulturnim trendovima. Na popisu iz 1958. (Sertić 1958) vidljivo je da su, unatoč nastojanju da se zadrži povijesni karakter prostora, uneseni i kultivari novijeg datuma, poput različitih borovica. Taj se trend nastavio i kasnije, pa se danas u perivoju nalaze i kultivari poput *Gleditsia triacanthos* 'Sunburst', selekcioniranog 1953. godine, te *Lonicera* × *purpurea* 'Winter Beauty', selekcioniranog 1966. godine (Hillier i Coombes 2007). Usporedimo li popis drvenastih biljaka iz 1958. godine (Sertić 1958) s današnjim stanjem, od tadašnjih 113 svojti danas nalazimo tek 58 svojti s tog povijesnog popisa, dok su ostale nestale ili su zamijenjene novima, što jasno odražava slojevitost povijest i stalne transformacije koje su oblikovale perivoj Ribnjak.

S obzirom na to da je perivoj Ribnjak 26. lipnja 1970. proglašen spomenikom parkovne arhitekture, suvremene obnove i sadnje moraju biti usklađene s propisanim mjerama zaštite. Generalni urbanistički plan Grada Zagreba (2025) naglašava očuvanje dendroflora, povijesnih vizura i oblikovnih elemenata te obnovu temeljenu na povijesnoj matrici i izvornim biljnim vrstama. U praksi to znači da se oštećena ili uklonjena stabla zamjenjuju istom vrstom ili kultivarom, čime se osigurava kontinuitet povijesnog karaktera perivoja. Takav pristup vidljiv je u nizu recentnih zahvata: 170-godišnje stablo običnog jasena zamijenjeno je dvama

novim primjercima iste vrste, a libanonski cedar ponovno je prije desetak godina zasađen na mjestu povijesnog solitera zabilježenog na fotografijama iz sredine 20. stoljeća. U središnjem dijelu perivoja, uz dječje igralište, posađene su nove skupine breza, dok su uz zapadne zidove sjevernog dijela zasađene skupine smreka i omorika. U blizini cedra posađena su i dva stabla crvenolisne bukve, kultivara koji je na istom mjestu zabilježen i na starim fotografijama. Ipak, uz planirane sadnje, današnji Ribnjak oblikuju i spontani procesi. Na pojedinim dijelovima razvija se samonikla drvenasta vegetacija, osobito mlada stabla običnog oraha i grmovi crne bazge, dok su prisutne i invazivne vrste poput pajasena (*Ailanthus altissima*) te penjačice *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch., koja se povremeno nekontrolirano širi po vrijednim primjercima starih grmova. Unatoč tim pritiscima, Ribnjak i dalje karakteriziraju brojni soliteri i veliki primjerci drveća, poput čamolikog hrasta (*Quercus palustris* Münchh.), jednog od najljepših primjeraka ove vrste u Zagrebu.

Važno je istaknuti da perivoj Ribnjak nije samo hortikulturni prostor, već i kulturni pejzaž u kojem dendroflora, prostorni elementi i skulpturalni naglasci zajedno oblikuju prepoznatljiv povijesni ambijent (Slika 5). Raznolikost habitusa, od širokih, visećih i stožastih krošnja pa sve do monumentalnih zimi zelenih masa, uz dinamiku cvjetanja od ranog proljeća pa sve do kraja ljeta, osiguravaju razigranost i vizualnu slojevitost tijekom cijele godine. Staze koje vijugaju kroz



Slika 5. Razglednica iz 1914. s prikazom zagrebačke katedrale i perivoja Ribnjak u prvom planu, pogled u smjeru sjeveroistok-jugozapad (Digitalne zbirke Knjižnica grada Zagreba).

Figure 5 Historical postcard from 1914 showing Zagreb Cathedral with Ribnjak Park in the foreground, viewed from the northeast towards the southwest (Digital Collection of the Zagreb City Libraries).

perivoj otvaraju poglede prema skupinama stabala i grmova te otvorenim površinama, dok prostori za sjedenje omogućuju doživljaj sezonskih promjena iz blizine. Fontane i vodeni elementi evociraju povijesni karakter, kao sjećanje na vrijeme kada su se na tom prostoru nalazili pravi ribnjaci, a današnji sadržaji poput dječjih igrališta i klupa nadovezuju se na romantičarske povijesne slojeve, stvarajući ambijent u kojem se prirodna i kulturna komponenta isprepliću. Na kraju, spektakularne vizure koje se otvaraju prema katedrali i okolnim urbanim strukturama dodatno potvrđuju važnost Ribnjaka kao jedinstvenog povijesnog perivoja u središtu Zagreba.

ZAKLJUČCI

CONCLUSIONS

Invetarizacija iz razdoblja 2025. – 2026. utvrdila je prisutnost 99 svojiti drvenastih biljaka u perivoju Ribnjak, što je manje u odnosu na povijesni popis iz 1958. godine, kada je zabilježeno 113 svojiti. Od tadašnjeg popisa danas je potvrđeno 58 svojiti, dok su ostale nestale ili su zamijenjene novima, što jasno pokazuje slojevite promjene koje su oblikovale dendrofloru perivoja kroz vrijeme. Dio vrsta karakterističnih za perivoje 19. stoljeća zadržao se do danas, što potvrđuje kontinuitet povijesnih hortikulturnih izbora.

Današnji Ribnjak oblikuje se kao prostor u kojem se povijesni slojevi prepoznaju kroz dendrološku raznolikost i prostorne elemente poput vijugavih staza, vizura, mjesta za sjedenje, fontana i skulptura. Unatoč gubitku dijela romantičarskog ugođaja, očuvani primjerci drveća i prostorni naglasci potvrđuju Ribnjak kao povijesni i kulturni pejzaž u središtu Zagreba, u kojem se prirodna raznolikost isprepliću s urbanim identitetom grada.

LITERATURA

REFERENCES

- Arbutina, D., 1996: Razvoj kaptolskog vrta Ribnjaka u Zagrebu i planovi za uređenje perivoja. *Prostor* 4 (2): 253–270.
- Bojanić Obad Šćitaroci, B., M. Obad Šćitaroci, 2004: Gradski perivoji Hrvatske u 19. stoljeću. Šćitaroci, Sveučilište u Zagrebu Arhitektonski fakultet, Zagreb.
- Boršić, I., M. Milović, I. Dujmović, S. Bogdanović, P. Cigić, I. Rešetnik, T. Nikolić, B. Mitić, 2008: Preliminary check-list of invasive alien plant species (IAS) in Croatia. *Natura Croatica* 17 (2): 55–71.
- Brickell, C.D., C. Alexander, J.J. Cubey, J.C. David, M.H.A. Hoffman, A.C. Leslie, V. Malécot, W.L.A. Hettterscheid, X. Jin (ur.), 2016: International Code of Nomenclature for Cultivated Plants (ICNCP). Ninth Edition. *Scripta Horticulturae* Number 18, ISHS.
- Brummitt, R.K., C.E. Powell, 1992: Authors of plant names. *Royal Botanic Gardens, Kew*.
- Butenschön, S., I. Säumel, 2011: Between cultural and ecological processes: historical plant use in communal parks in Berlin, Germany. *Journal of Landscape Architecture* 6 (1): 54–67. <https://doi.org/10.1080/18626033.2011.9723447>
- Digitalne zbirke Knjižnica grada Zagreba, <https://digitalnezbirke.kgz.hr/?pr=i&id=19741>
- Digitalne zbirke Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu, <https://digitalna.nsk.hr/kartografska/>
- Dobronić, L., 1972: Zagrebački vrtovi i parkovi u devetnaestom stoljeću. *Kaj: časopis za kulturu i prosvjetu* 5 (7/8): 76–89.
- Dobronić, L., 1987: Nastanak parka Ribnjak u zamahu romantike. *Hortikultura* 54 (1–2): 17–24.
- Ettinger, J., 1899: Pregled drveća i grmlja od osobite vrsti, koje raste u perivoju Maksimiru. *Šumarski list* 13 (3): 112–119.
- Fröhlich, Z., 1952: Park Ribnjak u Zagrebu. *Arhitektura: časopis za arhitekturu, urbanizam i primijenjenu umjetnost* 5: 36–42.
- Generalni urbanistički plan Grada Zagreba (GUP), 2025, <https://zagreb.hr/generalni-urbanisticki-plan-grada-zagreba-gup/89066>
- GeoPortal Zagrebačke infrastrukture prostornih podataka, <https://geoportal.zagreb.hr/Karta>
- Gostl, I., 1994: Zagrebački perivoji i promenade: nostalgican pogled u prošlost. *Školska knjiga, Zagreb*.
- Hillier, J., A. Coombes (ur.), 2007: The Hillier manual of trees and shrubs. A David and Charles Books, Cincinnati.
- Hoffman, M.H.A., 2016: List of names of woody plants. *International standard ENA 2016–2020. Naktuinbouw, Roelofarendsveen*.
- Horvatić, F., 1997: Vrtovi i perivoji grada Zagreba u prvoj polovici 19. stoljeća. *Život umjetnosti* 59 (1): 108–115.
- Idžojić, M., M. Zebec, 2006: Rasprostranjenost pajasena (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swinge) i širenje invazivnih drvenastih neofita u Hrvatskoj. *Glasnik za šumske pokuse pos. izd.* 5: 315–323.
- Idžojić, M., 2013: Dendrologija – Cvijet, češer, plod, sjeme. *Sveučilište u Zagrebu Šumarski fakultet, Zagreb*.
- Jurčić, I., M. Jakčin Ivančić, 2019: Florni sastav pojedinih vrtova sjeverozapadne Hrvatske iz prve polovice 19. stoljeća (Prilog obnovi povijesnih perivoja u Hrvatskoj). *Kaj* 52 (1–2): 69–109.
- Karavla, J., 2006: Dendrološke karakteristike zelene potkove grada Zagreba s prijedlogom obnove njezinoga istočnog dijela. *Šumarski list* 130 (1–2): 31–40.
- Knežević, S., 2010: Ribnjak - perivoj podno katedrale. *Zagreb moj grad* 30: 9–13.
- Narodne novine 144/13: Pravilnik o strogo zaštićenim vrstama.
- Nikolić, T., B. Mitić, I. Boršić, 2014: Flora Hrvatske – Invazivne biljke. *ALFA, Zagreb*.
- Obad Šćitaroci, M., 1987: Izvori za proučavanje starih perivoja. *Hortikultura* 54 (1–2): 25–29.
- Obad Šćitaroci, M., 1992: Hrvatska parkovna baština – zaštita i obnova. *Školska knjiga, Zagreb*.
- Obad Šćitaroci, M., 1993: Dvorci i perivoji Hrvatskog zagorja. *Školska knjiga, Zagreb*.
- Obad Šćitaroci, M., B. Bojanić Obad Šćitaroci, 2010: A romantic manor park: Trakošćan, Croatia. *Studies in the History of Gardens & Designed Landscapes* 30 (2): 115–123.
- Obad Šćitaroci, M., B. Bojanić Obad Šćitaroci, 2014: Public parks in Croatia in the 19th century within a European context. *Annales: Series historia et sociologia* 24 (1): 95–112.
- POWO, 2025: Plants of the World Online. *Royal Botanic Gardens, Kew*. Dostupno na: <https://powo.science.kew.org>
- Säumel, I., I. Kowarik, S. Butenschön, 2010: Green traces from past to future: The interplay of culture and ecological processes in European historical parks. *Acta Horticulturae* 881: 933–938. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2010.881.156>
- Schneider, A., 1929: Perivoji vrtovi i šetališta u starom Zagrebu. *Narodna starina: nepovremeni časopis za povijest kulture i etnografiju južnih Slovena* 20: 149–190.
- Sertić, R., 1957: Park Ribnjak u Zagrebu. *Hortikultura* 3 (jesen): 85–92.
- Sertić, R., 1958: Park Ribnjak u Zagrebu – (floristički dio). *Hortikultura* 4 (3–4): 22–29.
- Turland, N.J., J.H. Wiersema, F.R. Barrie, W. Greuter, D.L. Hawksworth, P.S. Herendeen, S. Knapp, W.-H. Kusber, D.-Z. Li, K. Marhold, T.W. May, J. McNeill, A.M. Monro, J. Prado, M.J. Price, G.F. Smith (ur.), 2018: International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Shenzhen Code) adopted by the Nineteenth International Botanical Congress Shenzhen, China, July 2017. *Regnum Vegetabile* 159. Glashütten: Koeltz Botanical Books. <https://www.iapt-taxon.org/nomen/main.php/>
- Ugarković, D., M. Matijević, I. Tikvić, K. Popić, 2021: Neka obilježja klime i klimatskih elemenata na području grada Zagreba. *Šumarski list* 145 (9–10): 479–488. <https://doi.org/10.31298/sl.145.9-10.6>
- Vidaković, A., M. Idžojić, T. Megyery, D. Turk, I. Poljak, 2020: Park kralja Petra Krešimira IV. u Zagrebu – drvenaste biljke. *Šumarski list* 144 (9–10): 475–484. <https://doi.org/10.31298/sl.144.9-10.4>

- Zebec, M., M. Idžojić, D. Kajba, I. Poljak, 2014: Urban trees as mediators of social interaction in the historical parks of Zagreb, Croatia. U (Konijnendijk van den Bosch, C., J. Östberg, ur.): Programme and Abstract Book of the International Conference on Urban Tree Diversity, Alnarp, Sweden, 16–18 June, 2014, pp 85–86.
- Zhang, D., M.A. Dirr, R.A. Price, 2000: Discrimination and genetic diversity of *Cephalotaxus* accessions using AFLP markers. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 125 (4): 404–412.

SUMMARY

Historic parks in European urban environments have multiple values: they serve as hotspots of biodiversity, spaces of historical and cultural significance, sites of horticultural experimentation, and important elements in shaping urban identity. The city of Zagreb inherits a series of such parks created in the 19th century, among which Ribnjak, located beneath the cathedral, occupies a special place. Its present appearance has been shaped over nearly two centuries of change – from a romantic landscape with water surfaces, through modernist interventions after World War II, to contemporary uses.

In 19th-century parks, plants were important design elements, transforming space into an idealized natural landscape that combined aesthetic beauty, botanical enthusiasm for exotic species, and social prestige. Because of this important role of plants, a woody plant inventory of Ribnjak Park was conducted from spring 2025 to spring 2026.

A total of 99 taxa were recorded, dominated by trees, with a smaller number of shrubs and climbers. Although deciduous species prevail, evergreen plants, particularly conifers, ensure continuity during winter months. Notable among them are specimens of yew, a species of historical and conservation importance.

Biogeographical analysis revealed a high proportion of non-native taxa, a characteristic feature of parks designed in the 19th century. Comparison with the 1958 list, which recorded 113 taxa, confirmed 58 taxa and indicated losses in woody flora over the past decades. At the same time, several species planted in Zagreb's parks and gardens during the 19th century remain present today, including individual solitaires and groups of old trees, demonstrating the long-term continuity of historical horticultural choices. The diversity of woody plants shapes ambiances and vistas that complement the spatial elements of the park. Paths, resting areas, flower beds, meadows, and sculptures together create a layered spatial experience, while views toward the cathedral reinforce Ribnjak as a cultural landscape. Ribnjak Park thus emerges as a space where historical continuity, plant diversity, and spatial elements intertwine to form a recognizable historic environment of Zagreb.

Keywords: historic parks, dendroflora, urban biodiversity, non-native species, woody plant inventory, 19th-century garden art, romantic landscape park, park heritage

Prilog 1. Popis drvenastih svojti u perivoju Ribnjak iz razdoblja 1956.–1957. (Sertić 1958) i sadašnje stanje 2026. godine objavljen je samo u digitalnom izdanju na <https://doi.org/10.31298/sl.150.7-8.2> ili direktno na <https://sumlist.online/Poljak2026.pdf>

Appendix 1 List of woody taxa in Ribnjak Park according to the 1956–1957 inventory (Sertić 1958) and the current state in 2026. was published only in digital edition on <https://doi.org/10.31298/sl.150.7-8.2> or directly on <https://sumlist.online/Poljak2026.pdf>

Prilog 1. Popis drvenastih svojti u perivoju Ribnjak iz razdoblja 1956.–1957. (Sertić 1958) i sadašnje stanje 2026. godine. U zagradama su navedeni znanstveni nazivi (sinonimi) pod kojima se pojedine svojte navode u povijesnom popisu (Sertić 1958).
Appendix 1 List of woody taxa in Ribnjak Park according to the 1956–1957 inventory (Sertić 1958) and the current state in 2026. Scientific names (synonyms) under which individual taxa are listed in Sertić (1958) are provided in parentheses.

Svojta Taxon	Porodica Family	Hrvatski naziv Common name	1958.	2026.
<i>Abies concolor</i> (Gordon) Lindl. ex Hildebr.	Pinaceae	koloradska jela, dugoigličasta jela	+	
<i>Abies nordmanniana</i> (Steven) Spach	Pinaceae	kavkaska jela		+
<i>Acer campestre</i> L.	Sapindaceae	javor klen, poljski javor, klen	+	+
<i>Acer negundo</i> L.	Sapindaceae	negundovac, pajavac, jasenoliki javor	+	
<i>Acer palmatum</i> Thunb.	Sapindaceae	dlanolisni javor, dlanastolisni javor, lepezasti javor		+
<i>Acer palmatum</i> 'Atropurpureum' (A. <i>palmatum</i> var. <i>atropurpureum</i>)	Sapindaceae	kultivar 'Atropurpureum' dlanolisnog javora	+	+
<i>Acer platanoides</i> L.	Sapindaceae	javor mliječ, mliječ	+	+
<i>Acer platanoides</i> 'Crimson King'	Sapindaceae	kultivar 'Crimson King' javora mliječa		+
<i>Acer platanoides</i> 'Schwedleri' (A. <i>platanoides</i> var. <i>schwedleri</i> K.Koch)	Sapindaceae	kultivar 'Schwedleri' javora mliječa	+	
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	Sapindaceae	gorski javor		+
<i>Acer pseudoplatanus</i> 'Atropurpureum'	Sapindaceae	kultivar 'Atropurpureum' gorskog javora		+
<i>Acer saccharinum</i> L.	Sapindaceae	srebrnolisni javor	+	+
<i>Acer tataricum</i> subsp. <i>ginnala</i> (Maxim.) Wesm. (A. <i>ginnala</i> Maxim.)	Sapindaceae	kineski javor	+	
<i>Aesculus × carnea</i> Zeyh.	Sapindaceae	ružičasti divlji kesten		+
<i>Aesculus × carnea</i> 'Briotii'	Sapindaceae	kultivar 'Briotii' ružičastog divljeg kestena		+
<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	Sapindaceae	obični divlji kesten, divlji kesten	+	+
<i>Aesculus pavia</i> L.	Sapindaceae	crveni divlji kesten, crveni kesten	+	+
<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle (A. <i>glandulosa</i> Desf.)	Simaroubaceae	pajasen, obični pajasen, žljezdasti pajasen, kiselo drvo, Božje drvo, divlji orah	+	+
<i>Berberis aquifolium</i> Pursh (Mahonia <i>aquifolium</i> (Pursh) Nutt.)	Berberidaceae	obična mahonija, oštroisna mahonija	+	+
<i>Berberis francisci-ferdinandi</i> C.K.Schneid.	Berberidaceae		+	
<i>Berberis julianae</i> C.K.Schneid.	Berberidaceae	Julijanina žutika	+	+
<i>Berberis thunbergii</i> DC.	Berberidaceae	Thunbergova žutika	+	+
<i>Berberis thunbergii</i> 'Atropurpurea' (B. <i>thunbergii</i> var. <i>atropurpurea</i> Chenault)	Berberidaceae	kultivar 'Atropurpurea' Thunbergove žutike	+	+
<i>Berberis vulgaris</i> L.	Berberidaceae	obična žutika, breberika	+	

Svojita Taxon	Porodica Family	Hrvatski naziv Common name	1958.	2026.
<i>Betula pendula</i> Roth. (<i>B. verrucosa</i> Ehrh.)	Betulaceae	obična breza	+	+
<i>Buxus sempervirens</i> L.	Buxaceae	obični šimšir	+	
<i>Caragana arborescens</i> Lam.	Fabaceae	sibirska karagana	+	
<i>Carpinus betulus</i> L.	Betulaceae	obični grab	+	+
<i>Catalpa bignonioides</i> Walter	Bignoniaceae	obična katalpa	+	+
<i>Catalpa ovata</i> G.Don	Bignoniaceae	kineska katalpa		+
<i>Catalpa speciosa</i> Warder ex Teas	Bignoniaceae	srcolisna katalpa		+
<i>Cedrus libani</i> A.Rich.	Pinaceae	libanonski cedar	+	+
<i>Celtis australis</i> L.	Cannabaceae	obični koprivić, koščela, ladonja		+
<i>Celtis occidentalis</i> L.	Cannabaceae	američki koprivić		+
<i>Cephalotaxus harringtonii</i> (Knight ex J.Forbes) K.Koch	Cephalotaxaceae	koštuničasta patisa	+	+
<i>Cercis siliquastrum</i> L.	Fabaceae	obično Judino drvo, judić	+	
<i>Chaenomeles japonica</i> (Thunb.) Lindl. ex Spach (<i>Cydonia japonica</i> (Thunb.) Pers.)	Rosaceae	japanska dunjica, japanska dunja	+	+
<i>Chaenomeles speciosa</i> (Sweet) Nakai	Rosaceae	kineska dunjica, kineska dunja		+
<i>Cornus alba</i> L.	Cornaceae	sibirski drijen		+
<i>Cornus mas</i> L.	Cornaceae	drijen	+	+
<i>Cornus sanguinea</i> L.	Cornaceae	svib		+
<i>Cornus sericea</i> 'Flaviramea' (<i>C. stolonifera</i> var. <i>flaviramea</i> (Späth ex Koehne) Rehder)	Cornaceae	kultivar 'Flaviramea' svilenastog drijena	+	
<i>Corylus avellana</i> L.	Betulaceae	obična lijeska	+	+
<i>Corylus colurna</i> L.	Betulaceae	medvjeda lijeska, div-lijeska		+
<i>Corylus maxima</i> 'Purpurea' (<i>C. avellana</i> var. <i>purpurea</i> Loudon)	Betulaceae	crvena lijeska	+	
<i>Cotoneaster adpressus</i> Bois (<i>C. adpressus</i> var. <i>praecox</i> (M.Vilm. ex Bois et Berthault) Bois et P.Berthault)	Rosaceae		+	
<i>Crataegus</i> × <i>media</i> 'Crimson Cloud'	Rosaceae	kultivar 'Crimson Cloud' gloga		+
<i>Crataegus</i> × <i>media</i> 'Paul's Scarlet' (<i>C. monogyna</i> var. <i>kermesina plena</i>)	Rosaceae	kultivar 'Paul's Scarlet' gloga	+	
<i>Crataegus laevigata</i> (Poir.) DC. (<i>C. oxyacantha</i> Thuill.)	Rosaceae	obični glog	+	+
<i>Dasiphora fruticosa</i> 'Friedrichsenii' (<i>Potentilla friedrichsenii</i> Späth ex C.K.Schneid.)	Rosaceae	kultivar 'Friedrichsenii' grmastog petoprsnika	+	

Svojta Taxon	Porodica Family	Hrvatski naziv Common name	1958.	2026.
<i>Deutzia gracilis</i> Siebold et Zucc.	Hydrangeaceae	vitka deucija, nježna dojcija	+	
<i>Euonymus fortunei</i> (Turcz.) Hand.-Mazz.	Celastraceae	Fortuneova kurika	+	
<i>Fagus sylvatica</i> 'Atropunicea' (<i>F. sylvatica</i> var. <i>purpurea</i> W.T.Aiton)	Fagaceae	crvena bukva	+	+
<i>Fagus sylvatica</i> L.	Fagaceae	obična bukva		+
<i>Fontanesia fortunei</i> Carrière	Oleaceae	fontanezija	+	+
<i>Forsythia</i> × <i>intermedia</i> Zabel.	Oleaceae	hibridna forzicija		+
<i>Forsythia suspensa</i> (Thunb.) Vahl	Oleaceae	viseća forzicija, obična forzicija	+	+
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl (<i>F. oxycarpa</i> M.Bieb. ex Willd.)	Oleaceae	poljski jasen	+	+
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	Oleaceae	obični jasen, bijeli jasen, europski bijeli jasen	+	+
<i>Fraxinus excelsior</i> 'Diversifolia'	Oleaceae	kultivar 'Diversifolia' običnog jasena		+
<i>Fraxinus excelsior</i> 'Pendula' (<i>F. excelsior</i> var. <i>pendula</i> Aiton)	Oleaceae	kultivar 'Pendula' običnog jasena	+	+
<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Marshall	Oleaceae	pensilvanski jasen		+
<i>Gleditsia triacanthos</i> L.	Fabaceae	gledičija, trnovac	+	+
<i>Gleditsia triacanthos</i> f. <i>inermis</i> (Castigl.) Zabel	Fabaceae		+	
<i>Gleditsia triacanthos</i> 'Sunburst'	Fabaceae	kultivar 'Sunburst' gledičije		+
<i>Gymnocladus dioica</i> (L.) K.Koch	Fabaceae	gimnoklad, kentakijski kavovac		+
<i>Hedera helix</i> L.	Araliaceae	bršljan, obični bršljan	+	+
<i>Hibiscus syriacus</i> L.	Malvaceae	hibisk, obični hibisk, sirijska sljezolika	+	
<i>Iberis sempervirens</i> L.	Brassicaceae	ognjica, snijeg	+	
<i>Ilex aquifolium</i> L.	Aquifoliaceae	božika, božikovina	+	
<i>Juglans nigra</i> L.	Juglandaceae	crni orah	+	+
<i>Juglans regia</i> L.	Juglandaceae	obični orah, pitomi orah		+
<i>Juniperus communis</i> 'Hibernica' (<i>J. communis</i> var. <i>stricta</i> Carrière)	Cupressaceae	kultivar 'Hibernica' obične borovice	+	
<i>Juniperus horizontalis</i> Moench (<i>J. sabina</i> var. <i>prostrata</i> (Pers.) Loudon)	Cupressaceae	puzava borovica	+	
<i>Juniperus sabina</i> 'Tamariscifolia'	Cupressaceae	kultivar 'Tamariscifolia' planinske somine	+	+
<i>Kolkwitzia amabilis</i> Graebn.	Caprifoliaceae	kolkvicija		+

Svojta Taxon	Porodica Family	Hrvatski naziv Common name	1958.	2026.
<i>Laburnum anagyroides</i> Medik. (<i>Cytisus laburnum</i> L.)	Fabaceae	obični negnjil, obična zanovijet	+	
<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	Altingiaceae	američki likvidambar	+	+
<i>Liriodendron tulipifera</i> L.	Magnoliaceae	tulipanovac, američki tulipanovac	+	+
<i>Lonicera</i> × <i>purpusii</i> 'Winter Beauty'	Caprifoliaceae	kultivar 'Winter Beauty' kozokrvine		+
<i>Lonicera ligustrina</i> var. <i>pileata</i> (Oliv.) Franch.	Caprifoliaceae	kalinasta kozokrvina		+
<i>Lonicera nigra</i> L.	Caprifoliaceae	crno pasje grožđe	+	
<i>Lonicera tatarica</i> L.	Caprifoliaceae	tatarska kozokrvina		+
<i>Lonicera xylosteum</i> L.	Caprifoliaceae	crveno pasje grožđe, crvena kozja krv	+	
<i>Magnolia</i> × <i>soulangeana</i> 'Alexandrina'	Magnoliaceae	kultivar 'Alexandrina' Soulangeove magnolije	+	+
<i>Malus niedzwetzkyana</i> Dieck ex Koehne (<i>M. pumila</i> var. <i>niedzwetzkyana</i> (Dieck) C.K.Schneid.)	Rosaceae		+	
<i>Morus alba</i> 'Pendula' (<i>M. alba</i> var. <i>pendula</i> Risso)	Moraceae	kultivar 'Pendula' bijelog duda	+	
<i>Morus nigra</i> L.	Moraceae	crni dud	+	
<i>Ostrya carpinifolia</i> Scop.	Betulaceae	crni grab, crnograb		+
<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch.	Vitaceae	peteroliskava lozica, peterolistićava lozica, peterodijelna lozica		+
<i>Paulownia tomentosa</i> (Thunb.) Steud.	Paulowniaceae	paulovnja, pustenasta paulovnja	+	
<i>Philadelphus</i> × <i>virginialis</i> 'Bouquet Blanc'	Hydrangeaceae	kultivar 'Bouquet Blanc' pajasmina	+	
<i>Philadelphus coronarius</i> L.	Hydrangeaceae	obični pajasmin, lažni jasmin		+
<i>Philadelphus pubescens</i> Loisel.	Hydrangeaceae	pustenasti pajasmin	+	
<i>Physocarpus opulifolius</i> (L.) Maxim.	Rosaceae	fizokarp	+	
<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst. (<i>P. excelsa</i> (Lam.) Peterm.)	Pinaceae	obična smreka, obična smrča	+	+
<i>Picea omorika</i> (Pančić) Purk.	Pinaceae	Pančićeva omorika	+	+
<i>Picea pungens</i> Engelm.	Pinaceae	bodljikava smreka, bodljikava smrča	+	+
<i>Picea pungens</i> 'Koster'	Pinaceae	kultivar 'Koster' bodljikave smreke	+	
<i>Pinus nigra</i> J.F.Arnold	Pinaceae	crni bor	+	+
<i>Pinus strobus</i> L.	Pinaceae	američki borovac, vajmutovac, Vajmutov bor	+	+
<i>Platanus</i> × <i>hispanica</i> Mill. ex Münchh. (<i>P. × acerifolia</i> (Aiton) Willd.)	Platanaceae	hibridna platana, javorolisna platana	+	+

Svojta Taxon	Porodica Family	Hrvatski naziv Common name	1958.	2026.
<i>Platycladus orientalis</i> (L.) Franco (<i>Thuja orientalis</i> L.)	Cupressaceae	obična azijska tuja	+	
<i>Prunus cerasifera</i> 'Nigra'	Rosaceae	crvena šljiva		+
<i>Prunus laurocerasus</i> L.	Rosaceae	lovorvišnja	+	+
<i>Prunus laurocerasus</i> 'Zabeliana'	Rosaceae	kultivar 'Zabeliana' lovorvišnje		+
<i>Prunus padus</i> L.	Rosaceae	sremza, trpika	+	+
<i>Prunus serrulata</i> Lindl.	Rosaceae	japanska trešnja	+	
<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco var. <i>menziesii</i> (<i>P. taxifolia</i> (Lindl.) Britton)	Pinaceae	zelena duglazija	+	+
<i>Pseudotsuga menziesii</i> var. <i>glauca</i> (Beissn.) Franco	Pinaceae	plava duglazija		+
<i>Pyracantha coccinea</i> M.Roem.	Rosaceae	vatreni trn		+
<i>Quercus imbricaria</i> Michx.	Fagaceae		+	
<i>Quercus palustris</i> Münchh.	Fagaceae	čamoliki hrast	+	+
<i>Quercus robur</i> L.	Fagaceae	hrast lužnjak, lužnjak	+	+
<i>Quercus robur</i> 'Fastigiata' (<i>Q. robur</i> var. <i>fastigiata</i> (Lam.) Spach)	Fagaceae	stupoliki hrast	+	
<i>Quercus rubra</i> L. (<i>Q. borealis</i> var. <i>maxima</i> (Marshall) Sargent)	Fagaceae	crveni hrast	+	+
<i>Ribes sanguineum</i> Pursh	Grossulariaceae	krvavocrvena ribizla	+	
<i>Robinia × margaretta</i> 'Casque Rouge'	Fabaceae	kultivar 'Casque Rouge' bagrema		+
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	Fabaceae	obični bagrem	+	+
<i>Robinia pseudoacacia</i> 'Tortuosa'	Fabaceae	kultivar 'Tortuosa' običnog bagrema		+
<i>Robinia pseudoacacia</i> 'Umbraculifera' (<i>R. pseudoacacia</i> var. <i>umbraculifera</i> (DC.) DC.)	Fabaceae	kultivar 'Umbraculifera' običnog bagrema	+	
<i>Robinia pseudoacacia</i> var. <i>monophylla</i> Carrière	Fabaceae		+	
<i>Rosa canina</i> L.	Rosaceae	pasja ruža, divlja ruža	+	
<i>Rosa multiflora</i> Thunb. (<i>R. polyantha</i> Siebold et Zucc.)	Rosaceae	velecvjetna ruža	+	
<i>Rosa xanthina</i> 'Hugonis' (<i>R. hugonis</i> Hemsl.)	Rosaceae		+	
<i>Rosa</i> 'Baby Masquerade'	Rosaceae			+
<i>Rosa</i> 'Pink Double Knock Out'	Rosaceae			+
<i>Rosa</i> 'Tequila Gold'	Rosaceae			+

Svojta Taxon	Porodica Family	Hrvatski naziv Common name	1958.	2026.
<i>Rosa</i> 'White Meidiland'	Rosaceae			+
<i>Rubus fruticosus</i> L.	Rosaceae	obična kupina	+	
<i>Salix</i> × <i>pendulina</i> f. <i>salamonii</i> 'Chrysocoma' (<i>S. alba</i> var. <i>vitellina</i> (L.) Stokes f. <i>pendula</i>)	Salicaceae	žalosna vrba	+	+
<i>Salix babylonica</i> L.	Salicaceae	žalosna vrba	+	
<i>Salix rosmarinifolia</i> L.	Salicaceae		+	
<i>Sambucus nigra</i> L.	Viburnaceae	crna bazga	+	+
<i>Sambucus nigra</i> 'Laciniata' (<i>S. nigra</i> var. <i>laciniata</i> L.)	Viburnaceae	kultivar 'Laciniata' crne bazge	+	
<i>Sequoiadendron giganteum</i> (Lindl.) J.Buchholz (<i>Sequoia gigantea</i> (Lindl.) Decne.)	Cupressaceae	golemi mamutovac, golema sekvoja	+	+
<i>Sorbaria sorbifolia</i> (L.) A.Braun	Rosaceae	sibirska sorbarija	+	
<i>Sorbus aria</i> (L.) Crantz	Rosaceae	mukinja, merala	+	
<i>Spiraea</i> × <i>vanhouttei</i> (Briot) Carrière	Rosaceae	Vanhoutteova suručica	+	+
<i>Spiraea japonica</i> L.f.	Rosaceae	japanska suručica	+	+
<i>Spiraea thunbergii</i> Siebold ex Blume	Rosaceae	Thunbergova suručica	+	
<i>Styphnolobium japonicum</i> (L.) Schott	Fabaceae	japanska sofora, pagoda-drvo		+
<i>Styphnolobium japonicum</i> 'Pendula' (<i>Sophora japonica</i> f. <i>pendula</i> (Lodd. ex Sweet) Zabel)	Fabaceae	kultivar 'Pendula' japanske sofore	+	+
<i>Symphoricarpos albus</i> (L.) S.F.Blake	Caprifoliaceae	grozdasti biserak, Gospine suze	+	+
<i>Symphoricarpos orbiculatus</i> Moench	Caprifoliaceae	koraljni biserak	+	+
<i>Syringa josikaea</i> J.Jacq. ex Rchb.	Oleaceae	karpatski jorgovan, mađarski jorgovan	+	
<i>Syringa vulgaris</i> L.	Oleaceae	obični jorgovan	+	
<i>Taxus baccata</i> L.	Taxaceae	obična tisa	+	+
<i>Tilia cordata</i> Mill.	Malvaceae	malolisna lipa, sitnolisna lipa, tamna lipa, kasna lipa	+	+
<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	Malvaceae	velelisna lipa, bijela lipa, rana lipa	+	+
<i>Tilia tomentosa</i> Moench.	Malvaceae	srebrnolisna lipa, srebrnasta lipa	+	+
<i>Viburnum lantana</i> L.	Viburnaceae	crna hudika, vunasta udikovina	+	
<i>Viburnum opulus</i> 'Roseum' (<i>V. opulus</i> var. <i>roseum</i> L.)	Viburnaceae	snježna lopta	+	
<i>Weigela</i> × <i>hybrida</i> Carrière	Caprifoliaceae	hibridna vajgelija	+	

Assessing Phenotypic Diversity and Population-Level Differentiation in *Laurus nobilis* L. Seedlings from the Southwestern Black Sea Region

Fahrettin Atar^{1*}, Halil Barış Özel², Deniz Güney¹, Ebru Atar¹

¹ Faculty of Forestry, Karadeniz Technical University, Trabzon, Türkiye

² Faculty of Forestry, Bartın University, Bartın, Türkiye

* Corresponding author: Fahrettin Atar, e-mail: fatar@ktu.edu.tr

ABSTRACT

Bay laurel (*Laurus nobilis* L., Lauraceae) is an economically and ecologically important non-timber forest product widely distributed across Mediterranean and sub-Mediterranean ecosystems. This study assessed phenotypic variation in two-year-old seedlings originating from six natural populations in the Southwestern Black Sea Region. Seedlings were grown under uniform open-field nursery conditions and evaluated using fourteen phenotypic and quality-related traits, including growth parameters, biomass components, and composite seedling quality indices. Univariate and multivariate analyses revealed significant population-level differentiation and supported the emergence of two well-defined distinct phenotypic groups. The first group exhibited higher biomass accumulation, larger root collar diameter, and more balanced quality index values, indicating stronger structural development and superior seedling quality. In contrast, the second group showed lower biomass production and higher slenderness, reflecting a more limited growth pattern. Mantel tests revealed moderate correlations between phenotypic distances and both geographic and environmental distances; however, these relationships were not statistically significant, suggesting that spatial and environmental gradients alone do not fully account for the observed phenotypic structure. Our results highlight the critical influence of population origin in shaping seedling morphology and quality under uniform nursery conditions. These findings provide a scientific basis for provenance-based seed source selection and contribute to sustainable cultivation, breeding, and conservation strategies for bay laurel, with practical implications for horticulture and urban forestry.

Keywords:

bay laurel, nursery performance, phenotypic differentiation, population variability, seedling quality and morphology

DOI:

<https://doi.org/10.31298/sl.150.7-8.3>

How to Cite:

Atar, F. et al., 2026: Assessing Phenotypic Diversity and Population-Level Differentiation in *Laurus nobilis* L. Seedlings from the Southwestern Black Sea Region. Šumarski list 150 (7–8): 317–328, 2026. <https://doi.org/10.31298/sl.150.7-8.3>



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

INTRODUCTION

Laurus nobilis L., commonly known as bay laurel, is an evergreen shrub or small tree belonging to the Lauraceae family. It typically reaches heights of 6–12 m and is characterized by leathery, aromatic leaves rich in essential oils. The species is native to the Mediterranean Basin (Akyol et al. 2023), where it forms part of the relict flora of humid forests and contributes to the structural diversity of sclerophyllous woodland ecosystems. Bay laurel occurs naturally across southern Europe, North Africa, and parts of the Middle East, including Portugal, Spain, France, Italy, Greece, Türkiye, Algeria, Morocco, and Libya. It thrives in calcareous soils, prefers sunny exposures, and is well adapted to Mediterranean climatic conditions (Christodoulakis and Fasseas 1990, Özel et al. 2008), although it can tolerate occasional frost in sheltered microhabitats. Depending on local climatic and topographic conditions, bay laurel is found from the sea level up to approximately 1200 m a.s.l. (Davis 1982, Atalay 2002).

Beyond its ecological role in native forest vegetation, where it contributes to slope stabilization, biodiversity support, and habitat provision, *Laurus nobilis* is widely valued for its aromatic properties and ornamental appeal (Marzouki et al. 2009, Yılmaz and Çiftçi 2021, Anzano et al. 2022, Paparella et al. 2022). These characteristics have led to extensive cultivation across the Mediterranean region and beyond. In addition to its importance in forestry, where it enhances the structural diversity and resilience of Mediterranean ecosystems, *Laurus nobilis* holds considerable significance in horticulture, landscape design, and urban forestry. Its dense evergreen foliage, tolerance to pruning, and adaptability to diverse site conditions make it a popular choice for hedges, formal plantings, and mixed shrub compositions in parks, gardens, and urban green spaces. This broad horticultural and urban applicability further underscores the importance of selecting high-quality and well-adapted planting material.

Laurus nobilis exhibits broad ecological plasticity, thriving across diverse soil types and climatic regimes. It is naturally found in both humid riparian zones and dry coastal slopes and tolerates a wide range of soil pH (Ibanoğlu 1998, Özel et al. 2008). Physiological adaptations such as foliar moisture retention and atmospheric water absorption contribute to its drought tolerance. However, seedlings are particularly sensitive to water stress (Rhizopoulou and Mitakos 1990, Chmit et al. 2014), and juvenile plants display a range of morphological and physiological responses to semi-arid environments (Maatallah et al. 2010, Bernal et al. 2015, Pasha et al. 2019, Ishimwe and Deligöz 2024), including proline and soluble carbohydrate accumulation, modulation of stomatal conductance, and increased photosynthetic pigment levels – traits that collectively enhance drought tolerance.

As in many economically important species (Atar and Turna 2018, Poljak et al. 2018, Tumpa et al. 2021, Atar et al. 2024), genetic and phenotypic variation plays a pivotal role in shaping its ecological resilience and selection potential (Zobel and Talbert 1984). Morphological traits, as phenotypic expressions of the interaction between genetic structure and environmental conditions, are particularly valuable for evaluating seedling quality and predicting field performance (Jaenicke 1999, Grossnickle 2012). To date, most

scientific studies on *Laurus nobilis* have focused on essential oil composition, ecology, and molecular-level genetic structure (Marzouki et al. 2009, Maatallah et al. 2010, Rodríguez-Sánchez et al. 2009, Sellami et al. 2011, Bernal et al. 2015, Sırıken et al. 2018, Alessi et al. 2019, Singletary 2021, Yılmaz and Çiftçi 2021, Paparella et al. 2022, Akyol et al. 2023). However, comprehensive studies addressing phenotypic differentiation during the seedling stage remain scarce, even though phenotypic diversity provides important insights into adaptive capacity and evolutionary processes (Nicotra et al. 2010). In this context, parametrically designed morphological studies on *Laurus nobilis* seedlings from diverse geographical origins are therefore needed to support seedling quality assessment, guide breeding efforts, and inform site-specific cultivation strategies (Grossnickle 2012, Ivetić et al. 2016).

The southwestern part of the Black Sea Region represents a distinctive ecological setting for studying *Laurus nobilis*, characterized by a transitional climate between Mediterranean and temperate zones, heterogeneous topography, and diverse forest composition. Türkiye, which encompasses the study area, is the world's leading producer of bay laurel, accounting for approximately 90% of global output. Due to its high export potential and contributions to rural development, the species is recognized as a significant non-timber forest product (Semerci and Çelik 2017). However, natural populations face increasing pressures from uncontrolled harvesting, habitat degradation, and the export of low value-added products (Bilgin et al. 2005, Durgun et al. 2014, Gül and Çelik 2016), raising concerns about long-term sustainability.

The aim of this study was to conduct a comparative evaluation of phenotypic traits in seedlings originating from six natural populations of *Laurus nobilis* in the southwestern Black Sea Region. Identifying population-level variation in seedling morphology will contribute to understanding intraspecific diversity and determining the most suitable populations and genotypes for local conditions. The study also aims to support sustainable bay laurel cultivation and quality-based seedling selection strategies. We hypothesize that two-year-old seedlings from different populations exhibit significant phenotypic differences and that these differences reflect the geographical origin of each population. Considering that the populations originate from ecologically diverse environments, characterized by differences in climate, altitude, soil, and local microhabitats, we assume that long-term environmental contrasts have contributed to the development of distinct adaptive trait patterns. Because all seedlings were grown under identical nursery conditions, short-term environmental effects and phenotypic plasticity were minimized. Therefore, the differences observed among populations are expected to represent inherent, genetically based variation shaped by adaptation to their native habitats.

MATERIALS AND METHODS

Selection of Populations

This study was conducted using *Laurus nobilis* seedlings grown from seeds collected from six natural populations located in the southwestern part of the Black Sea Region of Türkiye: P1–Kurucaşile, P2–Amasra, P3–İnkümu, P4–Devrek,

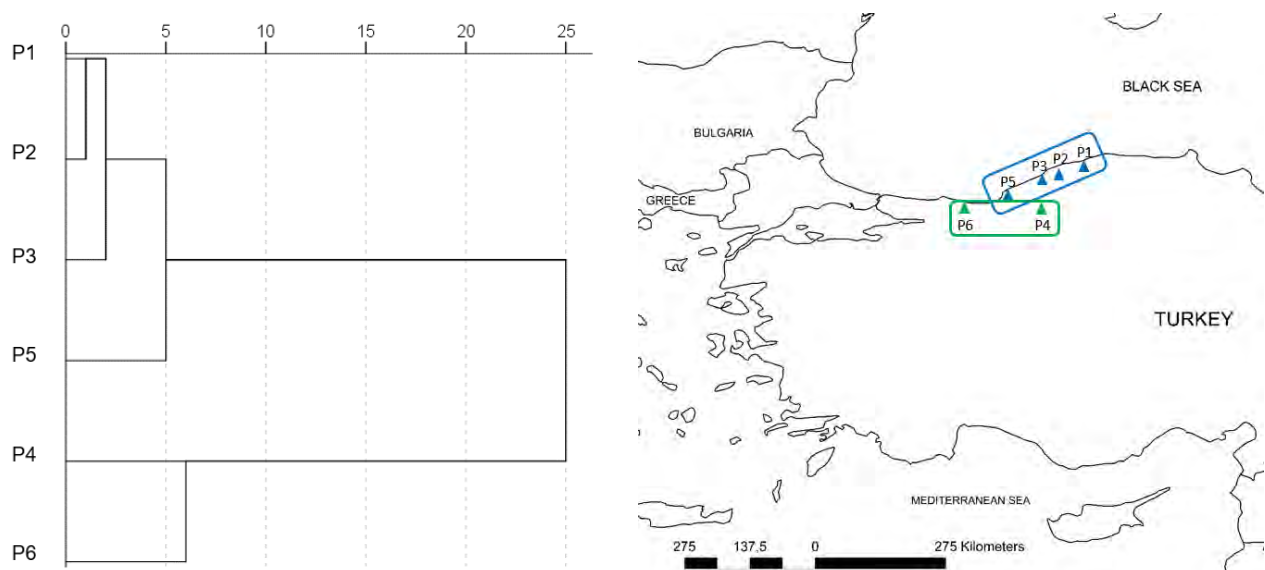


Figure 1 The geographical locations of the studied populations and the results of the hierarchical cluster analysis. Population abbreviations: P1–Kurucaşile; P2–Amasra; P3–İnkumu; P4–Devrek; P5–Ereğli; P6–Akçakoca.

P5–Ereğli, and P6–Akçakoca (Figure 1, Table 1). These populations occur within mixed broadleaf forest ecosystems typically dominated by *Fagus orientalis* Lipsky, *Quercus* spp., *Castanea sativa* Mill., *Carpinus betulus* L., *C. orientalis* Mill., *Tilia platyphyllos* subsp. *corinthiaca* (Bosc ex K.Koch) Pigott, and *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. The dominant soil type across the population sites consists of brown forest soils, typically deep, well-drained, and moderately rich in organic matter, which provide favorable conditions for mixed broadleaf forest development. Climatic data for the period 1970–2000

were obtained from the WorldClim 2 database at ~1 km² spatial resolution (Fick and Hijmans 2017). Mean annual temperature (T) across the sampled populations ranges from 12.3 °C (Akçakoca, P6) to 13.7 °C (Devrek, P4), while mean annual precipitation (P) varies between 743 mm (Kurucaşile, P1) and 1029 mm (Ereğli, P5). These values reflect moderate thermal conditions and a humid climate regime characteristic of the southwestern Black Sea Region, supporting the development of mixed broadleaf forest ecosystems.

Table 1 Geographic origin and climatic conditions of the studied populations.

Population number	Population name	Latitude	Longitude	Altitude (m a.s.l.)	T (°C)	P (mm)
P1	Kurucaşile	41°50'17''	32°42'24''	117	12.9	743
P2	Amasra	41°43'23''	32°17'51''	103	13.1	828
P3	İnkumu	41°40'51''	32°13'49''	65	13.2	859
P4	Devrek	41°18'21''	32°04'39''	225	13.7	881
P5	Ereğli	41°12'47''	31°25'20''	54	13.0	1029
P6	Akçakoca	41°04'54''	31°05'25''	42	12.3	965

T = mean annual temperature; P = total annual rainfall

Seedling Cultivation

To minimize the likelihood of genetic similarity, seeds were collected from 20 spatially separated trees per population, maintaining a minimum distance of 100–150 m between individuals. In total, seeds were obtained from 120 seed-bearing trees. The resulting seedlings were cultivated under open-field nursery conditions at the Gökçeşey Forest Nursery, managed by the Zonguldak Regional Directorate of Forestry. According to long-term climate records for Zonguldak province (1939–2024), the site is characterized by an average annual temperature of 13.8 °C and an average total annual precipitation of 1226 mm, providing a temperate-humid environment suitable for seedling development.

Seed collection was carried out during the first week of November 2022, coinciding with the natural maturation

period of *Laurus nobilis*. Following harvest, seeds were manually separated from their pericarps (fruit flesh) and prepared for sowing. Sowing was carried out in open-field nursery conditions using polyethylene bags (15 × 28 cm), arranged according to a randomized plot experimental design. The potting substrate consisted of a uniform mixture of brown forest soil, peat, sand, and bark material in equal proportions (1:1:1:1). Throughout the two-year cultivation period, standard nursery practices, including irrigation, shading, weeding, and general maintenance, were applied consistently to ensure optimal seedling development.

Measurements of Seedling Traits

Phenotypic assessments were performed on a total of 1200 seedlings at the 2+0 age class. Root collar diameter (RCD) was measured using a digital caliper with a precision of

± 0.01 mm, while seedling height (SH), root length (RL), and current-year shoot length (CYSL) were recorded using a measuring tape with an accuracy of ± 0.1 cm. CYSL was defined as the shoot elongation that occurred during the second growing season of the 2+0 seedlings and was measured at the end of this growing period. Leaf length (LL) and leaf width (LW) were determined by analyzing digital images of a representative leaf from each seedling, and measurements calculated in millimeters using ImageJ software. Fresh biomass parameters, including fresh shoot weight (FSW), fresh root weight (FRW), and total fresh seedling biomass (FSB), were measured using an analytical balance with a precision of ± 0.001 g. For dry weight measurements, the samples were oven-dried at 105 °C for 24 hours. Subsequently, dry shoot weight (DSW), dry root weight (DRW), and total dry seedling biomass (DSB) were determined using the same precision balance.

Based on the collected phenotypic data, the sturdiness quotient (SQ) was calculated for each seedling as the ratio of seedling height (SH, cm) to root collar diameter (RCD, cm), according to the following formula:

$$SQ = SH / RCD$$

This index serves as a key morphological criterion reflecting seedling robustness and structural stability (Thompson 1985, Aldhous 1994, Jaenicke 1999). According to SQ values, seedlings were categorized into three quality classes: high-quality ($SQ < 50$), moderate-quality ($50 \leq SQ \leq 60$), and low-quality ($SQ > 60$) (Yahyaoglu and Genç 2007).

In addition, the Dickson quality index (DQI) was calculated for each seedling using the formula:

$$DQI = DSB / (SQ + DSW/DRW)$$

Originally proposed by Dickson et al. (1960), this composite index is widely used to evaluate the overall quality and field performance potential of forest tree seedlings. Values approaching or exceeding 1 are generally considered indicative of high seedling quality (Mañas 2009).

Statistical Analysis

All statistical analyses were conducted using IBM SPSS Statistics version 26.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) and R software (version 4.x). Prior to statistical evaluation, all phenotypic variables were examined for their suitability for parametric analyses. Data distribution was initially assessed using the Kolmogorov–Smirnov test as a diagnostic procedure. Although strict normality is not a prerequisite for analysis of variance (ANOVA), particularly in studies with sufficiently large and balanced sample sizes, this test was applied to provide an initial evaluation of distributional properties. In addition, homogeneity of variances was evaluated using Levene's test, and the results indicated that this assumption was satisfied for all examined traits ($p > 0.05$). Therefore, no data transformation was applied, and parametric statistical procedures were considered appropriate.

Differences in phenotypic traits among populations were evaluated using one-way analysis of variance (ANOVA). When statistically significant differences were detected ($p < 0.05$), Duncan's multiple range test was applied to identify homogeneous population groups. In addition, Pearson correlation analysis was performed to assess the strength and direction of linear relationships among phenotypic

traits and to examine potential redundancy among variables. Although some traits showed moderate correlations, all variables were retained in subsequent analyses, as they were considered biologically meaningful and did not exhibit excessive multicollinearity that could compromise model stability.

Prior to multivariate analyses, all phenotypic variables were standardized using z-score transformation to eliminate scale effects among traits measured in different units. Patterns of phenotypic variation among populations were explored using hierarchical cluster analysis (HCA) and principal component analysis (PCA), both performed on the standardized dataset in R software. Hierarchical clustering was conducted using Ward's minimum variance method, while PCA was employed to reduce data dimensionality and to evaluate relationships among phenotypic traits and populations.

To further assess and confirm population differentiation revealed by the exploratory multivariate analyses, discriminant analysis (DA) was applied. DA was performed using the pooled within-groups covariance matrix, corresponding to Mahalanobis distances, which is appropriate for continuous multivariate phenotypic data. This method maximizes between-group variation relative to within-group variation while accounting for internal group structure. The statistical significance of the canonical discriminant functions was evaluated using Wilks' lambda, with associated chi-square statistics and degrees of freedom. The contribution of individual phenotypic traits to group discrimination was examined using the structure matrix, representing pooled within-group correlations between the discriminating variables and the standardized canonical discriminant function. The robustness and predictive performance of the discriminant model were assessed using a leave-one-out cross-validation procedure.

Mantel tests were performed to assess the relationship between multitrait phenotypic differentiation among populations and their geographic and environmental distances. Phenotypic dissimilarity was quantified using Euclidean distance matrices calculated from population scores on the first two principal components derived from all phenotypic traits. Environmental dissimilarity was computed as Euclidean distances between population means for the first two principal components summarizing the environmental variables (elevation, mean annual temperature, and mean annual precipitation). Geographic distances were calculated as great-circle distances (km) between population coordinates and subsequently log-transformed [$\ln(\text{km})$] to reduce skewness. The significance of correlations between distance matrices was evaluated using Mantel tests with Pearson correlation coefficients and 9,999 permutations. This approach is widely used to test isolation-by-distance and isolation-by-environment patterns by quantifying the association between multivariate dissimilarity matrices. Two simple Mantel tests were conducted: (1) between phenotypic and geographic distances (isolation by distance, IBD), and (2) between phenotypic and environmental distances (isolation by environmental distance, IBE).

RESULTS

Population Variability – Descriptive Statistics and Variance Analysis

Significant phenotypic variation was observed among seedlings derived from different *Laurus nobilis* populations. Analysis of variance (ANOVA) revealed that all examined traits exhibited statistically significant differences among the populations ($p < 0.05$). Table 2 presents the mean values, coefficients of variation (CV%), results of Duncan's multiple range test, and levels of statistical significance for twelve phenotypic traits.

The highest mean seedling height was recorded in the P2 (Amasra) and P3 (İnkümu) populations, whereas the P4 (Devrek) population had the shortest seedlings. Similarly, the P3 (İnkümu) population exhibited the greatest root collar diameter among all groups.

With respect to leaf traits (LL and LW), the P2 (Amasra) and P3 (İnkümu) populations exhibited higher values, whereas P4 (Devrek), P5 (Ereğli) and P6 (Akçakoca) recorded relatively lower measurements. In particular, the P4 (Devrek) and P6 (Akçakoca) populations stood out due to their lower biomass values. Regarding root morphology, the longest root lengths (RL) were observed in the P1 (Kurucaşile) and P2 (Amasra) populations, while the shortest roots were measured in P6 (Akçakoca). In terms of the sturdiness quotient (SQ), the lowest values were recorded in the P3 (İnkümu) and P1 (Kurucaşile) populations, whereas the highest SQ values were found in P4 (Devrek), P5 (Ereğli) and P6 (Akçakoca). In terms of the Dickson quality index (DQI), the highest value was observed in P4 (Devrek), 2.13, while the remaining populations ranged from 0.95 in P2 (Amasra) to 1.50 in P3 (İnkümu).

Table 2 Mean values, coefficients of variation, Duncan's test groupings (superscript letters), and significance levels (ANOVA p-values: *** significant at $p < 0.001$; ** significant at $0.001 < p < 0.01$; * significant at $0.01 < p < 0.05$) for studied phenotypic traits and populations. Population abbreviations: P1–Kurucaşile; P2–Amasra; P3–İnkümu; P4–Devrek; P5–Ereğli; P6–Akçakoca. Trait acronyms: seedling height (SH), root collar diameter (RCD), leaf length (LL), leaf width (LW), fresh and dry shoot weight (FSW, DSW), fresh and dry root weight (FRW, DRW), fresh and dry total seedling biomass (FSB, DSB), root length (RL), current-year shoot length (CYSL), sturdiness quotient (SQ), and Dickson quality index (DQI).

Seedling trait	Statistical parameter	Population						Overall mean	p-value
		P1	P2	P3	P4	P5	P6		
SH (cm)	Mean	21.4 ^b	25.0 ^a	23.5 ^a	19.6 ^c	23.4 ^a	20.5 ^{bc}	22.2	***
	CV (%)	13.0	6.53	7.73	6.07	8.47	8.94	12.0	
RCD (cm)	Mean	0.26 ^b	0.26 ^b	0.34 ^a	0.18 ^c	0.23 ^{bc}	0.20 ^{bc}	0.25	***
	CV (%)	26.9	19.9	28.4	23.3	29.3	40.8	34.8	
LW (cm)	Mean	2.86 ^b	4.04 ^a	3.86 ^a	1.80 ^d	2.22 ^c	2.11 ^c	2.82	***
	CV (%)	8.60	6.82	5.35	8.69	23.5	13.1	32.62	
LL (cm)	Mean	8.39 ^b	9.26 ^a	8.77 ^{ab}	5.33 ^d	6.59 ^c	6.88 ^c	7.54	***
	CV (%)	6.78	4.05	2.58	7.91	24.1	5.72	20.8	
FSB (g)	Mean	3.43 ^a	3.25 ^{ab}	3.46 ^a	2.53 ^c	3.10 ^b	2.58 ^c	3.06	***
	CV (%)	11.6	10.9	8.02	7.04	10.6	13.5	15.9	
DSB (g)	Mean	2.33 ^a	2.46 ^a	2.49 ^a	1.85 ^b	2.47 ^a	1.96 ^b	2.26	***
	CV (%)	11.9	15.1	8.10	7.22	18.2	25.1	18.6	
FSW (g)	Mean	1.72 ^b	2.03 ^a	1.68 ^b	1.71 ^b	1.53 ^b	1.03 ^c	1.62	***
	CV (%)	12.8	23.8	23.5	16.4	16.6	14.3	26.5	
FRW (g)	Mean	1.70 ^{ab}	1.31 ^{cd}	1.83 ^a	0.87 ^e	1.47 ^{bc}	1.14 ^d	1.38	***
	CV (%)	15.3	24.8	27.6	20.7	16.3	16.3	31.7	
DSW (g)	Mean	1.25 ^a	1.18 ^a	1.25 ^a	1.23 ^a	1.04 ^a	0.78 ^b	1.12	**
	CV (%)	20.1	14.6	30.1	19.2	23.8	30.0	26.8	
DRW (g)	Mean	1.16 ^a	1.29 ^a	1.10 ^a	0.63 ^b	1.17 ^a	0.77 ^b	1.02	***
	CV (%)	9.75	16.7	35.2	23.7	21.0	22.8	31.9	
RL (cm)	Mean	15.1 ^a	15.4 ^a	13.8 ^a	9.38 ^{bc}	10.7 ^b	8.93 ^c	12.2	***
	CV (%)	10.6	13.0	15.9	17.7	21.1	17.3	26.3	
CYSL (cm)	Mean	3.96 ^{ab}	3.99 ^{ab}	4.68 ^a	3.22 ^b	4.06 ^{ab}	3.11 ^b	3.84	*
	CV (%)	28.5	25.5	27.8	28.0	23.3	29.2	29.6	
SQ	Mean	87.5 ^{ab}	99.8 ^{ab}	74.4 ^b	116 ^a	112 ^a	121 ^a	102	*
	CV (%)	29.1	22.1	30.1	32.9	37.8	45.3	37.9	
DQI	Mean	1.11 ^a	0.95 ^a	1.50 ^a	2.13 ^b	1.00 ^a	1.12 ^a	1.30	**
	CV (%)	18.5	8.46	82.6	38.0	51.5	49.7	59.6	

Examination of the coefficient of variation (CV%) values revealed considerable levels of variation among populations for several phenotypic traits. When considering all seedlings collectively, high CV values were observed for RCD, LW, FSW, FRW, DSW, DRW, RL, CYSL, SQ, and DQI, indicating a broader range of individual variation and a wider distribution of values within populations for these traits. Additionally, Duncan's multiple range test identified distinct groupings among populations for many traits, with most traits forming three or more statistically homogeneous groups. This result suggests clear phenotypic differentiation among the populations.

Correlation Analysis

The correlation matrix (Figure 2) revealed three strongly positive relationships ($r > 0.70$) and two strongly negative relationships ($r < -0.70$) among the measured traits. Strong positive correlations were observed between leaf width and leaf length (LW–LL; $r = 0.80$), fresh seedling biomass and dry seedling biomass (FSB–DSB; $r = 0.71$), and fresh shoot weight and dry shoot weight (FSW–DSW; $r = 0.72$). In contrast, strong negative correlations were detected between sturdiness quotient and root collar diameter (SQ–RCD; $r = -0.88$) and between Dickson quality index and dry root weight (DQI–DRW; $r = -0.72$). Overall, the strongest positive associations were mainly concentrated among biomass-related traits and leaf size traits, indicating coordinated variation in growth and allocation patterns.

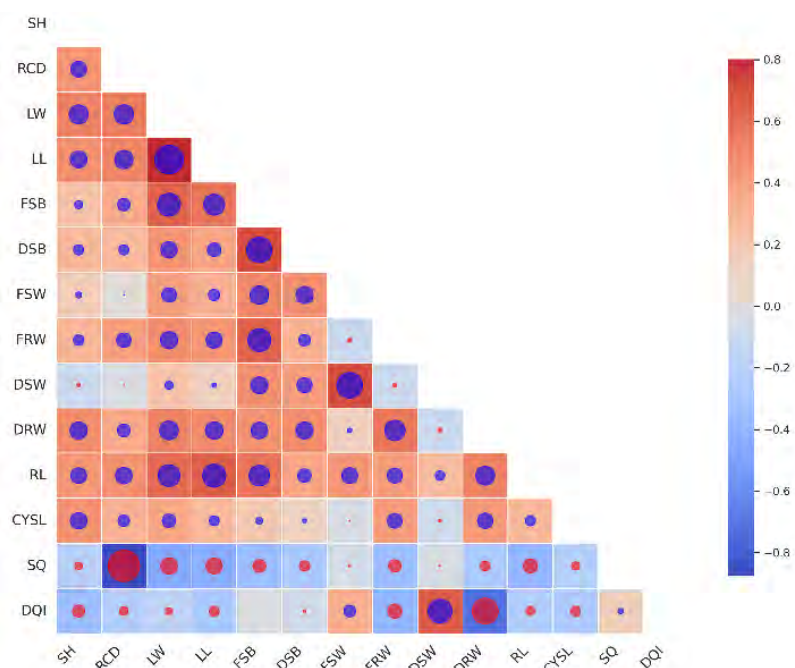


Figure 2 Pearson correlation matrix heatmap showing relationships among studied phenotypic traits. Trait acronyms: seedling height (SH), root collar diameter (RCD), leaf length (LL), leaf width (LW), fresh and dry shoot weight (FSW, DSW), fresh and dry total seedling biomass (FSB, DSB), root length (RL), current-year shoot length (CYSL), sturdiness quotient (SQ), and Dickson quality index (DQI).

Population Structure

Hierarchical Cluster Analysis

The dendrogram resulting from the hierarchical cluster analysis is presented in Figure 1. The analysis revealed that the populations clustered into two main groups based on their phenotypic similarities. The first group initially comprised the P3 (İnkumu) and P1 (Kurucaşile) populations, followed sequentially by the inclusion of P2 (Amasra) and P5 (Ereğli). In contrast, the P4 (Devrek) and P6 (Akçakoca) populations formed a second group, joining the cluster at a higher dissimilarity level.

Principal Component Analysis (PCA)

Table 3 presents the factor loadings and explained variance from the principal component analysis (PCA) conducted on 14 phenotypic traits of *Laurus nobilis* populations. The first four principal components had eigenvalues greater than 1 and together they explained 84.8% of the total variation. The first component (PC1) showed high loadings for FSB,

DSB, FSW, DSW, DRW, FRW, CYSL, and DQI, representing a dimension associated with biomass accumulation and overall seedling quality. The second component (PC2) was strongly associated with RCD, LL, and SQ, reflecting traits related to seedling form and structural sturdiness. The third component (PC3) was loaded by SH and RL, while the fourth component (PC4) included only LW. This distribution indicates that different groups of traits are clustered within distinct components, highlighting the multidimensional nature of phenotypic diversity.

Figure 3 presents a two-dimensional biplot displaying the distribution of individuals from the studied populations within the PCA space, along with the vector orientations of phenotypic traits. The populations were clearly separated into two main groups on the plot: the first group included P1 (Kurucaşile), P2 (Amasra), P3 (İnkumu), and P5 (Ereğli), while the second group consisted of P4 (Devrek) and P6 (Akçakoca).

Table 3 The results of the principal component analysis showing Pearson correlations between the measured traits and the principal components. Only statistically meaningful loadings ($|loading| \geq 0.50$) are presented to enhance interpretability. Eigenvalues and the proportion of variance explained by each of the first four principal components are also reported. Trait acronyms: seedling height (SH), root collar diameter (RCD), leaf length (LL), leaf width (LW), fresh and dry shoot weight (FSW, DSW), fresh and dry root weight (FRW, DRW), fresh and dry total seedling biomass (FSB, DSB), root length (RL), current-year shoot length (CYSL), sturdiness quotient (SQ), and Dickson quality index (DQI).

Studied trait	PC-Principal component			
	PC1	PC2	PC3	PC4
SH			0.806	
RCD		0.935		
LW				0.872
LL		0.698		
FSB	0.732			
DSB	0.718			
FSW	0.884			
FRW	-0.767			
DSW	0.895			
DRW	-0.682			
RL			-0.596	
CYSL	-0.798			
SQ		-0.826		
DQI	0.964			
Eigenvalue	5.51	3.25	1.7	1.6
Variation (%)	41.2%	19.6%	12.6%	11.4%

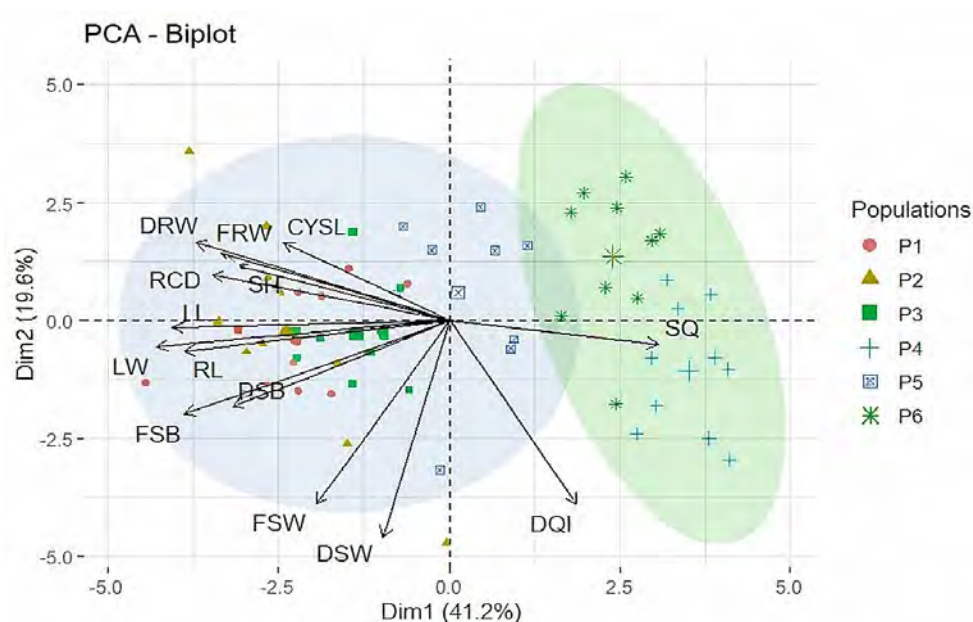


Figure 3 The results of the principal component analysis (PCA) based on 14 seedling phenotypic traits in the studied *Laurus nobilis* populations. Population abbreviations: P1–Kurucaşile; P2–Amasra; P3–İnkumu; P4–Devrek; P5–Ereğli; P6–Akçakoca. Trait acronyms: seedling height (SH), root collar diameter (RCD), leaf length (LL), leaf width (LW), fresh and dry shoot weight (FSW, DSW), fresh and dry root weight (FRW, DRW), fresh and dry total seedling biomass (FSB, DSB), root length (RL), current-year shoot length (CYSL), sturdiness quotient (SQ), and Dickson quality index (DQI).

Discriminant Analysis

Discriminant analysis revealed a clear and statistically significant phenotypic separation between the two predefined geographic groups. The overall discriminant model was highly significant, as indicated by Wilks' lambda (0.286), with a corresponding chi-square value of 63.911 (df = 14,

$p < 0.001$), confirming marked phenotypic differentiation between the two groups.

Among the traits examined, several variables emerged as the most influential in distinguishing the two geographic groups. Fresh shoot weight (FSW) was the strongest discriminator, followed by root length (RL), leaf width (LW), and

dry shoot weight (DSW). Together, these traits contributed most prominently to the phenotypic separation observed between the groups.

The discriminant model demonstrated high classification performance. Based on the original classification results, 96.7% of individuals were correctly assigned to their respective geographic groups. Leave-one-out cross-validation yielded an overall classification accuracy of 83.3%, with cross-validated accuracies of 82.5% for Group 1 and 85.0% for Group 2, indicating strong model robustness and generalizability.

The histogram of canonical discriminant scores further illustrates the effectiveness of the discriminant model (Figure 4). Individuals belonging to the first group were predominantly distributed along positive canonical values, whereas those assigned to the second group were concentrated in the

negative region of the discriminant axis, with minimal overlap between the distributions. This clear separation visually confirms the strong phenotypic differentiation detected by the statistical analysis and supports the high classification accuracy obtained in both original and cross-validated models.

Mantel Test

Mantel tests were used to evaluate the relationship between phenotypic variation and both geographic and environmental distances among *Laurus nobilis* populations (Figure 5). The tests comparing phenotypic and geographic distances showed a moderate positive correlation ($r = 0.4371$, $p = 0.103$), indicating a tendency for geographically closer populations to exhibit greater phenotypic similarity. Although the correlation was not statistically significant, the pattern is consistent with a weak signal of isolation by distance (IBD), where spatial separation contributes to phenotypic

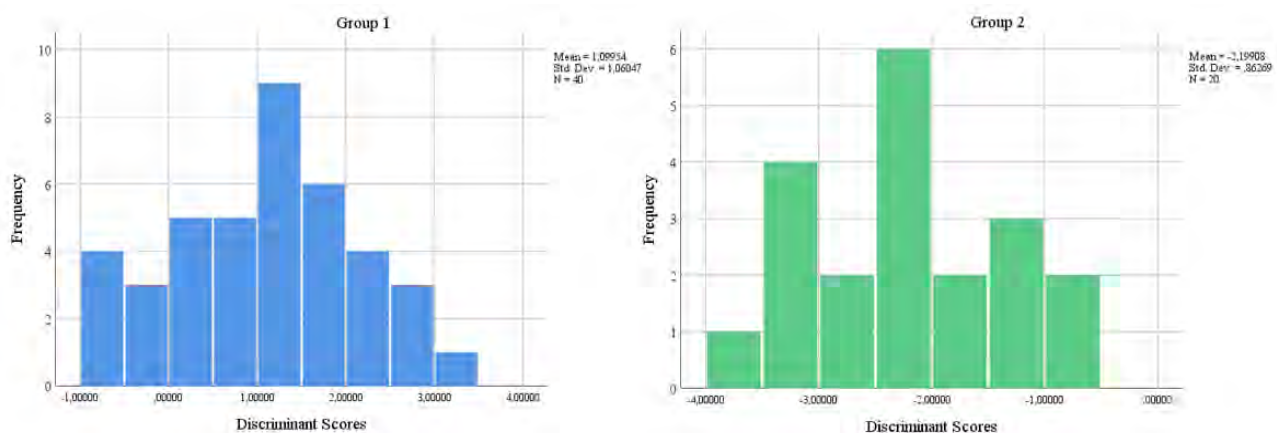


Figure 4 Frequency distribution of individual canonical discriminant scores (Function 1) for the two predefined geographic groups of *Laurus nobilis*. The clear separation between score distributions with minimal overlap indicates strong phenotypic differentiation and supports the robustness of the discriminant model.

divergence. A similar pattern was observed for the relationship between phenotypic and environmental distances, which also showed a moderate positive correlation ($r = 0.449$, $p = 0.092$). While not statistically significant, this result suggests a potential influence of isolation by environment (IBE), implying that environmentally similar sites may

promote convergence or reduced divergence in phenotypic traits. Taken together, these findings indicate that both spatial and environmental gradients may shape phenotypic differentiation in the studied species, with environmental variation showing a slightly stronger, though still statistically unsupported, association with phenotypic patterns.

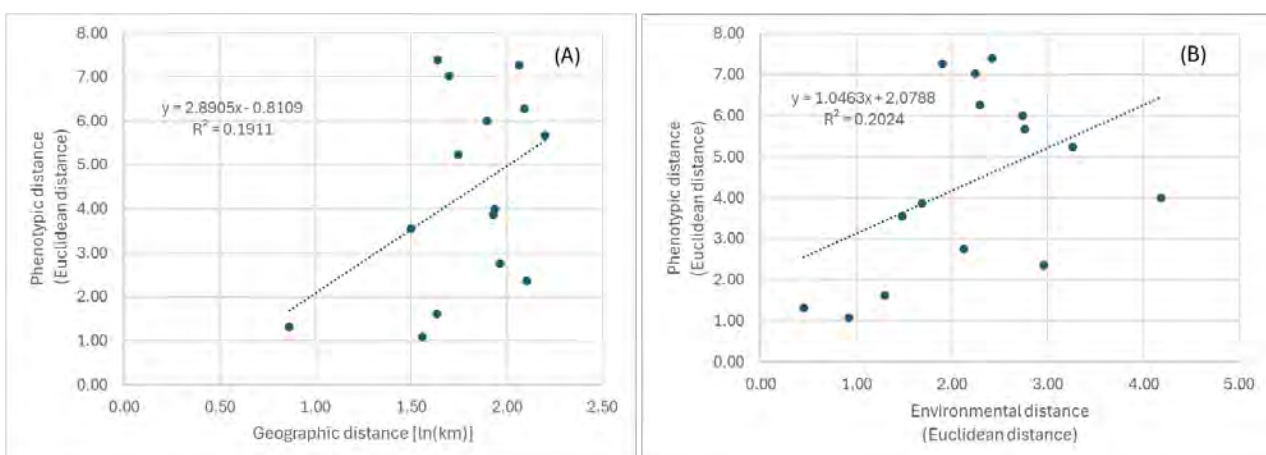


Figure 5 Isolation by distance (IBD) and isolation by environmental distance (IBE) in *Laurus nobilis* populations. Scatter plots of simple Mantel tests showing the relationships between (A) geographic and phenotypic distances ($r = 0.4371$, $p = 0.103$, $R^2 = 0.1911$); and (B) environmental and phenotypic distances ($r = 0.449$, $p = 0.092$, $R^2 = 0.2024$).

DISCUSSION

The present study revealed pronounced phenotypic variation among *Laurus nobilis* seedlings derived from six natural populations in the Black Sea Region of Türkiye. All evaluated traits, including seedling height, root collar diameter, leaf dimensions, root and shoot biomass (fresh and dry), as well as quality indices such as the sturdiness quotient and Dickson quality index, differed significantly among populations. This variability is in line with earlier reports describing the species' broad ecological amplitude and high phenotypic plasticity across Mediterranean and sub-Mediterranean environments (Alessi et al. 2021, Paparella et al. 2022). Similar population-specific differentiation has been reported for *Laurus nobilis* in previous genetic studies (Yılmaz and Çiftçi 2021), suggesting that such phenotypic contrasts may reflect underlying genotypic divergence shaped by local environmental conditions.

Analysis of the coefficient of variation (CV) revealed substantial intra-population variability across several phenotypic traits. High CV values for traits related to root collar diameter, biomass components, and seedling quality indices indicate a wide range of phenotypic expressions among individuals within populations. This pronounced intra-population variability suggests heterogeneity in growth performance and phenotype development, which may influence population-level responses to local environmental conditions, consistent with previous observations reported for *Laurus nobilis* under contrasting environmental stresses (Maatallah et al. 2010, Bernal et al. 2015).

Multivariate analyses provided an integrated view of population differentiation in *Laurus nobilis*. Comparable integrative approaches, which combine exploratory and confirmatory multivariate methods, have been widely applied to investigate population structure and phenotypic divergence in Mediterranean and sub-Mediterranean taxa. Such approaches have been used in studies of *Ceratonia siliqua* L. (Bolarić et al. 2021), *Castanea sativa* Mill. (Ertan 2007, Tumpa et al. 2021), *Pistacia terebinthus* L. and *P. lentiscus* L. (Temunović et al. 2024), *Pyrus spinosa* Forssk. (Vidaković et al. 2021, 2025a, 2025b), as well as conifer species within the genera *Abies* Mill. (Sękiewicz et al. 2013) and *Juniperus* L. (Klimko et al. 2007, Mazur et al. 2018, Vidaković et al. 2024b).

Principal component analysis and hierarchical clustering consistently identified two major population groups, with Devrek and Akçakoca forming a distinct cluster separate from Kurucaşile, Amasra, İnkümu, and Ereğli. The Devrek–Akçakoca group was generally characterized by comparatively lower biomass accumulation and less favorable composite quality metrics, reflecting a more slender growth pattern and reduced structural robustness. In contrast, populations within the second group displayed higher biomass-related traits, greater root collar diameter, and more balanced quality index values, indicating stronger structural development and potentially superior seedling quality. Discriminant analysis confirmed the separation of two morphologically distinct geographic groups suggested by PCA and cluster analysis, with a high classification accuracy. The successful validation of PCA- and HCA-derived groupings using CDA has also been reported in *Ceratonia siliqua* and *Salix eleagnos* Scop., where CDA effectively resolved

population-level differentiation and strengthened the interpretation of multivariate patterns (Tumpa et al. 2022, Poljak et al. 2024). The CDA structure matrix further showed that fresh shoot weight, root length, leaf width, and dry shoot weight were the primary traits contributing to group discrimination, emphasizing the role of biomass allocation and root-related characteristics in shaping population-level phenotypic differentiation. These findings emphasize the utility of DA as a confirmatory tool in studies of population structure based on phenotypic traits.

The recent molecular studies provide a relevant comparative framework, demonstrating that *Laurus nobilis* populations exhibit pronounced genetic structuring at regional and broader geographic scales. Using ISSR and SCoT markers, Yılmaz and Çiftçi (2021) identified two main genetic groups within Turkish *Laurus nobilis* germplasm, largely corresponding to geographic regions, while nuclear microsatellite analyses across the Mediterranean basin revealed a marked east–west differentiation, with Turkish populations forming a distinct eastern gene pool (Marzouki et al. 2009). At a broader evolutionary scale, plastid DNA-based phylogeographical analyses indicate that these regional lineages have been shaped by long-term range fragmentation and refugial persistence since the Neogene (Rodríguez-Sánchez et al. 2009). Accordingly, the multivariate trait syndromes identified in the present study may be interpreted as phenotypic-level expressions of provenance-related differentiation rather than isolated phenotypic responses. Nevertheless, as the present study relies on phenotypic data, these patterns should be regarded as indirect indicators of underlying genetic structure, and future studies integrating molecular markers with phenotypic traits will be required to explicitly test genotype–phenotype associations in *Laurus nobilis*.

The Mantel test results indicate that neither geographic nor environmental distance alone provides strong explanatory power for the observed phenotypic differentiation among *Laurus nobilis* populations. Although moderate positive trends were detected, these relationships were not statistically supported, suggesting that isolation by distance is not a dominant structuring mechanism within the study area. Similar patterns have been reported in *Zanthoxylum armatum* DC., *Salix triandra* L. and *Phlomis olivieri* Benth., where geographic separation alone did not sufficiently account for phenotypic or genetic divergence (Zare Hoseini et al. 2022, Tumpa et al. 2022, Yan et al. 2023). A comparable tendency was observed for environmental distances, implying that environmental heterogeneity may contribute to phenotypic variation, but without clear statistical support in the present dataset. Previous studies on *Mentha longifolia* (L.) Huds., *Melissa officinalis* L., *Eucommia ulmoides* Oliv. and *Juniperus sabina* var. *balkanensis* R.P.Adams et Tashev have demonstrated that environmental gradients, particularly elevation and climatic variables, can interact with spatial factors to shape variation patterns (Devi et al. 2022, Koohdar and Sheidai 2022, Gong et al. 2023, Poljak et al. 2025). However, in our case, neither geographic nor environmental gradients alone appear sufficient to explain the detected population-level variation. Overall, these findings indicate that phenotypic differentiation in *Laurus nobilis* within the Southwestern Black Sea Region is likely shaped by multiple

interacting processes, including local adaptation and potential gene flow, rather than by clear isolation-by-distance or isolation-by-environment patterns acting independently.

Practical Implications

Several traits evaluated in this study are directly linked to seedling quality and have practical relevance for nursery production and field performance. Root collar diameter, biomass allocation, sturdiness quotient, and Dickson quality index are widely recognized as integrative indicators of mechanical stability, physiological balance, and stress tolerance (Ritchie 1984, Thompson 1985, Grossnickle 2018). Population-level differences in these indices, observed under uniform nursery conditions, indicate that seed source selection plays a critical role in determining seedling quality.

From an applied perspective, populations such as Amasra and İnkümu appear particularly suitable for producing high-quality planting stock, as reflected by higher root collar diameter and more favorable DQI values. In contrast, populations characterized by elevated SQ values, such as Devrek and Akçakoca, may produce more slender seedlings that are potentially more susceptible to mechanical damage and post-planting stress (Haase 2008). Nevertheless, the presence of high-quality individuals within these populations suggests opportunities for selective propagation and breeding, as emphasized in previous studies (Özel et al. 2010, Güney et al. 2013, Atar 2022).

In the context of ecological restoration and afforestation, the observed variation in seedling quality traits has important implications. Seedlings with balanced biomass allocation and higher DQI values are generally better equipped to cope with heterogeneous and stressful site conditions, particularly in degraded landscapes. Moreover, populations exhibiting higher phenotypic variability may possess greater adaptive capacity under variable climatic regimes. Given the ecological and economic importance of *Laurus nobilis* and its sensitivity to water availability (Pasha et al. 2019, Ishimwe and Deligöz 2024), the integration of population-based phenotypic and quality traits into nursery and restoration planning can enhance establishment success and long-term ecosystem resilience.

CONCLUSION

This study demonstrated significant phenotypic differentiation among *Laurus nobilis* seedlings derived from six natural populations in the Black Sea Region of Türkiye. The observed variation in key traits, including seedling height, root collar diameter, root and shoot biomass, leaf dimensions, and seedling quality indices (sturdiness quotient and Dickson quality index), indicates substantial population-level variability under uniform nursery conditions, suggesting a strong influence of population origin on seedling development.

The integration of multivariate statistical approaches, including principal component analysis and hierarchical cluster analysis, further confirmed the differentiation of populations into distinct phenotypic groups. Together, these results provide a robust framework for identifying high-performing seed sources, which is essential for the sustainable cultivation, genetic conservation, and restoration of *Laurus nobilis* in both natural and managed landscapes.

Given the species' wide ecological distribution and economic importance as a non-timber forest product, prioritizing populations with superior phenotypic performance and seedling quality traits is crucial for afforestation, cultivation, and domestication programs. Future studies integrating phenotypic data with physiological and molecular markers are recommended to more explicitly elucidate the genetic basis of population-level variation and to support provenance-based management strategies for *Laurus nobilis*.

REFERENCES

- Akyol, A., Ö.K. Özücü, E.S. Arslan, A.G. Sarıkaya, 2023: Predicting of the current and future geographical distribution of *Laurus nobilis* L. under the effects of climate change. *Environmental Monitoring and Assessment* 195 (4): 459. <https://doi.org/10.1007/s10661-023-11086-z>
- Aldhous, J.R., W.L. Mason, 1994: Nursery policy and planning. *Forest Nursery Practice*. In (Aldhous, J.R., W.L. Mason, eds.): *Forestry Commission Bulletin*. London, U.K. 111: 1–12.
- Alessi, N., C. Wellstein, F. Spada, S. Zerbe, 2021: Population structure of *Laurus nobilis* L. in Central Italian forests: evidence for its ongoing expansion. *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali* 32 (2): 365–376. <https://doi.org/10.1007/s12210-021-00981-7>
- Alessi, N., J. Těšitel, S. Zerbe, F. Spada, E. Agrillo, C. Wellstein, 2019: Ancient refugia and present-day habitat suitability of native laurophylls in Italy. *Journal of Vegetation Science* 30 (3): 564–574. <https://doi.org/10.1111/jvs.12743>
- Anzano, A., B. de Falco, L. Grauso, R. Motti, V. Lanzotti, 2022: Laurel, *Laurus nobilis* L.: A review of its botany, traditional uses, phytochemistry and pharmacology. *Phytochemistry Reviews* 2022: 1–51. <https://doi.org/10.1007/s11101-021-09791-z>
- Atar, F., 2021: Effects of altitude on some seedling quality characteristics of *Carpinus betulus* L. (Common Hornbeam) and *Carpinus orientalis* Mill. (Oriental Hornbeam). *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* 22 (2): 257–265. <https://doi.org/10.17474/artvinofd.954066>
- Atar, F., 2022: Population variability of common hornbeam (*Carpinus betulus* L.) in north-eastern part of Turkey according to the involucre morphology. *Šumarski list* 146 (11–12): 507–516. <https://doi.org/10.31298/sl.146.11-12.4>
- Atar, F., E. Atar, D. Güney, İ. Turna, 2024: Analyzing population diversity of common hornbeam (*Carpinus betulus* L.) in native habitats in Türkiye: A focus on leaf characteristics. *Austrian Journal of Forest Science* 141 (3): 173–194. <https://doi.org/10.53203/fs.2403.1>
- Atar, F., İ. Turna, 2018: Fruit and seedling diversity among sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) populations in Turkey. *Šumarski list* 142 (11–12): 611–619. <https://doi.org/10.31298/sl.142.11-12.5>
- Bernal, M., D. Verdaguer, J. Badosa, A. Abadía, J. Llusià, J. Peñuelas, L. Llorens, 2015: Effects of enhanced UV radiation and water availability on performance, biomass production and photoprotective mechanisms of *Laurus nobilis* seedlings. *Environmental and Experimental Botany* 109: 264–275. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2014.06.016>
- Bertacchi, A., A. Sani, P.E. Tomei, 2004: *La vegetazione del monte pisano*. Provincia di Pisa, Felici Editore, Pisa.
- Bilgin, F., İ. Safak, O. Kiracioglu, 2005: Determination of socio-economic aspects of sweet bay (*Laurus nobilis* L.) leaf production and profile of producers. Ministry of Environment and Forestry, Aegean Forestry Research Institute Publications.
- Bilgin, S., 2019: Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.), palamut meşesi (*Quercus ithaburensis* Decne. subsp. *macrolepis* (Kotschy) Hedge and Yalt.) ve sağıl meşe (*Quercus cerris* L.) fidanlarının fidan kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Türkiye Ormancılık Dergisi* 20(4): 297–304. <https://doi.org/10.18182/tjf.565999>
- Bolarić, S., I.D. Mueller, A. Vokurka, D.V. Čepo, M. Rušćić, S. Srećec, D. Kremer, 2021: Morphological and molecular characterization of Croatian carob tree (*Ceratonia siliqua* L.) germplasm. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 45 (6): 807–818. <https://doi.org/10.3906/tar-2107-24>
- Caudullo, G., E. Welk, J. San-Miguel-Ayanz, 2017: Chorological maps for the main European woody species. *Data in Brief* 12: 662–666. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2017.05.007>

- Ceplick, G.P., 1995: Genotypic variation and plasticity of clonal growth in relation to nutrient availability in *Amphibromus scaberrimis*. *Journal of Ecology* 83: 459–468. <https://doi.org/10.2307/2261599>
- Chmit, M., H. Kanaan, R. Makki, S. Abouraya, A. Al Bazzal, A. Chokr, 2014: Antioxidant and antitumor activities of polysaccharides and oils extracted from *Laurus* growing in Lebanon. *International Journal of Innovation and Applied Studies* 2 (6): 33–44. [https://doi.org/10.1016/S1995-7645\(14\)60288-1](https://doi.org/10.1016/S1995-7645(14)60288-1)
- Christodoulakis, N.S., C. Fasseas, 1990: Air pollution effects on the leaf structure of *Laurus nobilis*, an injury resistant species. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 44 (2): 276–281.
- Davis, A.S., D.F. Jacobs, 2005: Quantifying root system quality of nursery seedlings and relationship to outplanting performance. *New Forests* 30 (2): 295–311. <https://doi.org/10.1007/s11056-005-7480-y>
- Davis, P.H., 1982: *Flora of Turkey*, vol. 7. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- De Ryck, S., D. Reheul, J. De Riek, E. De Keyser, B. De Cauwer, 2023: Genetic and morphological variation of Belgian *Cyperus esculentus* L. clonal populations and their significance for integrated management. *Agronomy* 13 (2): 572. <https://doi.org/10.3390/agronomy13020572>
- Devi, A., T. Iqbal, I.A. Wani, G. Sharma, S. Verma, A. Noureldeen, H. Darwish, 2022: Assessment of variability among morphological and molecular characters in wild populations of mint [*Mentha longifolia* (L.) L.] germplasm. *Saudi Journal of Biological Sciences* 29 (5): 3528–3538. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2022.02.013>
- Drvodelić, D., T. Jemrić, M. Oršanić, V. Paulić, 2015: Fruits size of wild apple (*Malus sylvestris* (L.) Mill.): impact on morphological and physiological properties of seeds. *Šumarski List* 139 (3–4): 145–153.
- Durgun, M., Y. Şahin, H. Serin, 2014: Working conditions and occupational accidents of bay leaf collectors. II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, Proceedings Book, 619–623, Isparta, Turkey, 22–24 October.
- Ertan, E., 2007: Variability in leaf and fruit morphology and in fruit composition of chestnuts (*Castanea sativa* Mill.) in the Nazilli region of Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution* 54: 691–699. <https://doi.org/10.1007/s10722-006-0020-6>
- Fick, S.E., R.J. Hijmans, 2017: WorldClim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 37: 4302–4315. <https://doi.org/10.1002/joc.5086>
- Foggi, B., B. Chegia, D. Viciani, 2006: Contributo alla conoscenza della vegetazione del promontorio di piombino (Livorno—Toscana). *Parlatorea VIII*: 121–139.
- Gong, H., M. Yang, C. Wang, C. Tian, 2023: Leaf phenotypic variation and its response to environmental factors in natural populations of *Eucommia ulmoides*. *BMC Plant Biology* 23 (1): 562. <https://doi.org/10.1186/s12870-023-04583-3>
- Grossnickle, S.C., 2012: Why seedlings survive: influence of plant attributes. *New Forests* 43 (5): 711–738. <https://doi.org/10.1007/s11056-012-9336-6>
- Gül, A., A.D. Çelik, 2016: Medicinal and aromatic plants growing and foreign trade: Hatay case study. *Journal of Agricultural Faculty of Mustafa Kemal University* 21 (2): 227–235.
- Gülseven, O., S. Ayan, H.B. Özel, E.N. Yer, 2019: Farklı doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) populasyonlarına ait fidanların morfolojik ve fizyolojik karakteristikleri. *Türkiye Ormanlık Dergisi* 20 (3): 180–186. <https://doi.org/10.18182/tjf.576898>
- Güney, D., E. Hatipoğlu, F. Atar, İ. Turna, Ş. Kulaç, 2013: Changes of some morphological characteristics of oriental hornbeam (*Carpinus orientalis* Miller) seeds depending on altitude. *International Caucasian Forestry Symposium*, 24–26 Oct., Artvin, Turkey, pp. 97–102.
- Güney, D., F. Atar, E. Atar, İ. Turna, Ş. Kulaç, 2015: The effect of pre-treatments and seed collection time on the germination characteristics of common hornbeam (*Carpinus betulus*) seeds in the Eastern Black Sea Region, Turkey. *Seed Science and Technology* 43 (1): 1–9. <https://doi.org/10.15258/sst.2015.43.1.01>
- Haase, D.L. 2008: Understanding forest seedling quality: measurements and interpretation. *Tree Planters' Notes* 52 (2): 24–30.
- İbaoglu, A.K., 1998: Defne (*Laurus nobilis* L.) yaprağından izole edilen yüksek hidroskopluğa sahip pigmentlerin yaprakta “hidrosentez” yapma olasılığı. XIV. National Biology Congress, Samsun, Turkey, 7–10 September.
- Ishimwe, C., A. Deligöz, 2024: Drought effects on growth, biochemical changes and leaf gas exchange in laurel (*Laurus nobilis* L.). *Central European Forestry Journal* 70 (2): 122–132. <https://doi.org/10.2478/forj-2024-0004>
- Ivetić, V., S. Grossnickle, M. Škorić, 2016: Forecasting the field performance of Austrian pine seedlings using morphological attributes. *iForest* 10: 99–107. <https://doi.org/10.3832/for1722-009>
- Jaenicke, H., 1999: Good tree nursery practices. Practical guidelines for research nurseries. World Agroforestry Centre (ICRAF), Nairobi, Kenya.
- Kestek, D., 2012: Sapsız meşe türünde yapılan seyrilmenin fidanların bazı morfolojik kalite kriterleri üzerine etkisinin araştırılması. Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Artvin.
- Klimko, M., K. Boratyńska, J.M. Montserrat, Y. Didukh, A. Romo, D. Gómez, M. Kluza-Wieloch, K. Marcysiak, A. Boratyński, 2007: Morphological variation of *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus* (Cupressaceae) in the Mediterranean region. *Flora* 202 (2): 133–147. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2006.03.006>
- Koohdar, F., M. Sheidai, 2022: Genetic diversity and population structure in medicinal plant *Melissa officinalis* L. (Lamiaceae). *Genetic Resources and Crop Evolution* 69 (5): 1753–1758. <https://doi.org/10.1007/s10722-021-01338-7>
- Maatallah, S., M.E. Ghanem, A. Albouchi, E. Bizid, S. Lutts, 2010: A greenhouse investigation of responses to different water stress regimes of *Laurus nobilis* trees from two climatic regions. *Journal of Arid Environments* 74: 327–337. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2009.09.008>
- Manas, P., E. Castro, J. De las Heras, 2009: Quality of maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) seedlings using waste materials as nursery growing media. *New Forests* 37: 295–311. <https://doi.org/10.1007/s11056-008-9125-4>
- Marzouki, H., A. Khaldi, R. Chamli, S. Bouzid, A. Piras, D. Falconieri, B. Marongiu, 2009: Biological activity evaluation of the oils from *Laurus nobilis* of Tunisia and Algeria extracted by supercritical carbon dioxide. *Natural Product Research* 23: 230–237. <https://doi.org/10.1080/14786410801976400>
- Mazur, M., M. Zielińska, K. Boratyńska, A. Romo, M. Salva-Catarineu, K. Marcysiak, A. Boratyński, 2018: Taxonomic and geographic differentiation of *Juniperus phoenicea* agg. based on cone, seed, and needle characteristics. *Systematics and Biodiversity* 16 (5): 469–482. <https://doi.org/10.1080/14772000.2018.1439120>
- Nadeem, M.A., M. Aasim, S. Kırıcı, Ü. Karık, M.A. Nawaz, A. Yılmaz, H. Maral, K.M. Khawar, F.S. Baloch, 2018: Laurel (*Laurus nobilis* L.): A less-known medicinal plant to the world with diffusion, genomics, phenomics, and metabolomics for genetic improvement. In (Kumar, N., ed.): *Biotechnological Approaches for Medicinal and Aromatic Plants*, Springer, Singapore, pp. 631–653.
- Nawade, B., M. Yahyaa, E. Lewinsohn, M. Ibdah, 2020: Vegetative and fruit volatiles for human consumption. In: *Biology of Plant Volatiles*, CRC Press, Boca Raton, FL, USA, pp. 79–95.
- Nicotra, A.B., O.K. Atkin, S.P. Bonser, A.M. Davidson, E.J. Finnegan, U. Mathesius, P. Poot, M.D. Purugganan, C.L. Richards, F. Valladares, M. van Kleunen, 2010: Plant phenotypic plasticity in a changing climate. *Trends in Plant Science* 15: 684–692.
- Onay, Ö., 2014: Effects of catalyst on pyrolysis of laurel (*Laurus nobilis* L.) seed in a fixed bed tubular reactor. *Chemical Engineering Transactions* 37: 127–132. <https://doi.org/10.3303/CET1437022>
- Ozel, H.B., M. Ertekin, K. Tuncaner, 2010: Genetic variation in growth traits and morphological characteristics of eastern cottonwood (*Populus deltoides* Bartr.) hybrids at nursery stage. *Scientific Research and Essays* 5 (9): 962–969.
- Özel, N., E. Akkas, G. Akbin, H.H. Oner, N. Altun, N. Albayrak Akbin, 2008: Identifying of site properties of bay laurel (*Laurus nobilis* L.) area in West Anatolia. Ministry of Environment and Forest, Ege Forestry Research Institute, Technical Bulletin No: 39, İzmir.
- Paparella, A., B. Nawade, L. Shaltiel-Harpaz, M. Ibdah, 2022: A review of the botany, volatile composition, biochemical and molecular aspects, and traditional uses of *Laurus nobilis*. *Plants* 11 (9): 1209. <https://doi.org/10.3390/plants11091209>
- Pasha, P., S. Mirsar, H. Shekhany, R. Mohammad, 2019: Growth performance of bay (*Laurus nobilis* L.) under different amount, period of watering and NPK. *Tikrit Journal for Agricultural Sciences* 19 (4): 83–92. <https://doi.org/10.25130/tjas.19.4.11>

- Poljak, I., M. Idžojić, I. Šapić, P. Korijan, P. Vukelić, 2018: Diversity and structure of Croatian continental and Alpine-Dinaric populations of grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench subsp. *incana*): Isolation by distance and environment explains phenotypic divergence. *Šumarski list* 142 (1–2): 35–48. <https://doi.org/10.31298/sl.142.1-2.2>
- Poljak, I., Z. Šatović, A. Vidaković, K. Tumpa, M. Idžojić, 2024: Population variability of rosemary willow (*Salix eleagnos* Scop.) based on leaf morphometry: evidence of small and large-leaf morphotypes. *Šumarski list* 148 (5–6): 219–236. <https://doi.org/10.31298/sl.148.5-6.1>
- Poljak, I., G. Svalina, N. Vulama, M. Radočaj, K. Buzina, D. Krstonošić, 2025: Morphological and anatomical diversity of *Juniperus sabina* var. *balkanensis* in the Croatian Dinaric Mountains. *Šumarski list* 149 (11–12): 517–530. <https://doi.org/10.31298/sl.149.11-12.2>
- Rhizopoulou, S., K. Mitrakos, 1990: Water relations of evergreen sclerophylls. I. Seasonal changes in the water relations of eleven species from the same environment. *Annals of Botany* 65: 171–178. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a087921>
- Rodríguez-Sánchez, F., B. Guzmán, A. Valido, P. Vargas, J. Arroyo, 2009: Late Neogene history of the laurel tree (*Laurus* L., Lauraceae) based on phylogeographical analyses of Mediterranean and Macaronesian populations. *Journal of Biogeography* 36: 1270–1281. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2009.02091.x>
- Rodríguez-Sánchez, F., J. Arroyo, 2008: Reconstructing the demise of Tethyan plants: Climate-driven range dynamics of *Laurus* since the Pliocene. *Global Ecology and Biogeography* 17: 685–695. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2008.00410.x>
- Sękiewicz, K., M. Sękiewicz, A.K. Jasińska, K. Boratyńska, G. Iszkuto, A. Romo, A. Boratyński, 2013: Morphological diversity and structure of West Mediterranean *Abies* species. *Plant Biosystems* 147 (1): 125–134. <https://doi.org/10.1080/11263504.2012.753130>
- Sellami, I.H., W.A. Wannes, I. Bettaieb, S. Berrima, T. Chahed, B. Marzouk, F. Limam, 2011: Qualitative and quantitative changes in the essential oil of *Laurus nobilis* L. leaves as affected by different drying methods. *Food Chemistry* 126: 691–697. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.11.022>
- Semerci, A., A.D. Çelik, 2017: The place and importance of the bay laurel plant in the economy of the Hatay province. *Süleyman Demirel University Journal of the Faculty of Agriculture* 12 (2): 125–134.
- Singletary, K., 2021: Bay leaf: Potential health benefits. *Nutrition Today* 56: 202–208. <https://doi.org/10.1097/NT.0000000000000493>
- Sırken, B., C. Yavuz, A. Güler, 2018: Antibacterial activity of *Laurus nobilis*: A review of literature. *Medical Science Discoveries* 5: 374–379. <https://doi.org/10.17546/msd.482929>
- Temunović, M., Z. Šola, V. Jakšić, A. Vidaković, Z. Liber, I. Poljak, S. Bogdanović, 2024: Clarifying genetic and taxonomic relationships among *Pistacia* taxa (Anacardiaceae) in Croatia. *Acta Botanica Croatica* 83 (1): 1–13. <https://doi.org/10.37427/botcro-2024-009>
- Thompson, B.E., 1985: Seedling morphological evaluation—What you can tell by looking. In (Duryea, M.L., ed.): *Evaluating Seedling Quality: Principles, Procedures, and Predictive Abilities of Major Tests*, Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis, OR, pp. 59–71.
- TÜİK, 2019: Turkey Statistical Institute. <http://www.tuik.gov.tr/Start.do>
- 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>
- Tumpa, K., Z. Liber, Z. Šatović, J. Medak, M. Idžojić, A. Vidaković, J. Vukelić, I. Šapić, P. Nikl, I. Poljak, 2022: High level of phenotypic differentiation of common yew (*Taxus baccata* L.) populations in the north-western part of the Balkan Peninsula. *Forests* 13 (1): 78. <https://doi.org/10.3390/f13010078>
- Viciani, D., G. Moggi, 1997: Ricerche su alcuni popolamenti di rovere (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) in Toscana (Italia centrale). *Webbia* 51: 237–249. <https://doi.org/10.1080/00837792.1997.10670622>
- Vidaković, A., Z. Liber, Z. Šatović, M. Idžojić, I. Volenec, I. Zegnal, V. Pintar, M. Radunić, I. Poljak, 2021: Phenotypic diversity of almond-leaved pear (*Pyrus spinosa* Forssk.) along the eastern Adriatic coast. *Forests* 12: 1630. <https://doi.org/10.3390/f12121630>
- Vidaković, A., Z. Šatović, K. Tumpa, M. Idžojić, A. Barišić, I. Poljak, 2024: Secondary sexual dimorphism and morphological diversity in two allopatric juniper species: *Juniperus oxycedrus* and *J. deltoides*. *Acta Botanica Croatica* 83 (1): 14–25. <https://doi.org/10.37427/botcro-2024-007>
- Vidaković, A., Z. Šatović, Z. Liber, M. Jurica, I. Poljak, 2025a: Leaf morphological variability of *Pyrus spinosa* and *Crataegus monogyna* and their potential hybridization. *Acta Botanica Croatica* 84 (2): 202–210. <https://doi.org/10.37427/botcro-2025-016>
- Vidaković, A., M. Radunić, I. Poljak, 2025b: Variation in chemical composition and fruit morphometric traits of almond-leaved pear (*Pyrus spinosa* Forssk.) natural populations. *Genetic Resources and Crop Evolution* 72: 1495–1510. <https://doi.org/10.1007/s10722-024-02059-3>
- Yahyaoğlu, Z., M. Genç, 2007: Fidan standardizasyonu. Standart fidan yetiştiriminin biyolojik ve teknik esasları. SDÜ Orman Fakültesi Yayını No: 75.
- Yan, S., J. Zhao, X. Li, C. Zhao, D. Huang, Z. Hu, Y. Diao, 2023: Genetic variation and population genetic structure of *Zanthoxylum armatum* in China. *Genetic Resources and Crop Evolution* 70 (8): 2425–2437. <https://doi.org/10.1007/s10722-023-01571-2>
- Yılmaz, A., V. Ciftci, 2021: Status of laurel plant (*Laurus nobilis* L.) in Turkey. *European Journal of Science and Technology* 22: 325–330.
- Zare Hoseini, R., I. Mehregan, M. Ghanbari Jahromi, A. Mousavi, S.A. Salami, 2022: Evaluating molecular and morphological diversity of *Phlomis olivieri* Benth (Lamiaceae) populations in Iran. *Biodiversity* 23 (2): 81–95. <https://doi.org/10.1080/14888386.2022.2117736>
- Zobel, B.J., J. Talbert, 1984: *Applied Forest Tree Improvement*. John Wiley, New York.

Structural Dynamics of Atlas Cedar in the Tala Guilef Forest: A Favorable Situation that can be Improved by Controlling Anthropogenic Pressure

Yassina Amirat^{1*}, Fazia Krouchi¹, Samir Ait Said¹, Naima Belmihoub², Arezki Derridj¹

¹ Laboratory of Ecology, Biotechnology and Health (EBS), Faculty of Biological and Agronomic Sciences, Mouloud Mammeri University, Tizi-Ouzou, Algeria

² Department of Agronomic Sciences, Faculty of Biological and Agronomic Sciences, Mouloud Mammeri University, Tizi-Ouzou, Algeria

* Corresponding author: Yassina Amirat, e-mail: yassina.amirat@ummto.dz

ABSTRACT

Understanding stand structure and regeneration dynamics is essential for assessing the functioning, resilience, and conservation status of Mediterranean forest ecosystems. Atlas cedar (*Cedrus atlantica*), a keystone species of high conservation concern, has experienced significant decline across its natural range. This study examines the structural dynamics and regeneration patterns of *C. atlantica* in the Tala Guilef forest (northwestern Djurdjura, Algeria) under varying local ecological conditions and disturbance regimes. Field data were collected from 32 square stands (625 m² each), representing a range of elevations, slopes, exposures, vegetation cover classes, and stand compositions. Structural attributes were assessed using dendrometric measurements (diameter at breast height, total height, crown dimensions, basal area, and density), while regeneration was evaluated across four developmental stages. Cone production was quantified as an indicator of reproductive potential, and disturbance factors were recorded through direct field observations. The results indicate that *C. atlantica* dominates all stands and is associated with low to moderate woody species diversity. Regeneration was present across all sites, although its density varied significantly with ecological conditions. Seedlings were more abundant on north-facing slopes, whereas advanced regeneration stages were more frequent on south-facing slopes. Regeneration density peaked at higher elevations and under intermediate vegetation cover (25–50%). Cone production was widespread and did not limit regeneration. Diameter distributions consistently exhibited an inverted J-shaped structure, indicating continuous recruitment. Structural attributes such as diameter, height, and basal area were generally higher in mixed stands and at medium elevations. Grazing was identified as the dominant disturbance factor, affecting more than 80% of the surveyed stands and likely constraining regeneration success. Despite these pressures, the overall structural patterns suggest that *C. atlantica* populations in Tala Guilef maintain active dynamics and regeneration capacity. Reducing anthropogenic pressure, particularly grazing, and prioritizing the protection of stands with high regeneration potential may enhance natural regeneration processes and support sustainable forest management.

Keywords: anthropogenic disturbance, *Cedrus atlantica*, Djurdjura National Park, ecological factors, stand structure, woody species diversity

DOI:
<https://doi.org/10.31298/sl.150.7-8.4>

How to Cite:

Amirat, Y. et al., 2026: Structural Dynamics of Atlas Cedar in the Tala Guilef Forest: A Favorable Situation that can be Improved by Controlling Anthropogenic Pressure. Šumarski list 150 (7–8): 329–339, 2026. <https://doi.org/10.31298/sl.150.7-8.4>



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

INTRODUCTION

Forest structure reflects both species composition and their spatial organization within ecosystems and is a fundamental attribute for understanding forest functioning, dynamics, and management (Franklin et al. 2002, McElhinny et al. 2005, Gao et al. 2014). It is shaped by the combined influence of natural drivers, including ecological succession, fire, and climatic variability, as well as anthropogenic pressures such as grazing, logging, and land use change (Franklin et al. 2002, Bassil et al. 2018, Allen et al. 2024, Coskuner et al. 2025).

In Mediterranean ecosystems, these interacting factors strongly influence forest resilience, regeneration capacity, and long-term persistence (Quézel and Médail 2003, Navarro-Cerrillo et al. 2019).

Atlas cedar (*Cedrus atlantica* (Endl.) G.Manetti ex Carrière) is a keystone species of Mediterranean mountain forests and is currently classified as Endangered on the IUCN Red List of Threatened Species due to extensive range contraction and long-term degradation (Cheddadi 2009). Present-day cedar forests represent fragmented remnants of formerly extensive stands that have been affected by deforestation, recurrent fires, and overexploitation. Understanding their structural dynamics and regeneration processes is therefore essential for developing effective conservation and management strategies.

The Djurdjura Mountains, located in northern Algeria, fall within the natural distribution range of *C. atlantica* and include Djurdjura National Park, established in 1983 and covering approximately 18,550 hectares (JORA 1983). This protected area is of high ecological value due to its biodiversity, landscape diversity, and hydrological function linked to its karstic substratum. Despite its protected status, the forest cover remains highly fragmented, consisting of isolated patches dominated primarily by Atlas cedar and holm oak, which cover approximately 2234 ha and 3344 ha, respectively (internal DNP data).

The degradation and fragmentation of these forests highlight the need for restoration strategies aimed at stabilizing soils, reducing erosion and downstream flood risks, supporting biodiversity recovery, and enhancing carbon sequestration under changing climatic conditions (García-Ruiz and Lana-Renault 2011, Crouzeilles et al. 2016, El Mderssa et al. 2019). Reforestation programs using Atlas cedar have been implemented across the Djurdjura massif; however, their success has been uneven, with limited establishment in some areas despite favorable growth in others (Rabhi 2015). These outcomes point to the need for a better understanding of local structural dynamics and regeneration patterns.

Previous research on Atlas cedar forests has addressed individual aspects such as: phytodynamics (Mediouni and Yahi 1994), silvicultural practices (Navarro-Cerrillo et al. 2013), growth dynamics (Sarmoum et al. 2018), climate-growth relationships (Navarro-Cerrillo et al. 2019), regeneration ecology (Alileche et al. 2021), reproductive biology (Toth 1978, Derridj 1990, Krouchi et al. 2004), and in situ seed germination and seedling survival (Ezzahiri and Belghazi 2000, Addar et al. 2016). However, integrated analyses combining stand structure, regeneration stages, reproductive potential, and disturbance indicators within the natural range of the species remain limited, particularly at the local scale in the northwestern Djurdjura.

In this context, the Tala Guilef cedar forest provides a relevant case study for examining how local ecological conditions and disturbance regimes shape the dynamics of *C. atlantica* stands. A detailed assessment at this scale can provide actionable insights for both conservation and forest management.

The present study investigates the structural dynamics and regeneration processes of *C. atlantica* in the Tala Guilef forest (northwestern Djurdjura, Algeria). It specifically aims to (i) evaluate the influence of elevation, aspect, slope, canopy cover, and stand composition on stand structural attributes; (ii) analyze the spatial distribution and density of regeneration stages across ecological gradients; (iii) quantify cone production as an indicator of reproductive potential; (iv) characterize the diversity and composition of associated woody species; and (v) assess the impact of anthropogenic and natural disturbances on current forest dynamics. We hypothesize that variations in local ecological conditions and disturbance intensity significantly influence stand structure, regeneration patterns, and reproductive performance.

MATERIAL AND METHODS

Study Area and Sampling Procedure

The study was conducted in the Atlas cedar forest of Tala Guilef (northwestern Djurdjura, Algeria), which is characterized by a Mediterranean climate within the humid to per-humid bioclimatic zone (Figure 1). The geological substratum is dominated by limestone formations, including Eocene and Oligocene deposits interspersed with marls and conglomerates (Flandrin 1952).

The forest is composed of two main vegetation types: stands dominated by *Quercus ilex* L. (approximately 438 ha) and stands dominated by *C. atlantica* (over 509 ha), according to forest administration data. Mixed stands occur at the interface between these two vegetation types. To capture local variability in stand conditions, 32 square sampling plots (625 m² each) were established across the study area. In each plot, the following variables were recorded: geographic coordinates, elevation, slope, aspect, stand composition (pure vs mixed), vegetation cover, and all woody individuals.

Slope was classified according to Anbalagan (1992) as follows: gentle (15–25°), moderately steep (25–35°), steep (35–45°), and escarpment (>45°). Vegetation cover was estimated visually and categorized according to Long (1975) into three classes: very light (0–25%, R1), light (25–50%, R2), and fairly light (50–75%, R3). The dense class (75–100%, R4) was not observed in the study area. Elevation was grouped into three classes: low (<1400 m a.s.l.), medium (1400–1600 m a.s.l.), and high (>1600 m a.s.l.).

Woody Species Diversity and Abundance

All woody species present within each plot were recorded. Botanical identification was verified using the African Plant Database. Life forms were assigned according to the Raunkiaer classification system (Raunkiaer 1937). Phanerophytes were classified according to height into megaphanerophytes (over 30 m), mesophanerophytes (8–30 m), microphanerophytes (2–8 m), nanophanerophytes (under 2 m) and lianas (no height limit). Chamaephytes were defined as

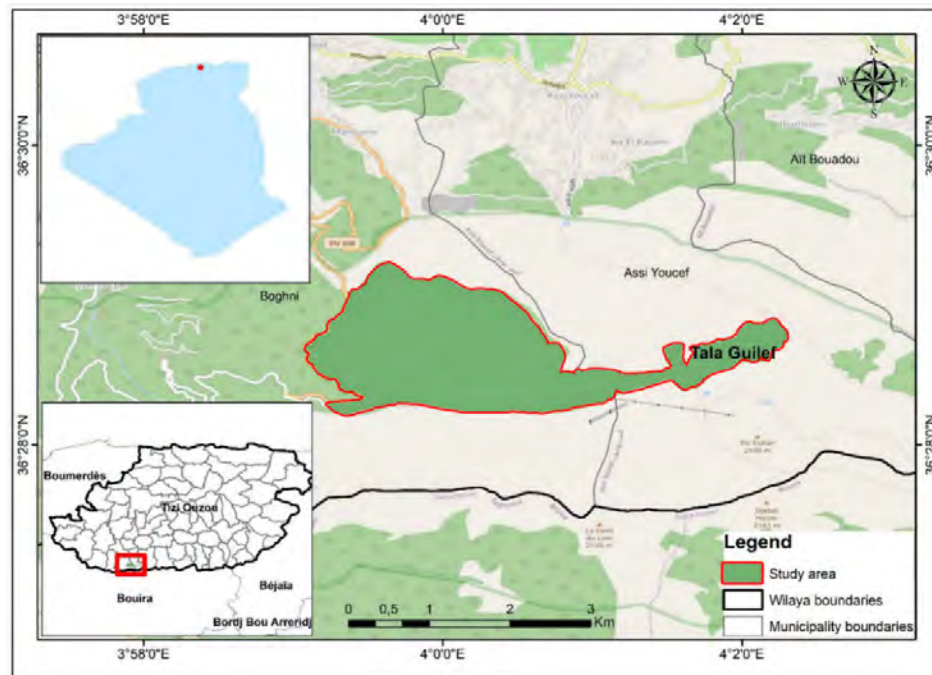


Figure 1 The location of the study area according to Davis's floristic grid system.

species with perennating buds located close to the ground surface. Species density was calculated by converting the number of individuals per plot into individuals per hectare.

Atlas Cedar Structural Attributes

Dendrometric measurements were conducted on adult *C. atlantica* individuals in each stand. Total height and crown height were measured using a Vertex IV dendrometer, while stem diameter at breast height (DBH) was recorded at 1.3 m above ground using a forestry caliper. Crown diameter was measured using a dendrometric tape and calculated as the mean of two perpendicular crown projections taken at ground level. Crown height was defined as the vertical distance between the first living branch and the apex of the tree.

Basal area and density were calculated exclusively for adult *C. atlantica* at the stand level and then expressed per hectare. For each individual, basal area was calculated using the formula . The total basal area of each stand was obtained by summing individual values and converting the result to m²/ha. Stem density corresponded to the number of adult individuals per stand and was expressed as individuals per hectare.

Atlas Cedar Classes of Regeneration

Regeneration of *C. atlantica* was classified into four size classes based on height and diameter thresholds: seedlings ($h < 50$ cm), short saplings ($50 \text{ cm} \leq h < 130$ cm), tall saplings ($h \geq 130$ cm and $\text{DBH} < 5$ cm), and juveniles ($5 \text{ cm} \leq \text{DBH} < 10$ cm), according to Dobrowolska and Veblen (2008) and Navarro-Cerrillo et al. (2013). Seedlings and short saplings were considered early regeneration stages, whereas tall saplings and juveniles represented advanced stages.

Indicators of Atlas Cedar Fertility

Cone production was used as an indicator of reproductive potential and was assessed during the summer period

(August–September), when cones are most visible in the canopy. Cones were counted visually from the ground for each mature *C. atlantica* tree within each stand. To reduce underestimation due to crown overlap, each tree was observed from multiple angles by moving around the trunk. The number of cones per tree was then aggregated at the stand level.

Indicators of Disturbance

Indicators of anthropogenic and natural disturbances were systematically recorded in each stand. These included: grazing, identified through the presence of animal droppings and browsing marks; waste left by visitors; signs of logging such as cut stumps or branches; evidence of fire, including charred wood or burnt vegetation; and erosion, indicated by visible soil loss or exposed roots. Each disturbance type was assessed through direct field observation and recorded as present or absent. The frequency of each disturbance was calculated as the percentage of the 32 stands in which the corresponding indicator was observed.

Data Processing and Statistical Analyses

Statistical analyses were performed using R software (version 4.4.1), and graphical representations were produced using Excel 2019. Species diversity was evaluated using species richness, the Shannon index, and Pielou's equitability index, calculated with the *vegan* package in R. The distribution of Atlas cedar trees by classes of structural attributes was examined. The diameter structure of *C. atlantica* was analyzed using histograms in which individuals were grouped into 18 classes, including regeneration classes (A–D) corresponding to seedlings, short saplings, tall saplings, and juveniles, and adult classes. Adult trees with $\text{DBH} \leq 140$ cm were partitioned into 10 cm intervals (classes E–Q), while individuals with DBH greater than 140 cm were grouped into a single class (R), following Navarro-Cerrillo et al. (2013).

Variation in structural attributes of adult *C. atlantica* across stand factors was tested using one-way analysis of variance (ANOVA), followed by Tukey's post hoc test at a significance level of $p < 0.05$ when significant differences were detected. The occurrence and density of regeneration classes were analyzed using chi-square (χ^2) tests to assess their dependence on ecological factors. A principal component analysis (PCA) was performed using six standardized quantitative variables, namely diameter at breast height, total height, crown height, crown diameter, basal area, and density, in order to summarize the relationships among structural attributes. Ecological variables, including elevation, slope, aspect, stand composition, and vegetation cover, were included as supplementary qualitative variables to facilitate the interpretation of the PCA axes.

RESULTS

Woody Species Diversity

Across the 32 stands investigated, a total of 27 woody species belonging to 21 genera and 17 families were recorded (Table 1). Rosaceae was the most represented family, accounting for 25% of the total, followed by Aceraceae and

Fagaceae, each contributing 9.4%. Fabaceae, Cupressaceae, Thymelaeaceae, and Rhamnaceae each represented 6.3%, while the remaining families each accounted for 3.1%. The most abundant woody species were *C. atlantica* and *Quercus ilex*, occurring in 100% and 70% of the stands, respectively.

Species richness ranged from 2 to 13 species per stand. Among the 32 stands, only three contained more than 10 species, fifteen included between 5 and 10 species, and the remaining stands contained fewer than five species. The stand with the highest species richness, including species such as *Prunus avium* (L.) L., *Quercus canariensis* Willd., and *Acer obtusatum* Waldst. et Kit. ex Willd., corresponded to a remnant portion of the original forest with relatively higher woody species diversity.

The Shannon diversity index ranged from 0.05 to 1.99 across stands. These low values reflect the strong dominance of *C. atlantica*, which constitutes the main structural species of this forest type, while other woody species form a secondary floristic assemblage. Pielou's equitability index was consistently low (< 0.25), confirming the limited evenness of species distribution and the dominance of a single species within the stands.

Table 1 Woody species recorded in Atlas cedar stands of the Tala Guilef Forest.

Families	Genera	Species	Biological life form (Raunkiaer 1937)
Sapindaceae	<i>Acer</i>	<i>Acer monspessulanum</i>	Mesophanerophyte
		<i>Acer obtusatum</i>	Mesophanerophyte
Fabaceae	<i>Cytisus</i>	<i>Cytisus triflorus</i>	Nanophanerophyte
	<i>Genista</i>	<i>Genista tricuspidata</i>	Nanophanerophyte
	<i>Calicotome</i>	<i>Calicotome spinosa</i>	Nanophanerophyte
Rosaceae	<i>Crataegus</i>	<i>Crataegus laciniata</i>	Microphanerophyte
		<i>Crataegus monogyna</i>	Microphanerophyte
	<i>Prunus</i>	<i>Prunus avium</i>	Mesophanerophyte
		<i>Prunus prostrata</i>	Chamaephyte
	<i>Rosa</i>	<i>Rosa canina</i>	Nanophanerophyte
		<i>Rosa sicula</i>	Nanophanerophyte
	<i>Rubus</i>	<i>Rubus ulmifolius</i>	Nanophanerophyte
Berberidaceae	<i>Berberis</i>	<i>Berberis hispanica</i>	Nanophanerophyte
Thymelaeaceae	<i>Daphne</i>	<i>Daphne gnidium</i>	Nanophanerophyte
		<i>Daphne laureola</i>	Nanophanerophyte
Araliaceae	<i>Hedera</i>	<i>Hedera helix</i>	Liana
Aquifoliaceae	<i>Ilex</i>	<i>Ilex aquifolium</i>	Mesophanerophyte
Cupressaceae	<i>Juniperus</i>	<i>Juniperus oxycedrus</i>	Microphanerophyte
Pinaceae	<i>Cedrus</i>	<i>Cedrus atlantica</i>	Megaphanerophyte
Rhamnaceae	<i>Rhamnus</i>	<i>Rhamnus alaternus</i>	Microphanerophyte
Betulaceae	<i>Alnus</i>	<i>Alnus glutinosa</i>	Mesophanerophyte
Taxaceae	<i>Taxus</i>	<i>Taxus baccata</i>	Mesophanerophyte
Caprifoliaceae	<i>Lonicera</i>	<i>Lonicera etrusca</i>	Liana
Fagaceae	<i>Quercus</i>	<i>Quercus ilex</i>	Mesophanerophyte
		<i>Quercus canariensis</i>	Mesophanerophyte
Salicaceae	<i>Salix</i>	<i>Salix pedicellata</i>	Microphanerophyte
Ulmaceae	<i>Ulmus</i>	<i>Ulmus minor</i>	Mesophanerophyte

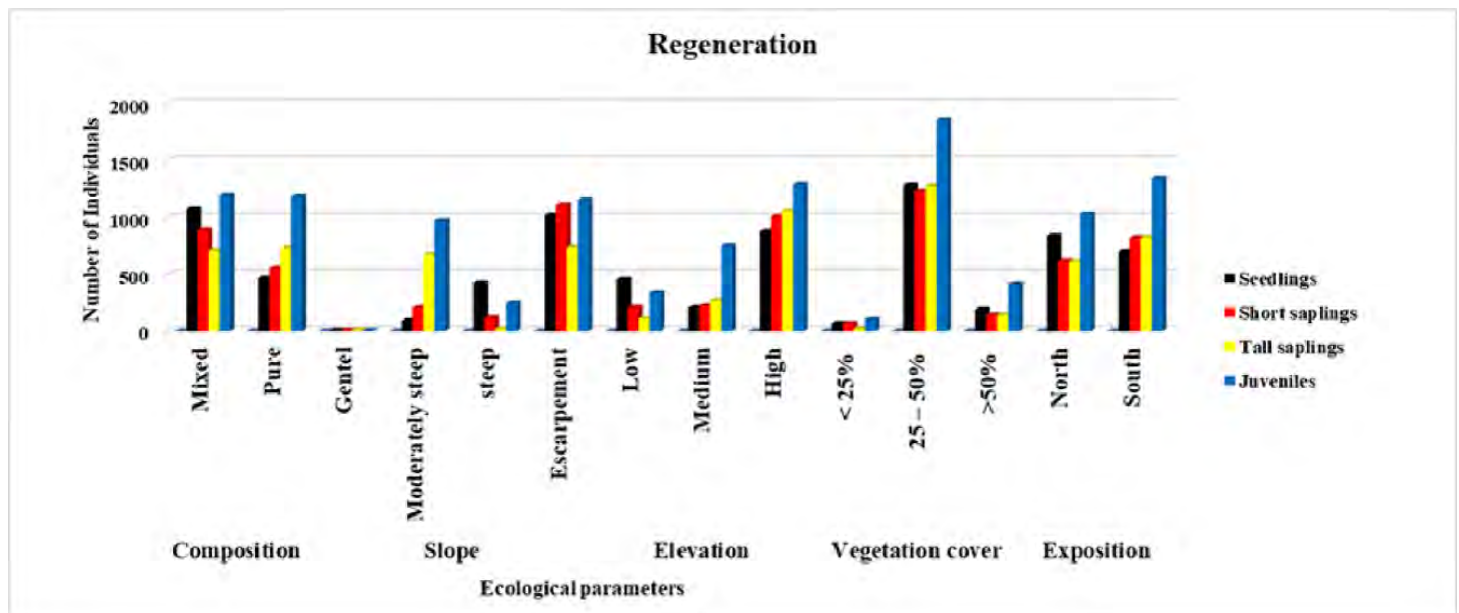


Figure 2 Atlas cedar regeneration classes according to stand ecological parameters: slope classes [gentle (15-25°), moderately steep (25-35°), steep (35-45°), and escarpment (>45°)], vegetation cover classes [R1: very light (0-25%), R2: light (25-50%), and R3: fairly light (50-75%)], and elevation classes [low (<1400 m a.s.l.), medium (1400-1600 m a.s.l.), and high (>1600 m a.s.l.)].

Stands with low species richness were observed across a wide range of environmental conditions, including both high and low elevations, pure and mixed stands, and moderately steep to escarpment slopes. Regarding biological life forms, only one species was classified as megaphanerophyte, nine as mesophanerophytes, five as microphanerophytes, nine as nanophanerophytes, two as lianas, and one as chamaephyte. At low elevations and on northern exposures, *C. atlantica* was the only species occupying the upper canopy layer in pure stands, whereas in mixed stands, *Quercus ilex* and *Acer monspessulanum* L. also contributed to this layer.

Atlas Cedar Regeneration

The presence or absence of regeneration classes was not significantly affected by stand factors, as indicated by the chi-square test ($p > 0.05$). In contrast, regeneration density showed significant dependence on ecological factors, including slope, stand composition, vegetation cover, elevation, and exposure ($p < 0.05$).

Regeneration density varied markedly with local ecological conditions (Figure 2). Slope exerted a strong influence on regeneration structure, with very high densities of early stages (seedlings and short saplings) observed on

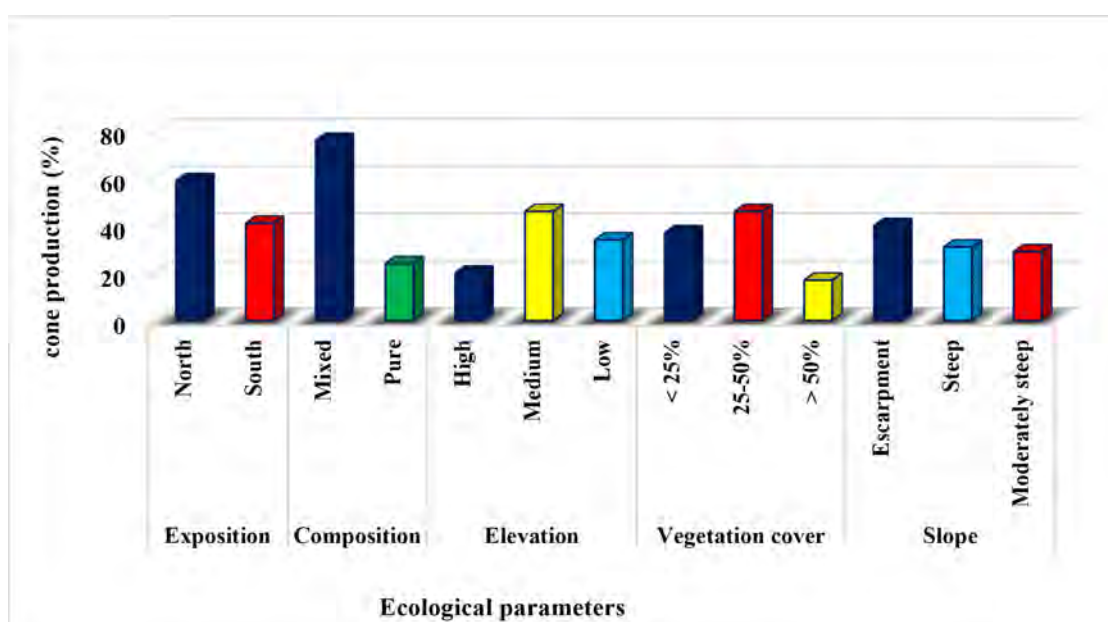


Figure 3 Contribution of stand modalities to total cone production (%): slope classes [gentle (15-25°), moderately steep (25-35°), steep (35-45°), and escarpment (>45°)], vegetation cover classes [R1: very light (0-25%), R2: light (25-50%), and R3: fairly light (50-75%)], and elevation classes [low (<1400 m a.s.l.), medium (1400-1600 m a.s.l.), and high (>1600 m a.s.l.)].

Table 2 Structural characteristics of the sampling stands in the Tala Guilef Forest according to composition, elevation, exposure, slope and vegetation cover. Values are means $\pm$ SE. Statistical differences among the categories of each studied factor were tested using one-way ANOVA and are indicated as follows: ns = non-significant, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$.

	Modalities	DBH	Total height	Crown height	Crown diameter	Basal area	Density
Exposure	North	47.29 $\pm$ 2.80 b ***	14.94 $\pm$ 0.32 a *	11.36 $\pm$ 0.28 a ns	9.01 $\pm$ 0.21 a ***	5.66 $\pm$ 0.73 a ns	369 $\pm$ 61.20 a ns
	South	57.52 $\pm$ 2.47 a ***	13.77 $\pm$ 0.36 b *	11.19 $\pm$ 0.29 a ns	7.05 $\pm$ 0.23 b ***	6.72 $\pm$ 0.80 ns	363 $\pm$ 61.44 a ns
Composition	Pure	45.85 $\pm$ 2.13 a ***	14.30 $\pm$ 0.28 a ns	11.16 $\pm$ 0.25 a ns	7.92 $\pm$ 0.18 a *	4.58 $\pm$ 0.52 b *	441 $\pm$ 62.95 a ***
	Mixed	68.18 $\pm$ 3.51 b ***	14.74 $\pm$ 0.48 a ns	11.63 $\pm$ 0.41 a ns	8.71 $\pm$ 0.30 b *	10.37 $\pm$ 1.40 a *	258 $\pm$ 50.49 b ***
Elevation	Low	49.80 $\pm$ 4.21 ab **	11.29 $\pm$ 0.39 c ***	9.92 $\pm$ 0.41 b ***	7.02 $\pm$ 0.35 b ***	4.72 $\pm$ 0.81 b ***	250 $\pm$ 70.18 a ns
	Medium	56.90 $\pm$ 2.46 a **	16.23 $\pm$ 0.33 a ***	12.69 $\pm$ 0.27 a ***	8.90 $\pm$ 0.21 a ***	7.92 $\pm$ 0.88 a ***	380 $\pm$ 61.51 a ns
	High	42.31 $\pm$ 3.65 b **	12.79 $\pm$ 0.46 b ***	9.22 $\pm$ 0.40 b ***	7.28 $\pm$ 0.30 b ***	3.27 $\pm$ 0.66 b ***	481 $\pm$ 113.41 a ns
Slope	Gentle	33.08 $\pm$ 13.94 b ***	9.27 $\pm$ 1.78 c ***	8.45 $\pm$ 1.56 b ***	6.53 $\pm$ 1.17 b ***	0.28 $\pm$ 0.07 b ***	40 $\pm$ 55.65 a ns
	Moderately steep	41.27 $\pm$ 3.38 ab ***	12.25 $\pm$ 0.43 b ***	10.10 $\pm$ 0.38 ab ***	6.41 $\pm$ 0.28 b ***	2.63 $\pm$ 0.38 b ***	354 $\pm$ 80.35 a ns
	Steep	65.23 $\pm$ 4.79 a ***	12.94 $\pm$ 0.61 b ***	9.56 $\pm$ 0.54 b ***	8.20 $\pm$ 0.40 ab ***	12.65 $\pm$ 2.31 a ***	296 $\pm$ 81.42 a ns
	Escarpment	54.53 $\pm$ 2.50 ab ***	16.14 $\pm$ 0.32 a ***	12.47 $\pm$ 0.30 a ***	9.09 $\pm$ 0.21 a ***	6.48 $\pm$ 0.72 a b ***	417 $\pm$ 68.32 a ns
Vegetation cover	<25%	46.47 $\pm$ 4.21 a ns	11.34 $\pm$ 0.40 a ***	10.07 $\pm$ 0.47 a ***	6.08 $\pm$ 0.34 c ***	2.59 $\pm$ 0.40 b **	171 $\pm$ 63.06 ab *
	25–50%	50.34 $\pm$ 2.70 a ns	13.57 $\pm$ 0.33 b ***	10.39 $\pm$ 0.30 b ***	7.65 $\pm$ 0.22 b ***	6.08 $\pm$ 0.78 a **	423 $\pm$ 59.21 a *
	>50%	56.92 $\pm$ 3.15 a ns	17.29 $\pm$ 0.52 a ***	13.18 $\pm$ 0.35 b ***	9.95 $\pm$ 0.30 a ***	8.20 $\pm$ 1.13 a **	419 $\pm$ 88.56 a *

escarpments, whereas advanced stages were more frequent on moderately steep slopes. In contrast, regeneration density across all classes remained very low on gentle slopes.

Stand composition also influenced regeneration density, which was generally higher in mixed stands than in pure stands. This difference was less pronounced for tall saplings, which were more evenly distributed between stand types. Exposure significantly affected regeneration patterns, with higher densities on southern exposures for juveniles (1624 vs 757 stems/ha), tall saplings (1056 vs 388 stems/ha), and short saplings (820 vs 626 stems/ha). In contrast, seedling density was higher on northern exposures, reaching 870 stems/ha compared to 676 stems/ha on southern slopes.

Along the elevational gradient, both early and advanced regeneration stages reached their highest densities at high elevations, while densities remained lower at low and medium elevations (Figure 2). It is important to note that this pattern applies only to regeneration and should not be confused with adult *C. atlantica* density, which did not vary significantly with elevation (Table 2).

Vegetation cover also influenced regeneration structure. Stands with low canopy cover (<25%) exhibited low densities across all regeneration classes. In contrast, stands with intermediate canopy cover (25–50%) showed the highest regeneration densities, with juveniles predominating (1729

stems/ha). Stands with higher canopy cover (50–75%) displayed low to moderate regeneration densities.

Cone Production

The total number of cones recorded on mature Atlas cedar trees, used as an indicator of fertility and regeneration potential, reached 15,260 across 32 stands (Figure 3). A total of 72% of the stands contributed to this production. Higher cone production (Figure 3) was observed in mixed stands (76%), at medium elevations (46%), on north-facing slopes (59%), under intermediate forest cover (25–50%), and on escarpments (40%).

Atlas Cedar Stand Structure and Dendrometric Attributes Diameter Distribution

The distribution of Atlas cedar stems by diameter at breast height (DBH) exhibited a reverse J-shaped structure across all ecological stand factors, indicating a strong dominance of small-diameter classes (Figure 4). Regardless of stand orientation, composition, slope, or elevation, the 10–20 cm class was consistently the most represented. Trees with a diameter greater than 140 cm at breast height (DBH) were recorded across most slope and elevation classes, in both orientations and in both pure and mixed stands. However, they were more frequently observed in mixed stands, on south-facing slopes, on escarpments, and at medium elevations. In contrast, intermediate large-diameter classes (120–140 cm) were either absent or present in small numbers

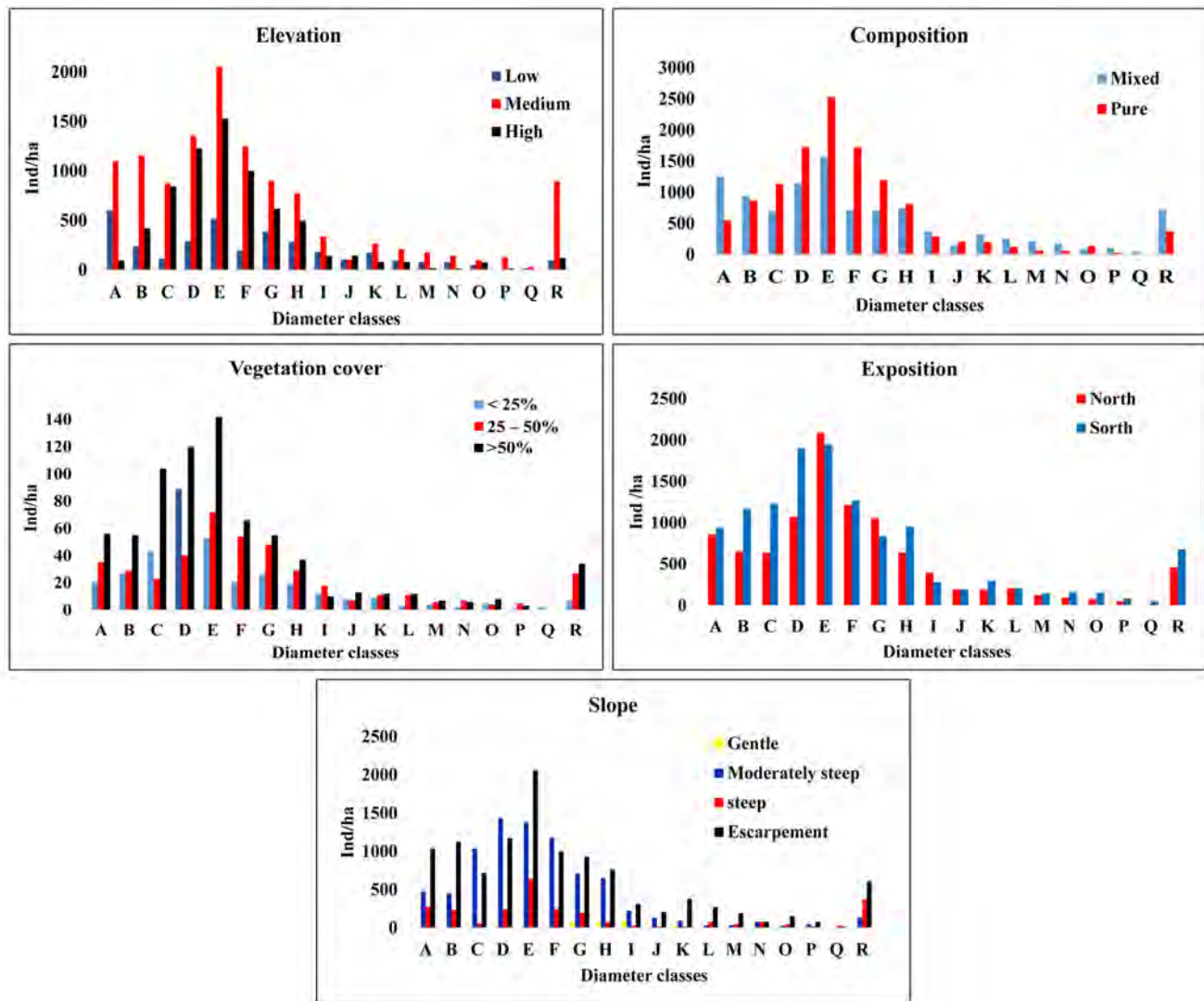


Figure 4 Diameter class distribution according to stand ecological parameters: A–D represent regeneration stages [A = seedlings ($h < 50$ cm), B = short saplings ($50 \text{ cm} \leq h < 130$ cm and $\text{dbh} < 5$ cm), C = tall saplings ($h \geq 130$ cm and $\text{dbh} < 5$ cm), D = juveniles ($5 \text{ cm} < \text{dbh} < 10$ cm)], and E–Q represent mature trees grouped into 10 cm dbh classes, while R corresponds to trees with $\text{dbh} > 140$ cm.

under low and high elevation conditions and on gentle slopes. Overall, the diameter structure remained heterogeneous in response to local ecological parameters while maintaining a consistent inverted J-shaped curve, indicating continuous recruitment of young individuals across a wide range of environmental conditions (Figure 4).

Basal Area and Density

The mean basal area was $6.14 \text{ m}^2/\text{ha}$ (Table 2). This parameter did not vary significantly between north- and south-facing stands but was higher in mixed stands ($10.37 \text{ m}^2/\text{ha}$) than in pure stands ($4.58 \text{ m}^2/\text{ha}$). It was also higher at medium elevations ($7.92 \text{ m}^2/\text{ha}$) than at low and high elevations, forming a single homogeneous group (3.27 – $4.72 \text{ m}^2/\text{ha}$). Regarding slope, basal area was highest on steep slopes ($12.65 \text{ m}^2/\text{ha}$), intermediate on escarpments ($6.48 \text{ m}^2/\text{ha}$), and lowest on moderately steep slopes ($2.63 \text{ m}^2/\text{ha}$). This variable was significantly lower in stands with vegetation cover below 25% ($2.59 \text{ m}^2/\text{ha}$) compared to those with vegetation cover above 25% (6.08 – $8.20 \text{ m}^2/\text{ha}$).

The density of Atlas cedar trees averaged 367 individuals per hectare. This parameter did not differ significantly between north- and south-facing stands but was higher in pure stands than in mixed stands (Table 2). Density did not vary significantly with elevation (Table 2), although the highest mean value was recorded at high elevations. It was lowest on gentle slopes (40 individuals/ha) compared to the other slope classes (296–417 individuals/ha). It was also higher in stands with vegetation cover between 25 and 50% and above, compared to stands with vegetation cover below 25%.

Tree Dimensions

Diameter at breast height averaged 51.85 cm and varied significantly across most modalities of the stand factors (Table 2). Mean values were higher on southern exposures (57.52 cm) than on northern ones (47.29 cm), in mixed stands (68.18 cm) compared to pure stands (45.85 cm), at medium elevations compared to high elevations (56.90 cm and 42.31 cm, respectively), and on steep slopes (65.23 cm) compared to gentle slopes (33.08 cm). This structural attribute did not vary significantly with vegetation cover classes.

The overall mean total height of Atlas cedar was 14.42 m. Apart from stand composition, all other stand factors had significant effect on this variable (Table 2). Mean values were higher on northern exposures (14.94 m) than on southern ones (13.77 m). Total height was also higher at medium elevations compared to low and high elevations, which formed distinct groups, with a maximum difference of nearly 5 m between medium and low elevations and 3 m between medium and high elevations. Heights were highest on escarpments (16.14 m) compared to steep and moderately steep slopes (Table 2), and lowest on gentle slopes (9.27 m). Total height also differed between stands with vegetation cover above 50% and those with lower cover.

Crown height averaged 11.28 m. It did not vary significantly with stand exposure or stand composition (Table 2). However, it varied significantly with elevation, with the mean value at medium elevation (12.69 m) differing from those at high and low elevations, which formed a single group (9.22–9.92 m). It also varied significantly with slope (Table 2), with higher values on escarpments (12.47 m) compared to gentle, steep and moderately steep slopes (respectively 8.45, 9.56 and 10.10 m), and with vegetation cover, with stands above 50% cover (13.18 m) differing from those with lower cover (10.07–10.39 m).

Crown diameter averaged 8.13 m and varied significantly across all ecological stand factors (Table 2). It was larger on northern exposures (9.01 m) than on southern ones (7.05 m), in mixed stands compared to pure stands, at medium elevations (8.90 m) compared to low and high elevations (7.02–7.28 m), on escarpments (9.09 m) compared to moderately steep and gentle slopes (6.41–6.53 m), and in stands with vegetation cover above 50% (9.95 m) compared to lower cover classes.

Principal component analysis (PCA) showed that the first two axes explained 71.4% of the total variance, with Axis 1 accounting for 46.91% and Axis 2 for 24.47% (Figures 5A and 5B). Axis 1 was positively correlated with total height, crown height, crown diameter, and diameter at breast height, reflecting variation in stand structural development. Axis 2 was mainly associated with basal area and stem density, representing a gradient in stand density and spatial occupation. The first two PCA axes therefore provided a reliable summary of the main structural variability among the studied stands (Figure 5B). The analysis of supplementary ecological variables indicated that vegetation cover, slope, and, to a lesser extent, elevation contributed most to the ecological interpretation of the axes, whereas aspect and stand composition showed lower discriminatory power.

Projection of these variables suggested that higher elevation, greater vegetation cover, and steeper slopes were associated with more developed stands, whereas lower elevation, lower vegetation cover, and gentler slopes were associated with less developed stands. Exposure and stand composition showed limited differentiation on the factorial plane (Figure 5A).

Disturbance Indicators

Grazing was identified as the most widespread disturbance, affecting 84.38% of the stands and likely compromising natural regeneration. Waste was observed in 71.88% of the stands. Traces of logging and past fire events, of both human and natural origin (including lightning), were recorded in 37.5% and 34.32% of the stands, respectively. Signs of erosion were observed in 3.13% of the stands.

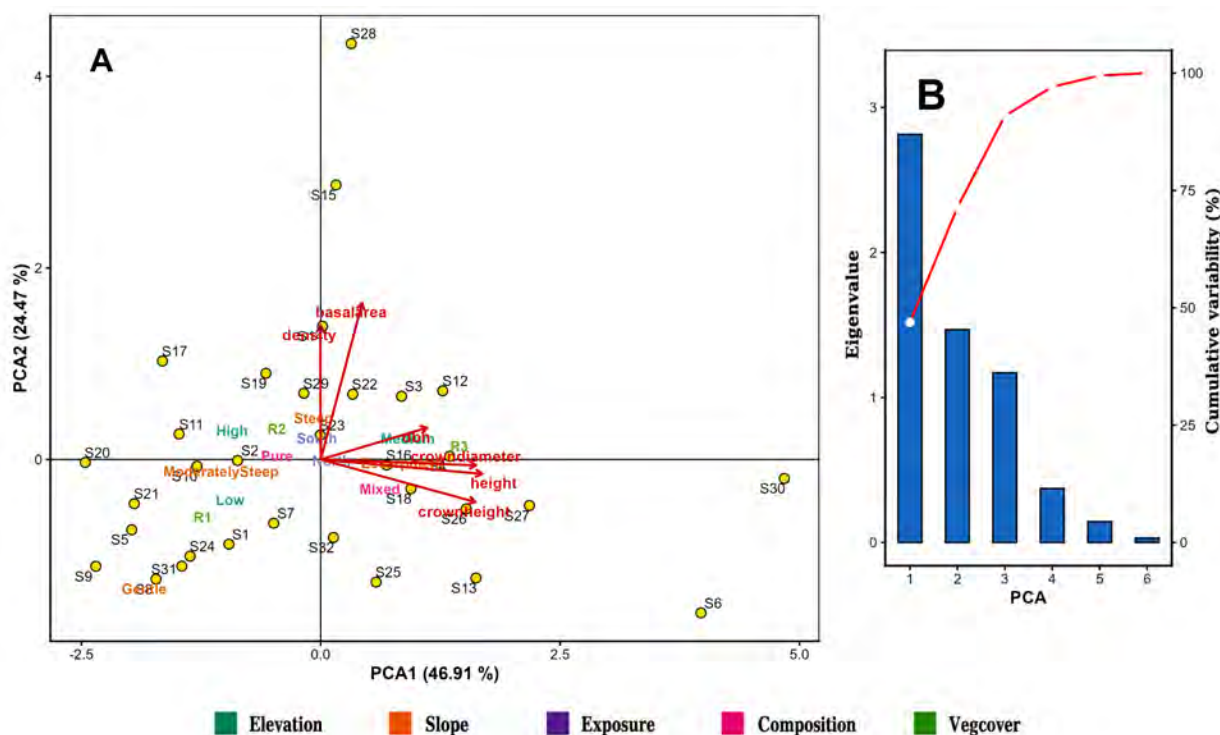


Figure 5 PCA triplot showing the first two principal component axes for the structural attributes of Atlas cedar stands, supplementary ecological factors, and stands (A); eigenvalues of the six principal components with cumulative explained variance (B).

DISCUSSION

The woody species composition of the Atlas cedar forest of Tala Guilef is typical of *C. atlantica* forests (Quézel 1965, Médail and Quézel 1997, Yahi 2007). Diversity indices showed that Atlas cedar was the most widespread species across all stands, followed by holm oak. Other woody species, such as *Acer obtusatum*, *Quercus canariensis*, and *Prunus avium*, were found in very few stands and were comparatively less abundant than in the Atlas cedar forest of Ait-Ouabane (north-eastern Djurdjura). Lapie (1909) described this forest as a relic mosaic forest.

In the Tala Guilef forest, Atlas cedar showed active regeneration, as evidenced by consistent cone production and the presence of the four regeneration classes. Good fertility of Atlas cedar has previously been documented in the same forest (Derridj 1990, Krouchi 2010, Krouchi et al. 2004) and in other Atlas cedar forests, including introduction areas in France (Toth 1980), where consistent numbers of seeds per cone were reported. Local ecological factors influenced cone production (Figure 3). These factors affected regeneration dynamics by influencing density rather than presence or absence, highlighting spatial heterogeneity in recruitment success (Figure 2).

Topography appears to play a key role in regeneration dynamics. Terrain configuration influences the establishment and persistence of regeneration (Shevchenko and Geraskina 2023), with greater efficiency observed on sloping terrain. This is consistent with our results (Figure 2), which showed high regeneration density on escarpments at early stages (seedlings and short saplings) and on moderately steep slopes at advanced stages (tall saplings and juveniles). Similar effects of slope have been reported in the Aures Mountains (Nedjahi 1993), where regeneration of Atlas cedar was shown to be confined to steep, less dense, and less accessible areas, suggesting greater resource availability (Quézel and Médail 2003). However, Arar et al. (2020) reported that slopes exceeding 40% increase erosion and the export of seeds and litter, thereby degrading soils and limiting regeneration. This may explain why advanced stages are more prevalent on moderately steep slopes.

In the Tala Guilef forest, low vegetation cover (less than 25%) increases accessibility and susceptibility to disturbance. As noted by Mhirit (2006), very sparse forest cover can lead to increased temperatures and seedling desiccation. Conversely, steep slopes may act as natural barriers that promote Atlas cedar regeneration.

Exposure modulates environmental conditions, particularly light and temperature (Toth 1978). Cooler conditions on northern exposures may explain the higher abundance of seedlings, as more humid conditions favor germination and early survival.

Atlas cedar regeneration has been reported both in canopy gaps, where light and soil conditions are favorable (Barbero and Quézel 1989, Yahi 2007, Alileche et al. 2021), and along forest edges, where the species can progressively establish (Lepoutre 1964). The establishment and success of regeneration may also be facilitated by nurse plants such as *Juniperus communis* L., which promote regeneration in the Djurdjura Atlas cedar forests (Barbero and Quézel 1989, Yahi 2007, Meddour et al. 2019). Similarly, holm oak plays a comparable role in mixed stands of the Aures Atlas cedar (Belhouchet et al. 2024).

Atlas cedar stand dynamics, including regeneration, are also influenced by management practices, grazing, fire, and climate change (Navarro-Cerrillo et al. 2013). Signs of anthropogenic disturbance were observed in most of the investigated stands.

Grazing appears to be the main limiting factor for regeneration. In the studied stands, signs of intense browsing by cattle were observed on young Atlas cedar and maple individuals, with livestock remaining in the area year-round without supervision. The fencing of a perimeter in the Tala Guilef Atlas cedar forest in 1979, at an elevation of 1500 m, resulted in successful recruitment of the species, reaching densities of up to 4000 individuals/ha (Messaoudene, personal communication). This density falls within the range reported by Messaoudene et al. (2013) for several Atlas cedar forests in Algeria (2500 to 5400 individuals/ha at 30 and 10 years, respectively).

In the Chrea Atlas cedar forest, Addar et al. (2016) reported seedling survival rates of 54–76% in stands protected from grazing, compared to 9–21% in grazed stands. Furthermore, recruitment within stands and expansion into adjacent open areas may increase under controlled anthropogenic pressure. Active recruitment was observed around remnant mother trees at 2100 m on the Haizer plateau in the Tala Guilef forest, corresponding to the upper altitudinal limit of the species in this area.

Frequent fires represent a major driver of forest cover loss in Djurdjura. Messaoudene et al. (2013) reported that more than 800 hectares of Atlas cedar were destroyed by fires in the Tikjda forest between 1958 and 2012. A diachronic analysis over 37 years revealed that 24% of the forest's initial area was lost (Dib et al. 2023).

Despite its designation as a National Park in 1983, the Djurdjura Mountains continue to experience multiple forms of human pressure, including overgrazing, illegal logging, recurring fires, and increasing tourism pressure. These constraints are consistent with those reported in other Atlas cedar forests in Algeria (Derridj 1990, Addar et al. 2016, Kherchouche et al. 2021). Logging for construction was historically common in the region, as reflected in local place names (e.g. Lainser Inejaren), which refer to traditional cedar wood harvesting practices.

Atlas cedar forests are also affected by climatic constraints. Kherchouche et al. (2021) reported a significant reduction in the distribution area of Atlas cedar due to drought-induced mortality. Derridj (1990) noted that summer drought limits seedling establishment. Since 1980, drought events have been shown to reduce radial growth and increase the sensitivity of Atlas cedar (Linares et al. 2011, Rabhi et al. 2014).

The diameter distribution exhibited an inverted J-shaped structure, indicating active recruitment, with a strong representation of the 10–20 cm class across different ecological conditions. The coexistence of mature and young individuals has also been reported in other Atlas cedar forests in Djurdjura (Meddour 1995; Yahi et al. 2004). However, in Tikjda, the dominance of large stems has been attributed to the absence of silvicultural management (Rabhi et al. 2016), a practice not currently implemented in the management plans of Algerian national parks.

Adult *C. atlantica* density did not exhibit significant variation among classes of stand elevation, as shown in Table 2, although the highest mean value was recorded at high elevations (Figure 2), suggesting that these stands may currently offer more favorable conditions for recruitment. Density was also higher on escarpments (Table 2); these slopes are less dense and more difficult to access, which may allow greater resource availability (Quézel and Médail 2003). The mean density recorded across the 32 stands in the Tala Guilef forest (367 stems/ha) exceeds the values reported by Rabhi et al. (2014) for other Djurdjura Atlas cedar forests (53–78 stems/ha, depending on the forest), as well as those reported by Taleb et al. (2016) for Theniet El Had (169 stems/ha). However, it remains lower than the value reported by Sarmoum et al. (2018) for the Theniet El Had Atlas cedar forest (941 stems/ha).

Basal area also varied considerably among stands, with maximum values observed in mixed stands at medium elevations. The mean value (6.14 m²/ha) is lower than those reported for mixed stands in Theniet El Had, namely 33.46 m²/ha (Taleb et al. 2016) and 14.13 m²/ha (Sarmoum et al. 2018).

The highest mean values of diameter and height were recorded in mixed stands at medium elevations, although these attributes did not respond similarly to other ecological factors (Table 2). Diameter at breast height was higher on south-facing slopes, whereas total height and crown diameter were greater on north-facing slopes (Table 2). Although north-facing slopes are generally more humid and less stressful environments (Navarro et al. 2013, Sarmoum et al. 2019), the higher diameter values observed on south-facing slopes may be explained by site-specific conditions, including stand density, age structure, competition, and disturbance history, rather than by a general ecological pattern. The mean total height (14.42 m) and diameter (51.85 cm) recorded in the Tala Guilef forest are comparable to those reported by Sarmoum et al. (2018) for pure stands in Theniet El Had Forest (14.9 m and 50 cm, respectively), but slightly higher than those reported for mixed stands (11.7 m and 37.5 cm, respectively). Rabhi et al. (2016) reported a higher mean height of 25.95 m for Atlas cedar in the Tikjda forest, likely reflecting older stand age.

According to Quézel and Médail (2003), topography influences tree morphology, while high stand density and crown overlap may intensify competition (Wang et al. 2020). The mean crown height of Atlas cedar in the Tala Guilef Forest (11.28 m) is similar to that reported by Taleb et al. (2016) for the same species in Theniet El Had forest (11.82 m).

The current structure of Atlas cedar forests reflects both past and ongoing human activities, while climate change and natural disturbances also play a significant role in shaping their dynamics (Cheddadi 2009, Bouahmed et al. 2019).

Overall, the concordance between structural attributes, the inverted J-shaped diameter distribution (Figure 4), and cone production (Figure 3) suggests good viability of the Atlas cedar population despite the constraints imposed by anthropogenic and climatic factors. Reducing anthropogenic pressure, identified as the most widespread disturbance across the 32 study sites, is essential to promote

natural regeneration. Protective measures implemented in the Tala Guilef and Chrea forests have yielded satisfactory results, with significantly higher recruitment and survival rates. From a management perspective, the installation of temporary fencing in stands with high regeneration potential and productivity could be an effective approach. Priority should be given to stands at medium to high elevations, mixed stands with intermediate canopy cover, and stands located on steep slopes and escarpments (Figure 2, Figure 3, Table 2).

CONCLUSIONS

This study examined the dynamics of Atlas cedar within the natural stands of the Tala Guilef forest. Based on data collected from 32 stands, the analysis focused on stand structure, regeneration processes, cone production, and the influence of local ecological factors and disturbances. The structural attributes of Atlas cedar analyzed in this study indicate active stand dynamics and good population viability, as evidenced by consistent cone production, the presence of different regeneration classes, and an inverted J-shaped diameter distribution, reflecting continuous recruitment across a range of stand conditions.

Adult Atlas cedar density showed less variation than regeneration density, with no significant differences between exposures or along the elevation gradient, whereas regeneration density varied significantly with slope, exposure, vegetation cover, stand composition, and elevation. These findings suggest that, despite the combined effects of climate and human activity, the species retains a substantial capacity for regeneration at the local scale, although grazing remains a major constraint. Promoting the spatial recolonization of Atlas cedar and associated plant species therefore requires limiting human pressure and regulating grazing through an integrated management strategy involving local populations. Protecting areas with high regeneration potential or ongoing regeneration may represent a cost-effective alternative to reforestation programs. It is also essential that forest managers secure the support of local communities using Djurdjura as a grazing land, particularly through the implementation of temporary and rotational protection systems, which can support both species regeneration and broader ecological recovery.

The present study is limited in scope, as it focuses solely on the cedar forest of Tala Guilef. The trends identified in the study can be extrapolated to other cedar forests in Djurdjura, which are located within the same mountain range, share a similar geographical and bioclimatic context (Tellian Atlas), and are subject to comparable human pressures. Nevertheless, this assumption requires validation through comparative studies before any regional generalization can be made.

This analysis of Atlas cedar dynamics in natural stands could be complemented by similar investigations in reforested stands within the same forest area, where success rates have been lower than in naturally regenerated stands. Future research should also extend this approach to other Atlas cedar forests in the Djurdjura region in order to compare stand structure, regeneration dynamics, and disturbance effects at a broader regional scale.

REFERENCES

- Addar, A., Z. Khedache, H. Righi, M. Dahmani-Megrerouche, 2016: Suivi de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas dans les premiers stades de développement dans quelques stations du massif forestier de Chréa (Atlas blidéen, Algérie). *Revue d'écologie* 71 (4): 367–384. <https://hal.science/hal-03532765v1>
- Alileche, A., H. Himrane, S. Slimani, A. Derridj, 2021: Regeneration in gaps of Atlas cedar (*Cedrus atlantica* Endl.) in the Djurdjura National Park, northern Algeria. *Agrobiologia* 11 (1): 2444–2456.
- Allen, B.J., D.J. Hill, A.M. Burke, M. Clark, R. Marchant, L.C. Stringer, D.R. Williams, C. Lyon, 2024: Projected future climatic forcing on the global distribution of vegetation types. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 379 (1902): 20230011. <https://doi.org/10.1098/rstb.2023.0011>
- Anbalagan, R., 1992: Landslide hazard evaluation and zonation mapping in mountainous terrain. *Engineering Geology* 32 (4): 269–277. [https://doi.org/10.1016/0013-7952\(92\)90053-2](https://doi.org/10.1016/0013-7952(92)90053-2)
- Arar, A., Y. Noudjem, R. Bounar, S. Tabet, Y. Kouba, 2020: Modeling of the current and future potential distribution of Atlas cedar (*Cedrus atlantica*) forests. *Ecological Questions* 31 (3): 49–62. <https://doi.org/10.12775/EQ.2020.022>
- Bassil, S., S. Kattar, R.M. Navarro-Cerrillo, M.A. Navarrete Poyatos, N. Nemer, G. Palacios Rodríguez, 2018: Stand structure and regeneration of *Cedrus libani* in Tannourine Cedar Forest Reserve. *iForest* 11 (2): 300–307. <https://doi.org/10.3832/for2502-011>
- Belhouchet, M., K. Rabhi, C. Collet, 2024: Spatial patterns and facilitating role of holm oak (*Quercus ilex*) in the regrowth of Atlas cedar. *Forestist* 74 (3): 316–326. <https://doi.org/10.5152/forestist.2024.23076>
- Bouahmed, A., F. Vessella, B. Schirone, F. Krouchi, A. Derridj, 2019: Modeling *Cedrus atlantica* potential distribution in North Africa across time. *Regional Environmental Change* 19 (6): 1667–1682. <https://doi.org/10.1007/s10113-019-01503-w>
- Cheddadi, R., 2009: Putative glacial refugia of *Cedrus atlantica* deduced from Quaternary pollen records and modern genetic diversity. *Journal of Biogeography* 36 (7): 1361–1371. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2008.02063.x>
- Coskuner, K.A., I. Harman, S. Zeynalov, E. Bilgili, 2025: Exploring long-term wildfire dynamics across land cover types in relation to climate in eastern Mediterranean landscapes. *Šumarski list* 149 (3–4): 153–167. <https://doi.org/10.31298/sl.149.3-4.4>
- Crouzeilles, R., M.S. Ferreira, R.L. Chazdon, D.B. Lindenmayer, J.B.B. Sansevero, L. Monteiro, A. Iribarrem, A.E. Latawiec, B.B.N. Strassburg, 2016: A global meta-analysis on the ecological drivers of forest restoration success. *Nature Communications* 7: 11666. <https://doi.org/10.1038/ncomms11666>
- Derridj, A., 1990: Étude des populations de *Cedrus atlantica* Manetti en Algérie. Thèse de doctorat, Université de Toulouse, France.
- Dobrowolska, D., T.T. Veblen, 2008: Treefall-gap structure and regeneration in mixed *Abies alba* stands. *Forest Ecology and Management* 255 (8–9): 3469–3476. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.02.025>
- El Mderssa, M., M. Malki, L. Nassiri, A. El Ghacham, J. Ibijbjen, 2019: Estimation of carbon sequestration in Azrou cedar forests. *Open Journal of Forestry* 9 (3): 214–228. <https://doi.org/10.4236/ojf.2019.93011>
- Ezzahiri, M., B. Belghazi, 2000: Synthèse de quelques résultats sur la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas au Moyen Atlas. *Sécheresse* 11 (2): 79–84.
- Flandrin, J., 1952: La chaîne du Djurdjura. XIXe Congrès Géologique International, Monographies régionales, Algérie 19: 1–49.
- Franklin, J.F., T.A. Spies, R. Van Pelt, A.B. Carey, D.A. Thornburgh, D.R. Berg, J. Chen, 2002: Disturbances and structural development of natural forest ecosystems. *Forest Ecology and Management* 155 (1–3): 399–423. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(01\)00575-8](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00575-8)
- Gao, T., M. Hedblom, T. Emilsson, A.B. Nielsen, 2014: The role of forest stand structure as biodiversity indicator. *Forest Ecology and Management* 330: 82–93. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.07.007>
- García-Ruiz, J.M., N. Lana-Renault, 2011: Hydrological and erosive consequences of farmland abandonment in Europe. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 140 (3–4): 317–338. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.01.003>
- Journal Officiel de la République Algérienne (JORA), 1983: Décret n° 83–460 du 23 juillet 1983.
- Krouchi, F., A. Derridj, F. Lefèvre, 2004: Year and tree effect on reproductive organisation of *Cedrus atlantica*. *Forest Ecology and Management* 197 (1–3): 181–189. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.05.013>
- Krouchi, F., 2010: Étude de la diversité de l'organisation reproductive du cèdre de l'Atlas. Thèse de doctorat, Université Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou, Algérie.
- Lapie, G., 1909: Étude phytogéographique de la Kabylie du Djurdjura. Thèse de doctorat, Université de Paris, France.
- Lepoutre, B., 1964: Premier essai de synthèse sur le mécanisme de régénération du cèdre. *Annales de la Recherche Forestière au Maroc* 7: 57–163.
- Linares, J.C., J.A. Carreira, V. Ochoa, 2011: Human impacts drive forest structure and diversity. *European Journal of Forest Research* 130 (4): 533–542. <https://doi.org/10.1007/s10342-010-0441-9>
- McElhinny, C., P. Gibbons, C. Brack, J. Bauhus, 2005: Forest and woodland stand structural complexity. *Forest Ecology and Management* 218 (1–3): 1–24. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.08.034>
- Meddour, R., O. Sahar, L. Bitam, D. Belhacene, 2019: Rôle facilitateur d'une plante nurse dans la reconstitution de la cédraie. *Evaxiana* 8: 25–36.
- Mediouni, K., N. Yahi, 1994: Étude structurale de la série du cèdre à Aït-Ouabane. *Forêt méditerranéenne* 11 (2): 103–111.
- Messaoudene, M., K. Rabhi, A. Megdoud, M. Sarmoun, M. Dahmani-Megrerouche, 2013: État des lieux et perspectives des cédraies algériennes. *Forêt Méditerranéenne* 34 (4): 341–346.
- Navarro-Cerrillo, R.M., R.D. Manzanedo, J. Bohorquez, R. Sánchez, J. Sánchez, S. de Miguel, D. Solano, M. Qarro, D. Griffith, G. Palacios, 2013: Structure and spatio-temporal dynamics of cedar forests. *Forest Ecology and Management* 289: 341–353. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.10.011>
- Navarro-Cerrillo, R.M., M. Sarmoun, A. Gazol, F. Abdoun, J.J. Camarero, 2019: The decline of Algerian *Cedrus atlantica* forests. *Dendrochronologia* 55: 60–70. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2019.04.003>
- Nedjahi, A., 1993: La régénération naturelle du cèdre de l'Atlas en Algérie. *Annales de la Recherche Forestière en Algérie* 5 (1): 31–41.
- Quézel, P., F. Médail, 2003: Écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Elsevier, Paris.
- Rabhi, K., M. Messaoudene, M. Fortin, C. Collet, 2016: Modélisation de la structure en diamètre du cèdre de l'Atlas. *Revue forestière française* 68 (1): 43–52. <https://doi.org/10.4267/2042/61593>
- Raunkiaer, C., 1937: Plant life forms. Clarendon Press, Oxford.
- Sarmoun, M., R.M. Navarro-Cerrillo, F. Guibal, F. Abdoun, 2018: Structure, tree growth and dynamics of *Cedrus atlantica*. *Open Journal of Ecology* 8 (8): 432–448. <https://doi.org/10.4236/oje.2018.88026>
- Shevchenko, N., A. Geraskina, 2023: Structural and species diversity on north and south slopes. *Ecological Questions* 34 (1): 17–33. <https://doi.org/10.12775/EQ.2023.010>
- Toth, J., 1978: Contribution à l'étude de la fructification et de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans le sud de la France. Thèse de docteur-ingénieur, Université Marseille Saint-Jérôme, France.
- Toth, J., 1980: Le cèdre dans quelques pays du pourtour méditerranéen et dans deux autres pays à grande importance forestière. *Forêt méditerranéenne* 2 (1): 23–30.
- Wang, B., Y. Bu, G. Tao, C. Yan, X. Zhou, W. Li, R. Gou, 2020: Crown vertical position and tree competition. *Sustainability* 12 (18): 7498. <https://doi.org/10.3390/su12187498>
- Yahi, N., 2007: Les cédraies algériennes: phytoécologie et conservation. Thèse de doctorat, USTHB, Algérie.

O KOMORI

O KOMORI

Hrvatska komora inženjera šumarstva i drvne tehnologije (HKISDT)

Hrvatska komora inženjera šumarstva i drvne tehnologije (HKISDT) osnovana je temeljem Zakona o Hrvatskoj komori inženjera šumarstva i drvne tehnologije ([NN 22/06](#)), objavljenim dana 24. veljače 2006. godine. Tijekom 2006. godine održane su skupštine razreda inženjera šumarstva i drvne tehnologije pri čemu su delegirani članovi za tijela Komore (vijeće, skupština, nadzorni odbor, predsjednik). Ovi su prijedlozi verificirani na osnivačkoj skupštini Komore dana 27. rujna 2006. godine. Nakon toga je Skupština definirala prijedlog Statuta Komore, koji je po dobivanju suglasnosti nadležnoga ministra, objavljen u prosinu ([NN 136/06](#)). Tijekom 2007. godine inicirane su promjene Statuta, poglavito u dijelu koji se odnosi na definiranje stručnih smjerova te su, uz prethodnu suglasnost nadležnoga Ministarstva, objavljene Izmjene i dopune Statuta Hrvatske komore inženjera šumarstva i drvne tehnologije ([NN 61/07](#)).

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

U Komoru se obvezno udružuju inženjeri šumarstva i drvne tehnologije koji obavljaju stručne poslove iz područja šumarstva, lovstva i drvne tehnologije, radi zastupanja i usklađivanja zajedničkih interesa, zaštite javnog interesa i zaštite interesa trećih osoba.

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

Komora je pravna osoba javnih ovlasti, definiranih člankom 5. Zakona. Članovi Komore, ovlašteni inženjeri, ostvaruju svoje interese u Komori neposredno u strukovnim razredima i posredno preko svojih izabranih predstavnika u Skupštini i drugim tijelima Komore. Svaki član Komore istodobno je i član jednoga strukovnoga razreda.

Nadzor nad radom Komore vrši [nadležno Ministarstvo](#).

Osnivanje Komore zajednički su inicirali i ostvarili [Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodnoga gospodarstva](#), [Hrvatsko šumarsko društvo](#), [Šumarski fakultet](#), [Šumarski institut](#), [Hrvatske šume](#).

LinkedIn: [linkedin.com/in/hkisdt](https://www.linkedin.com/in/hkisdt)



HRVATSKA KOMORA INŽENJERA ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE

Prilaz Gjüre Deželića 63, 10000 Zagreb

Tel: +385 1 376 5501, +385 1 376 5502

Fax: +385 1 376 5504

E-mail: info@hkisdt.hr

Radno vrijeme: pon – pet: 7 – 15 h

INFORMACIJE

Arhiva

Pristup informacijama

Zakoni i propisi

Osiguranje članova

PRAVILA I PRIVATNOST

Zaštita osobnih podataka

Uvjeti korištenja

Pravila privatnosti

Postavke kolačića

Posjetite nas na LinkedInu



Suvremeni izazovi i ograničenja obnove šuma hrasta lužnjaka: Studija slučaja iz Hrvatske i Srbije

Contemporary Challenges and Restoration Constraints in Pedunculate Oak Forests: A Case Study of Croatia and Serbia

Martina Đodan¹, Sanja Perić¹, Martina Zorić², Zoran Galić², Andrija Barišić^{1*}

¹Hrvatski šumarski institut, Jastrebarsko

²Institut za nizinsko šumarstvo i okoliš, Novi Sad, Srbija

* Dopisni autor: Andrija Barišić, e-mail: andrijab@sumins.hr

SAŽETAK

Šume hrasta lužnjaka imaju istaknutu povijesnu vrijednost s gospodarskog, biološkog i društvenog aspekta u obje zemlje. Danas su te šume izložene sve brojnijim prijetnjama, što je potaknulo zabrinutost operative u šumarstvu, ali i istaknulo važnost obnove šuma. Izvješća iz Hrvatske i Srbije u posljednjem desetljeću ukazuju na porast učestalosti i intenziteta biotskih i abiotičkih prijetnji. Kako bi se očuvale ove šume i njihove brojne koristi za prirodu i društvo te spriječilo njihovo propadanje, nužno je provoditi aktivnosti obnove šuma. Međutim, obnova šuma hrasta lužnjaka u operativi suočava se s raznim preprekama i ograničenjima. Stoga je cilj rada olakšati obnovu šuma hrasta lužnjaka analizom postojećih znanstvenih spoznaja te prepoznavanjem: 1) prijetnji koje ugrožavaju šume hrasta lužnjaka, 2) ograničenja i prepreka te 3) smjernica i mogućnosti za obnovu šuma. Pregledom dostupne literature utvrđene su najčešće zabilježene prijetnje koje ugrožavaju šume hrasta lužnjaka u Hrvatskoj i Srbiji, među kojima se ističu mrežasta stjenica, pepelnica, vjetrolomi te složena interakcija štetnih biotskih i abiotičkih čimbenika. Obnova šuma suočava se s nizom sustavnih i praktičnih prepreka. Najčešće prepreke koje je potrebno riješiti su okolišne, političke, ekonomske, društvene, tehničke i pravne naravi. Za svaku prepreku dani su opis i ključni problemi vezani uz obnovu šuma hrasta lužnjaka, kao i mogućnosti za prevladavanje prepreka. Prepoznavanje i razumijevanje ograničenja i mogućnosti koji potiču obnovu ključno je za izradu učinkovitih strategija obnove šuma. S obzirom na to da su i znanost i praksa obnove još uvijek u razvoju, ovakvi su uvidi od presudne važnosti za unapređenje i poboljšanje rezultata obnove.

Ključne riječi:

abiotičke ugroze, biotske ugroze, gospodarenje šumama, osnivanje šuma, uzgajanje šuma, *Quercus robur* L.

DOI:

<https://doi.org/10.31298/sl.150.7-8.5>

Kako citirati / How to Cite:

Đodan, M. i dr., 2026: Suvremeni izazovi i ograničenja obnove šuma hrasta lužnjaka: Studija slučaja iz Hrvatske i Srbije. Šumarski list 150 (7–8): 341–352. <https://doi.org/10.31298/sl.150.7-8.5>



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

UVOD

INTRODUCTION

Hrast lužnjak (*Quercus robur* L.) listopadna je vrsta šumskog drveća široko rasprostranjena u Europi (Eaton i dr. 2016). Prema prvoj nacionalnoj inventuri šuma (Čavlović 2010), hrast lužnjak u Hrvatskoj zauzima 352.530 ha šumskih površina, odnosno 569.760 ha kada se u obzir uključe šumski tipovi poplavnih šuma hrasta lužnjaka i mješovitih hrastovo-grabovih šuma. Ukupna drvena zaliha iznosi 48.355.176 m³, pri čemu se 7,50 % nalazi u privatnom, a ostatak u državnom vlasništvu. Tečajni godišnji volumni prirast iznosi 1.039.779 m³ (ŠGO, 2016.–2025.). U Srbiji zauzima oko 32.400 ha, s najvećim površinama u dolinama rijeka Save, Dunava i Morave (Banković i dr. 2009), pri čemu je 64 % državnih, a 36 % privatnih šuma (Ballian i dr. 2010). U obje zemlje tvori šume od iznimne vrijednosti s gospodarskog, biološkog i društvenog aspekta (Morić i dr. 2018). Među najvažnijim vrijednostima šuma hrasta lužnjaka, koje se općenito prepoznaju kroz njihove općekorisne funkcije, ističu se visokovrijedno drvo i visok stupanj bioraznolikosti. Populacije hrasta lužnjaka u Hrvatskoj i Srbiji predstavljaju rubne populacije na južnoj granici prirodne rasprostranjenosti, koje predstavljaju rezervoare raznolikosti, čineći ih otpornijima na promjene. Ove šume odražavaju sastav prirodne potencijalne šumske vegetacije. Nastale su prirodnim ili umjetnim pomlađivanjem provedenim prema načelima prirodne dinamike šuma, razvijaju se na šumskim tlima te se njima gospodari u skladu s prirodnom silvidinamikom (Anić 2012). Najveći kompleksi ovih iznimno vrijednih šuma nalaze se u istočnom dijelu Hrvatske na području Spačve (Klepac 2003) te u Srbiji na području Srijema (Rađević i dr. 2020).

Međutim, istraživanja su pokazala da klimatske promjene imaju negativniji učinak na rubne populacije u usporedbi s populacijama u središtu areala (Popović i dr. 2023). Ugroze i izazovi razlikuju se po intenzitetu i značaju, ovisno o regijama i ekosustavima koje zahvaćaju (SER 2004). Stoga obnova i ostale uzgojne aktivnosti moraju biti alat prilagodljivog gospodarenja šumama, pri čemu se svaka obnova treba promatrati kao jedinstven slučaj (Jacobs i dr. 2015). Danas se pojavljuju brojne prijetnje i izazovi u gospodarenju šumama hrasta lužnjaka, što dovodi do njihovog propadanja (Krutovsky i dr. 2025). Hrvatska i Srbija, zajedno s ostalim europskim zemljama, prepoznaju šume hrasta lužnjaka kao okosnicu svojeg šumarstva (Dubravac i Dekanić 2009, Eaton i dr. 2016) te bi obnova ovih šuma trebala biti prioritet. Međutim, pojam obnove šuma često se koristi neselektivno, što otežava njegovo precizno definiranje na način koji obuhvaća sve situacije opisane u literaturi i praksi. Općenito, obnova šuma se promatra kao suprotnost narušavanju, odnosno proces gdje se nastoji vratiti stanje narušenih i oštećenih šuma u njihovo prirodno ili povijesno stanje, odnosno u stanje prije nastanka oštećenja. Ipak, stvarnost je složenija i potpuno obnovljeno stanje vjerojatno je nedostižno (Stanfurt 2005). Stoga se obnova šuma može promatrati kao bilo koja aktivnost unutar procesa obnove koja ima za cilj poboljšanje bioraznolikosti, ekološkog integriteta i pružanja usluga u šumskim ekosustavima (Erdozain i dr. 2024). Postoji snažna ambicija za postizanjem ciljeva obnove šuma, ali postoje i brojne nepoznanice. Znanost i praksa obnove

šuma još su uvijek u razvoju, a naša sposobnost potpunog obnavljanja općekorisnih funkcija šuma (OKFŠ) trenutačno je ograničena (Bullock i dr. 2011, Kovalenko i dr. 2013). Stoga je prepoznavanje suvremenih izazova, ograničenja i potencijalnih mogućnosti za obnovu šuma hrasta lužnjaka prvi korak prema boljem razumijevanju i provedbi tih aktivnosti. Cilj ovog rada je poboljšati razumijevanje obnove šuma hrasta lužnjaka analizom postojećih znanstvenih spoznaja i identificiranjem: 1) prijetnji koje ugrožavaju šume hrasta lužnjaka, 2) ograničenja i prepreka, 3) smjernica i mogućnosti za obnovu šuma.

PRIJETNJE ŠUMAMA HRASTA LUŽNJAKA

THREATS TO PEDUNCULATE OAK FORESTS

Šume hrasta lužnjaka u Europi, uključujući Hrvatsku i Srbiju, u posljednjem su desetljeću izložene brojnim prijetnjama uslijed intenzivnih klimatskih promjena, što uzrokuje njihovo propadanje (Kesić i dr. 2021). Značajnija oštećenja nastaju zbog međudjelovanja više prijetnji, odnosno ugrožavajućih čimbenika (Matisons i dr. 2013). U različitim klimatskim zonama javljaju se različite kombinacije čimbenika te se često pojavljuju tijekom dužeg vremenskog razdoblja (Gerasimenko i dr. 2022). Među svim čimbenicima posebnu pozornost treba posvetiti biotskim i abiotskim čimbenicima (Löf i dr. 2019). Općenito, tri su čimbenika sukcesivno uključena i progresivno utječu na smanjenje populacije i vitalnosti šumskog drveća (Manion 1981). Prvo, predisponirajući čimbenici koji djeluju kroz duže razdoblje uzrokujući trajni stres stabala što ih čini osjetljivijima na promjene u staništu (npr. promjene vodnih režima rijeka). Drugo, inicirajući čimbenici, kratkotrajnog djelovanja i visokog intenziteta (npr. olujni događaji, kasni mraz, defolijatori). Treće, doprinosni čimbenici, koji doprinose odumiranju stabala (npr. gljive truležnice). U Hrvatskoj su početni problemi u šumama hrasta lužnjaka uočeni 1980-ih godina kada je odumiranje stabala hrasta lužnjaka postalo izraženije (Klepac i dr. 1996). Od tada, mnogi su autori dali uvid u čimbenike koji ugrožavaju šume hrasta lužnjaka (Tablica 1).

Trend gubitka vitalnosti u šumama hrasta lužnjaka prisutan je dulje vrijeme i ne može se izravno povezati s jednim ugrožavajućim čimbenikom, nego ovisi o međusobnoj interakciji više njih. Međutim, uvijek je potpomognut naglim promjenama vodnog režima (Anić 2020). Trajanje procesa propadanja ili odumiranja vrlo je varijabilno i može trajati nekoliko desetljeća, pri čemu negativno utječe na OKFŠ (Kostić i dr. 2021, Posavec i dr. 2023, Krutovsky i dr. 2025).

Utjecaji na šume hrasta lužnjaka

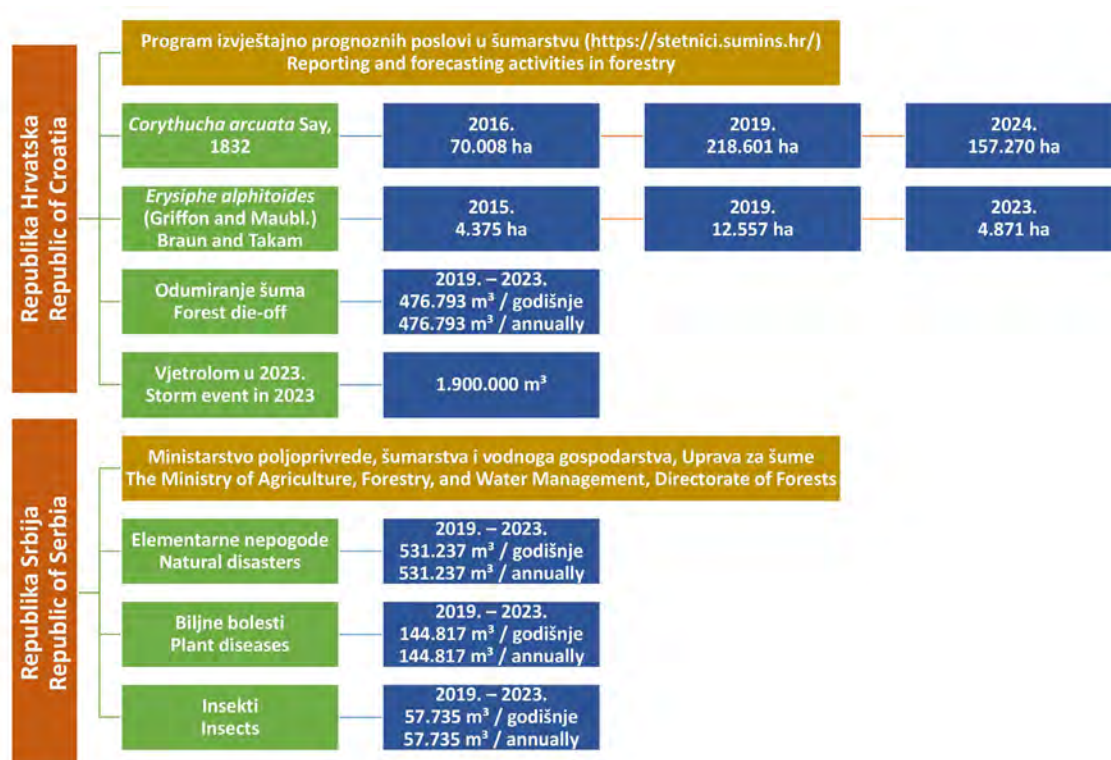
Impacts on pedunculate oak forests

Oštećenja drvnog volumena (m³) i površine (ha) zahvaćene štetnicima u šumama hrasta lužnjaka u Hrvatskoj i Srbiji prema najznačajnijim ugrožavajućim čimbenicima prikazani su na Slici 1.

Navedena oštećenja drvnog volumena nastala vjetrolo-
mom i odumiranjem šuma u razdoblju od 2019. do 2023. godine čine 57,6 % propisanog etata hrasta lužnjaka u RH (ŠGO, 2016.–2025). U Srbiji, ukupne štete u 2023. godini bile su 2,3 puta veće nego 2019. godine, dok su oštećenja činila približno 6 % ukupnog etata. U posljednje vrijeme

Tablica 1. Čimbenici koji ugrožavaju šume hrasta lužnjaka.
Table 1 Threats affecting pedunculate oak forests.

Ugrožavajući čimbenici <i>Threats</i>	Izvori <i>References</i>
Promjene u vodnom režimu staništa <i>Changes in the water regime of the habitat</i>	Pilaš i dr. 2007, Stojanović i dr. 2015, Mikac i dr. 2020 Pilaš et al. 2007, Stojanović et al. 2015, Mikac et al. 2020
Dugotrajna sušna razdoblja <i>Long periods of drought</i>	Kostić i dr. 2021, Ugarković i dr. 2025 Kostić et al. 2021, Ugarković et al. 2025
Kasni mraz <i>Late frost</i>	Čehulić i dr. 2019 Čehulić et al. 2019
Štete od kukaca i gljiva <i>Insect and fungi damages</i>	Hrašovec i dr. 2013, Marković i dr. 2024, Ciceu i dr. 2024 Hrašovec et al. 2013, Marković et al. 2024, Ciceu et al. 2024
Štete od biljojeda i glodavaca <i>Damages from herbivores and rodents</i>	Vucelja i dr. 2015, Licht i dr. 2023 Vucelja et al. 2015, Licht et al. 2023
Invazivne strane vrste <i>Invasive alien species</i>	Petrović i dr. 2013, Lončar i dr. 2020 Petrović et al. 2013, Lončar et al. 2020
Olujna nevremena <i>Storm events</i>	Margaletić 2023, Margaletić 2024a
Posljedice prethodnog korištenja zemljišta <i>Consequences of previous land use</i>	Prpić 1987, Vrbek i dr. 2010, Anić i dr. 2020 Prpić 1987, Vrbek et al. 2010, Anić et al. 2020
Neprilagođeno genetsko porijeklo <i>Unsuitable genetic origin</i>	Gračan 1993, Perić 2001, Đodan i dr. 2026 Gračan 1993, Perić 2001, Đodan et al. 2026
Intenzivan rast u juvenilnoj fazi <i>Intensive growth during the juvenile phase</i>	Levanić i dr. 2011 Levanić et al. 2011



Slika 1. Prikaz oštećenja drvnog volumena (m³) i površine (ha) zahvaćene štetnicima u šumama hrasta lužnjaka u Hrvatskoj i Srbiji (izvor za Hrvatsku: <https://stetnici.sumins.hr/>; izvor za Srbiju: Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodnog gospodarstva, Uprava za šume).

Figure 1 Overview of timber volume damage (m³) and affected area (ha) caused by pests in pedunculate oak forests in Croatia and Serbia (source for Croatia: <https://stetnici.sumins.hr/>; source for Serbia: Ministry of Agriculture, Forestry and Water Management, Directorate of Forests).

šume se suočavaju sa sve češćim i intenzivnijim ugrožavajućim čimbenicima povezanim s klimatskim promjenama (Vacek i dr. 2023). Šumske vrste drveća imaju ograničenu sposobnost prilagodbe brzim promjenama. To može dovesti do neprilagođenosti, lokalnog izumiranja vrsta i smanjenja OKFŠ u preostalim šumama (Frank i dr. 2017, Isaac-Renton i dr. 2018). Stoga su pravovremene i učinkovite gospodarske aktivnosti ključne za poticanje prilagodbe stabala uvjetima koji se ubrzano mijenjaju.

HRAST LUŽNJAK – OGRANIČENJA POVEZANA S GOSPODARENJEM ŠUMAMA I POVIJESNIM NASLJEĐEM

PEDUNCULATE OAK – CONSTRAINTS LINKED TO FOREST MANAGEMENT AND HISTORICAL LEGACIES

Obnova šuma hrasta lužnjaka oduvijek je bila bitna tema u povijesti šumarstva (Kozarac 1886, Petračić 1926) te i danas ostaje u fokusu šumarskih stručnjaka u obje države. Prve nama dostupne osnove gospodarenja za šume hrasta lužnjaka (prikazano u Anić 2025) izradili su Pressler za šume Gradiške imovne općine (1874., Ferdinand Zikmundovsky 1876.) i Mijo Radošević (1875.) za šume Brodske imovne općine. Prvo uređivanje šuma za državne šume kojima je gospodario Carski i Kraljevski šumarski ured u Vinkovcima provedeno je u razdoblju od 1881. do 1882. godine (Zikmundovsky 1877, Baranac 1933, Lucarić 1974). Međutim, Erdeši i dr. (2008) navode da je prvi gospodarski plan za šume Spačvanskog bazena i Srijemskog područja donesen 1865. godine te da su u vrijeme njegova donošenja šume na tom području bile redovito plavljene. Početkom 2000-ih sugerirano je da se šume hrasta lužnjaka mogu prirodno pomlađivati i obnavljati bez većih poteškoća (Matić 2003). Međutim, obnova šuma hrasta lužnjaka danas je znatno zahtjevnija te se suočava s brojnim preprekama i izazovima, uključujući ograničeno razumijevanje problema i mogućih rješenja (Meerbeek i dr. 2019).

Ovaj rad ne treba promatrati kao sveobuhvatan popis prepreka i mogućnosti za obnovu, već kao okvir za kritičko razmatranje i vrednovanje obnove šuma od slučaja do slučaja. Na temelju pregleda literature izdvojili smo neke od najvažnijih prepreka, kao i mogućnosti za obnovu šuma hrasta lužnjaka u Hrvatskoj i Srbiji kao suvremene primjere.

Okolišne prepreke

Environmental barriers

Tijekom 20. stoljeća prekomjerna sječa, hidromelioracijski zahvati i izgradnja infrastrukture uzrokovali su probleme poput zamočvarenja, zakorovljenosti, naglih promjena u režimu podzemne i poplavne vode te neujednačene strukture sastojina. To je otežalo ili onemogućilo pomlađivanje i obnovu šuma (Matić 1996). Kao rezultat toga, pojedine su šume hrasta lužnjaka prešle iz optimalnog stanja u stadij starenja, truljenja i raspadanja (Matić 2003), što je dovelo do financijskih i bioloških gubitaka. Izostanak rasta ponika hrasta lužnjaka pod zastorom ili njihov mali udio predstavlja dodatni problem (Annighöfer i dr. 2015). Invazivne vrste (npr. *Amorpha fruticosa* L.), sprječavaju rast hrasta lužnjaka

zbog većeg broja i bržeg rasta na obnovljenim površinama (Mölder i dr. 2019) te se ulažu značajni naponi kako bi se spriječilo njihovo širenje (Idžojtić i dr. 2009). Dodatni problem predstavlja izostanak uroda sjemena (Ortmann-Ajkai i dr. 2017). Nedovoljna količina sjemena dovela je do uvoza sjemena upitne kvalitete iz različitih država (Bogdan i dr. 2023), kao i do pojave širenja gljivica trgovinom (Franić i dr. 2024).

Političke prepreke

Political barriers

Nedostatno financiranje, zajedno s konfliktnim interesima različitih dionika i niskim političkim prioritetom obnove, predstavljaju glavne prepreke napretku obnove šuma (Cortina-Segarra i dr. 2021). To je osobito izraženo kod šuma hrasta lužnjaka, budući da su njihovi okolišni uvjeti i društvene okolnosti međusektorski povezani. S obzirom na ove izazove, spor napredak država u ostvarivanju ciljeva obnove izaziva ozbiljnu zabrinutost u pogledu ostvarivosti globalnih obveza programa Bonn Challenge (Holl i Brancalion 2020). Također, nedostaju i zajednički pokazatelji za procjenu uspješnosti obnove (Versluijs i dr. 2019). U Uredbi o obnovi prirode (EU 2024/1991) predloženo je šest pokazatelja za praćenje obnove šuma: a) stojeće mrtvo drvo, b) ležeće mrtvo drvo, c) udio šuma s raznodobnom strukturom, d) povezanost šuma, e) indeks uobičajenih šumskih ptica i f) zaliha organskog ugljika. Međutim, zbog nedostatka cjelovitih podataka i ograničene primjenjivosti, većina trenutno prihvaćenih pokazatelja nije pogodna za ocjenu uspješnosti obnove šuma hrasta lužnjaka. Kako bi se usporedile različite obnove, nužno je standardizirati pokazatelje radi dosljedne evaluacije (Menéndez-Miguélez i dr. 2024).

Ekonomske prepreke

Economic barriers

Troškovi obnove šuma variraju ovisno o geografskom položaju, stupnju i vrsti degradacije, specifičnim ciljevima i kontekstu obnove te primijenjenim metodama (Sukhdev 2008). Posljedično, veće oštećenje šuma i staništa rezultira većim troškovima obnove (Pacheco i dr. 2024). Obnova šuma zahtijeva materijale poput sjemena, sadnica, ograda i poboljšivača tla, kao i značajan rad i mehanizaciju za pripremu staništa, transport i sadnju (Sukhdev 2008). Primjerice, na obnovljenoj plohi, preporučuje se sadnja 10.000 – 15.000 sadnica/ha, ili u slučaju sjetve žira omaške uporabiti 700 – 1000 kg/ha, odnosno 400 – 600 kg/ha u slučaju sadnje žira pod motiku (Matić 1993, 1994), što zahtijeva angažiranje velikog broja radnika. S obzirom na to da je hrast lužnjak klimatogena vrsta šumskog drveća, posebnu pozornost potrebno je posvetiti njezi pomlatka, ponajprije regulaciji konkurentske vegetacije (Posarić 2008). Postavljanjem ograda ili lovnim aktivnostima može se doprinijeti smanjenju šteta od divljači na obnovljenim ploham (Mölder i dr. 2019). Radi konfiguracije terena, odnosno mikroudubina potrebni su detaljno razrađeni planovi i pravci izvlačenja drvnih sortimenata kako bi se izbjeglo stvaranje dubokih kolotruga. Također, na tim dijelovima potrebno je dodatno obraditi tlo za odvodnju stagnirajuće vode (Posarić 2008). Uzimajući navedeno u obzir, može se zaključiti da je obnova sastojina hrasta lužnjaka zahtjevnija i skuplja u usporedbi s obnovom sastojina drugih vrsta šumskog drveća.

Naknada za OKFŠ u Hrvatskoj gotovo je izgubila svoju izvornu svrhu (Margaletić 2024b) jer se većina sredstava usmjerava

u nešumarski sektor. S obzirom na zahtjevne uvjete obnove šuma hrasta lužnjaka te brojne uzroke degradacije njihovih staništa, smanjena dostupnost financijskih sredstava izravno ograničava obnovu i smanjuje njezinu uspješnost. Koristi od obnove degradiranih površina ostvaruju se kroz razdoblje od 10 do više od 200 godina, dok se troškovi obnove najčešće podmiruju unaprijed (Daily 1995). Stoga obnova šuma uvelike ovisi o javnim financijskim instrumentima, odnosno o važnosti dugoročnog financiranja (Thomas i dr. 2017). Odluka o obnovi šuma često ovisi o financijskoj dobiti od dobara i usluga ekosustava (Goldstein i dr. 2008). Uslugama šumskih ekosustava obično se ne trguje na tržištu te nemaju jasno izražene cijene, zbog čega vlasnici zemljišta imaju malo poticaja za njihovo obnavljanje (Chee 2004). Stoga se obnova često promatra kao trošak (Bullock i dr. 2011). Kvantificiranje troškova i koristi šuma predstavlja važan argument za prihvaćanje troškova obnove (Menz i dr. 2013) i njihovu integraciju u nacionalne financijske planove (Dasgupta 2021).

Društvene prepreke

Social barriers

Depopulacija ruralnih područja otežava osiguravanje potrebne radne snage u šumarstvu, osobito u Europi (Blombäck i dr. 2003), gdje se taj trend dodatno pojačao. Prema podacima FAO-a i UNECE-a (2020), ukupan broj šumarskih radnika u Europi smanjio se za 18 % između 2008. i 2016. godine. Ovaj trend doveo je i do smanjenja broja zaposlenih u državnom šumarskom sektoru (Šporčić i dr. 2009). Poslovi u šumarstvu često se klasificiraju kao poslovi „crne kragne“ (eng. *black collar jobs*), odnosno poslovi koji uključuju fizički zahtjevan rad, povećanu izloženost opasnostima i rad u nepovoljnim radnim uvjetima (Landečić i dr. 2017). Mlađe generacije često percipiraju šumarske poslove (npr. sjekače, rukovatelje mehanizacijom i vezače trupaca) kao degradirajuće, a šumarske radnike kao društveno marginaliziranu skupinu. Takva percepcija doprinosi sve većoj nepopularnosti šumarskih zanimanja, čineći ih nepoželjnim, što otežava privlačenje novih radnika (Błuszkowska i Nurek 2014). Nadalje, javna dobra su nekonkurentna, što znači da nitko ne može biti spriječen u njihovom korištenju. Te značajke smanjuju poticaje privatnih poduzetnika za pružanje usluga šumskih ekosustava, poput pročišćavanja vode ili skladištenja ugljika jer ne postoji tržišni mehanizam kojim bi nadoknadili troškove proizvodnje (Verdone i Seidl 2017).

Tehničke prepreke

Technical barriers

Poduzeća odgovorna za gospodarenje državnim šumama i šumskim zemljištem u Hrvatskoj (2,11 milijuna ha) i Srbiji (1,194 milijuna ha) sve više se oslanjaju na vanjske izvođače radova (Banković 2009, Šporčić i dr. 2017). To otežava pronalazak zainteresiranih radnika i osiguravanje potrebne radne snage za redovite aktivnosti održivog gospodarenja šumama (Šporčić i dr. 2025). Nedostatak radne snage stvorio je i potrebu za pronalaženjem novih rješenja temeljenih na mehanizaciji. Iako određene mehanizirane tehnologije za sadnju postoje, osobito na sjevernoj hemisferi, još su uvijek u ranim fazama razvoja i zahtijevaju daljnja istraživanja prije primjene (Ramantswana i dr. 2020). Jedan od značajnih nedostataka odnosi se na dostupnost šumskog reprodukcijskog materijala (ŠRM), osobito sadnog materijala.

Proizvedeni sadni materijal ne zadovoljava potrebe privatnih šumoposjednika, kao ni potrebe biološke revitalizacije poput eksploatacijskih polja i odlagališta. Također, postignuti su slabi rezultati u izvozu, unatoč potencijalima hrvatskih rasadnika. Postoje i mogućnosti za daljnje proširenje i optimizaciju proizvodnje sadnog materijala, što će biti nužno za zadovoljavanje sadašnjih potreba i očekivanog povećanja potražnje u bliskoj budućnosti. Također, nije prepoznat potencijal proizvodnje alohtonih i pionirskih vrsta drveća, kao ni potreba za dugoročnim planiranjem rasadničke proizvodnje (Đodan i Perić 2022). U RH rasadnici za proizvodnju sadnica šumskog drveća u vlasništvu su Hrvatskih šuma d.o.o., što ukazuje na njihovu ključnu ulogu u opskrbi sadnim materijalom te ih je trenutno 19 u funkciji (Đodan i dr. 2023). S druge strane, U Srbiji rasadničku proizvodnju provode i državni i privatni sektor, pri čemu vlasnici šuma razvijaju vlastitu proizvodnju radi osiguranja kvalitetnog sadnog materijala. Proizvodnja se dodatno potiče kroz programe Uprave za šume Srbije i proračunske fondove. Osim toga, postojeći alati za obnovu šuma, od sjemenskih zona do modela rasta, predviđeni su za upotrebu u uvjetima stabilne klime te prilagođenih lokalnih izvora (Park i Rodgers 2023), unatoč brojnim prijetnjama kojima svjedočimo.

Pravne prepreke

Legal barriers

Najjasniji primjer pravnih prepreka obnovi šuma odnosi se na strogo zaštićena šumska područja. Zaštita šuma ograničava stručne uzgojne zahvate povezane s gospodarenjem šumama (zbog zakonskih propisa o zaštiti prirode), što je u suprotnosti s načelima uzgajanja šuma (Matić 2003). Zahvati njege ključni su za osiguravanje kvalitete i produktivnosti strukture sastojina, osobito u mladim šumama. Izostanak njege može dovesti do prekomjernog izduživanja stabala s malim, metličastim krošnjama te posljedično slabog razvoja korijena (Dubravac i dr. 2017). Također, prorjede poboljšavaju opću stabilnost i vitalnost obnovljenih sastojina te osiguravaju veću sigurnost već pohranjenog ugljikova dioksida. Omjer smjese i dobnih razreda u šumama hrasta lužnjaka često odstupa od omjera koji bi se razvio bez ljudskog utjecaja. Stoga oslanjanje isključivo na prirodne mehanizme nosi značajne rizike (Jandl i dr. 2019). Odnos između zaštićenih područja i gospodarenja šumama često je obilježen sukobima (Wiersma i dr. 2015). Iako je postignut napredak u ostvarivanju globalnih ciljeva zaštite, napredak u drugim ključnim područjima i dalje je ograničen (Hirsch i dr. 2020). Iz tog je razloga nužno jasnije razumjeti očekivane ishode mjera očuvanja (Powlen i dr. 2021), što dobiva na važnosti s novim ciljevima Europske komisije za obnovu prirode. Osim toga, pravne prepreke u obnovi šuma često se odnose na korištenje ŠRM-a. Iako je zaštita prirodnih resursa (tj. lokalnih provenijencija) ključna za očuvanje vrsta i održavanje genetske raznolikosti, aktivna obnova treba biti vođena budućom prikladnošću staništa i vrste. To je osobito važno za rubne populacije na granici areala, koje bi trebalo obnavljati prema načelima preventivne obnove i očuvanja, uzimajući u obzir očekivane promjene stanišnih uvjeta i prikladnosti vrsta odnosno populacija.

NOVE STRATEGIJE ZA OBNOVU ŠUMA HRASTA LUŽNJAKA

NEW STRATEGIES FOR RESTORATION OF PEDUNCULATE OAK FORESTS

Prilagodba gospodarenja zahtijeva razumijevanje učinaka klimatskih promjena na šume, industriju i zajednice, predviđanje kako se ti učinci mogu razvijati te uključivanje tog znanja u odluke (Keenan 2015). Buduće promjene mogu se odvijati brzinom koja nadilazi prirodnu sposobnost prilagodbe šumskih vrsta ili ekosustava, što može rezultirati lokalnim izumiranjima i gubitkom OKFŠ (Seppälä i dr. 2009). Iako istraživanja usmjerena na odgovor hrasta lužnjaka na promjene staništa daju različite rezultate, općenito se ova vrsta smatra perspektivnom za klimatski otporno šumarstvo u Europi (Buras i dr. 2020). Međutim, u Hrvatskoj i Srbiji hrast lužnjak se nalazi na rubu prirodne rasprostranjenosti populacije što ga čini osjetljivijim na promjene te posljedično dovodi do smanjenja vitalnosti stabala i njihovog odumiranja. Iako prosječne vrijednosti klimatskih elemenata i indeksa na području Spačvansko-bosutskog bazena zasad ne ugrožavaju ekološku nišu hrasta lužnjaka (Ugarković i dr. 2025), trendovi procijenjeni linearnim modelima (Ugarković i dr. 2015) ukazuju na porast temperature zraka, promjene u oborinama, evaporaciji i indeksima aridnosti, što upućuje na povećanu sušnost područja. Dakle, prema projekcijama, ekološka niša hrasta lužnjaka na području Hrvatske i Srbije u budućnosti bi se mogla smanjivati.

Na temelju utvrđenih prepreka, analizirali smo mogućnosti obnove šuma hrasta lužnjaka u Hrvatskoj i Srbiji.

Okolišne mogućnosti

Environmental enablers

Obnova šumskih krajolika (eng. *Forest Landscape Restoration*) i prilagođeno gospodarenje šumama (eng. *Adaptive Forest Management*) prepoznati su kao rješenja za globalni gubitak i degradaciju svjetskih šuma te kao doprinos održivom razvoju kroz obnovu ekoloških, društvenih i gospodarskih vrijednosti i funkcija narušenih krajolika (Stanturf i dr. 2017, Höhl i dr. 2020). Oba pristupa daju prioritet prilagodbi klimatskim promjenama i zahtijevaju provedbu koja nadilazi strateško planiranje, tehničke smjernice ili ekološke procjene. Kako bi se u potpunosti uključili u obnovu šuma, mnogi će dionici trebati nova znanja i vještine kako bi prepoznali potencijalne sinergije među ciljevima. Primjerice, to zahtijeva aktivan angažman u unaprjeđenju rasadničke proizvodnje kako bi se osigurala proizvodnja visokokvalitetnih sadnica koje imaju veću vjerojatnost preživljavanja i rasta na obnovljenim površinama (Grossnickle i MacDonald 2018).

Različite šumske vrste drveća doprinose različitim OKFŠ, a usmjeravanje samo na jednu funkciju može značajno podcijeniti bioraznolikost potrebnu za održavanje multifunkcionalnih ekosustava (Isbell i dr. 2011). Stoga su potrebna dodatna istraživanja, specifična za pojedina staništa u različitim državama, kako bi se bolje razumjela praktična uspješnost obnove šuma s više različitih aspekata (Höhl i dr. 2020). Primjerice, klimatski analozi (eng. *climate analogues*) uspostavljeni su u mnogim područjima koja istražuju utjecaj klimatskih promjena (prikazano u Mette i dr. 2021). Primjenom klimatskih analoga za različite buduće klimatske scenarije razvijena je praktično usmjerena kategorizacija

skupina vrsta šumskog drveća koja uzima u obzir neizvjesnost budućih klimatskih uvjeta. Takav pristup omogućuje učinkovitije planiranje i prilagodbu bez potrebe za preciznim predviđanjem budućih klimatskih promjena. Također, jedan od odgovora na klimatske promjene jest premještanje vrsta šumskog drveća i populacija u pogodnija staništa. Ovaj pristup, poznat kao potpomognuta migracija (eng. *assisted migration*), služi kao strategija prilagodbe za prevladavanje jaza između promjenjive klime i sporog evolucijskog odgovora šumskog drveća. Međutim, među šumarskim stručnjacima postoji određena nesigurnost u pogledu opravdanosti ove metode te se ulažu značajni naponi kako bi se opravdala njezina učinkovitosti (Stanturf i dr. 2024). Uz to, potrebno je prilagoditi međunarodno i nacionalno zakonodavstvo kako bi se u budućnosti olakšala provedba potpomognute migracije. Konačno, očuvanje šumskih genetskih resursa oduvijek je bilo važan dio obnove šuma, ali u posljednje vrijeme postaje temelj budućih aktivnosti preventivne obnove i očuvanja. Stoga kvaliteta i količina reprodukcijanskog materijala te sva povezana ulaganja (npr. istraživanja, obrazovanje, uzgojni zahvati / intervencije, nova i inovativna rješenja itd.), kao i svi uključeni dionici, predstavljaju ključne čimbenike koji omogućuju preventivnu obnovu i očuvanje.

Političke mogućnosti

Political enablers

Proširenje opsega obnove šuma zahtijeva promjene u političkom i institucionalnom okruženju, uključujući poticaje za obnovu i destimulirajuće mjere za narušavajuće oblike korištenja zemljišta (Stanturf 2021). Šumarski sektor trebao bi biti barem ravnopravno tretiran s drugim sektorima, poput poljoprivrede i vodnog gospodarstva, koji primaju državne subvencije i financijske poticaje u RH. Primjerice, dok se naknada za OKFŠ stalno smanjivala, naknada za obnovljive izvore energije se povećavala (Margaletić 2024b). Postizanje takvih rezultata zahtijeva dobro osmišljene i usklađene planove obnove šuma, čak i izvan onih koje zahtijeva Europska komisija u okviru Uredbe o obnovi prirode. Integracija obnove šuma s prostornim i krajobraznim planiranjem omogućuje učinkovitije donošenje odluka o korištenju zemljišta, podržava ekološku povezanost i sprječava buduću degradaciju (Smithwick i dr. 2023). Daljnji razvoj postojećih okvira i instrumenata je ključan. Integrativni pristupi koji uključuju obnovu šuma u nacionalne razvojne planove i sektorske strategije vjerojatnije će donijeti dugoročne i pravedne rezultate (Holl i Brancalion 2020). Stoga je nužno nastaviti potragu za zajedničkim pokazateljima kako bi se olakšale buduće strategije obnove, uz istovremeno prepoznavanje važnosti povezivanja znanstvenih spoznaja s iskustvima stečenima na terenu (Menéndez-Miguélez i dr. 2024). Kako bi se osigurao uspjeh, političke obveze na visokoj razini trebaju se temeljiti na jasnim i eksplicitnim razlozima za obnovu šuma, širokim društvenim i ekološkim ciljevima, potencijalnim lokacijama, uključenim dionicima te odabranim metodama i vrstama šumskog drveća (Mansourian i dr. 2017).

Ekonomске mogućnosti

Economic enablers

Financijska potpora šumarstvu ključan je alat za poticanje (bio)gospodarstva i prijelaza društva na održiviji sustav gospodarenja (Libert-Amico i Larson 2020). Budući da Strategija

EU-a za šume navodi naknadu za OKFŠ u Hrvatskoj kao primjer dobre prakse unutar EU-a, važno je obnoviti njezinu izvornu svrhu i dodatno je unaprijediti (Margaletić 2024b). EU prepoznala je važnost zaštite šuma zbog čega pruža financijsku potporu kroz različite projekte i inicijative (Perunová i Zimmermannová 2023). Međutim, potrebno je voditi računa o osiguravanju društveno prihvatljive stope dobiti za šumoposjednike, s obzirom na to da oni pružaju važne usluge za održavanje odgovarajuće strukture šuma (Giertliová i dr. 2019). Primjerice, kompenzacija je moguća putem financiranja sekvenciranja ugljika (Perunová i Zimmermannová 2023). Ovaj pristup prepoznat je u novoj Strategiji EU-a za šume do 2030. (Europska komisija 2021), koja naglašava korištenje biomase i potrebu za financijskom potporom šumoposjednicima i ruralnim zajednicama. Razvoj obnove šuma također ovisi o razvoju ekoturizma. Iako je ekoturizam u obje zemlje slabo razvijen, njegova perspektiva (prirodni resursi) relativno je dobra. Bogatstvo flore, faune, kulture i tradicije pružaju snažnu osnovu za daljnji razvoj ekoturizma (Golub i dr. 2019), osobito u šumama hrasta lužnjaka. Obnova šumskih krajolika ne bi se trebala provoditi samo radi smanjenja degradacije okoliša, već kao strateško ulaganje koje donosi istodobne financijske, okolišne i društvene koristi. Ostvarenje ovog cilja zahtijeva uspostavu inovativnih institucionalnih i upravljačkih okvira koji osnažuju dionike i osiguravaju konkretne koristi lokalnim zajednicama, čime se poboljšava njihova ukupna dobrobit (Adams i dr. 2016).

Društvene mogućnosti

Social enablers

Kako bi se u potpunosti ostvario njezin potencijal, obnova šuma mora aktivno uključiti lokalno stanovništvo i zajednice (Pritchard i Brockington 2019), budući da aktivnosti povezane s gospodarenjem šumama mogu predstavljati vrijedan izvor prihoda za lokalno stanovništvo. Pristupi koji isključuju lokalno stanovništvo i zajednice, uključujući pojedina zaštićena područja, povezani su s okolišnim sukobima, slabijim rezultatima očuvanja i negativnim društvenim ishodima (Oldekop i dr. 2016). S obzirom na razmjere međunarodnih obveza obnove šuma, što se više odnosi na Hrvatsku nego na Srbiju zbog članstva u EU, nužno je uzeti u obzir uključivanje dionika jer različiti korisnici zemljišta djeluju unutar istog krajobraza (Romanelli i dr. 2024). Primjer iz SAD-a pokazuje kako su brojna izvješća istaknula hitnu potrebu za boljim osposobljavanjem šumarskih stručnjaka za uključivanje različitih društvenih skupina u ključne rasprave, procese planiranja i donošenja odluka vezanih uz šume (Sample i dr. 2015). Osnazivanje lokalnih zajednica za obnovu šuma ili sudjelovanje u državnim programima obnove može biti od koristi za ljude i okoliš (Erbaugh i dr. 2020). Tehnička obuka i pravedan pristup resursima mogu smanjiti određene rizike povezane s upravljanjem resursima na razini zajednice (Brooks i dr. 2012). U raznim kontekstima, omogućavanje zajednicama da sudjeluje u upravljanju šumama u svrhu obnove predstavlja strategiju za suočavanje s kontekstualnim neizvjesnostima, integraciju tradicionalnog ekološkog znanja i osiguravanje da lokalno stanovništvo dobije koristi koje očekuje od obnove (Lewis i dr. 2019).

Tehničke mogućnosti

Technical enablers

Šumarski stručnjaci stalno su suočeni s izazovima prilagodbe promjenjivim sociološkim i ekološkim uvjetima (Sample i Bixler 2014). To zahtijeva procjenu učinkovitosti obrazovnih programa u šumarstvu kako bi se studentima i stručnjacima osigurala znanja, vještine i sposobnosti potrebne za ispunjavanje sve složenijih zahtjeva profesionalnih šumarskih zanimanja (Sample i dr. 2015). S obzirom na brojne izazove s kojima se suočava šumarski sektor u EU kao visoko specijalizirana niša, međunarodna suradnja i formiranje klastera postaju sve važniji, pri čemu je prijenos znanja vezan uz uspostavu partnerstava u području edukacije ključan (Landečić i dr. 2017). Dodatni temelj za unapređenje šumarske struke leži u poboljšanju radnih uvjeta (Šporčić i dr. 2018).

Rasadničko okruženje, zajedno s opremom, zalihama i znanjem potrebnim za učinkovitu proizvodnju sadnica, jedan je od ključnih čimbenika uspješne rasadničke proizvodnje (Haase i Davis 2017). Rasadnici bez odgovarajuće infrastrukture, opreme ili kvalificiranog osoblja češće proizvode sadnice loše kvalitete (Edralin i Mercado 2010). Stoga su stalna stručna edukacija i odgovarajući uvjeti nužni za učinkovitu rasadničku proizvodnju (Gregorio i dr. 2015). Tehnička i financijska potpora rasadnicima šumskih sadnica mora biti stalni prioritet. Kontinuirana podrška i stručna edukacija ključne su za uspješnu primjenu tehnologija, rješavanje problema, obnavljanje zaliha te osnaživanje osoblja za stjecanje potrebnih znanja, vodstva i samostalnosti (Haase i Davis 2017).

Pravne mogućnosti

Legal enablers

Pravni instrumenti mogu biti pokretači obnove (Trouwborst 2021). To se odražava u uspješnoj provedbi velikih projekata obnove šuma, pri čemu su postojeći pravni instrumenti koji potiču obnovu prepoznati kao važan čimbenik uspjeha u EU (Schoukens i Cliquet 2016). Razmjena znanja jača društveni i ljudski kapital te može pomoći u rješavanju pravnih pitanja i pristupu poticajima. Pravne pretpostavke za obnovu šuma, koje se mogu primijeniti na šume hrasta lužnjaka, opisali su Foster i Bell-James (2024). Nužno je postaviti jasne i mjerljive ciljeve obnove ekosustava, osobito u kontekstima gdje prevladava pristup usmjeren na zaštitu. To uključuje procjenu potrebe za zakonodavstvom koje bi omogućilo aktivnu obnovu unutar zaštićenih područja. Potrebno je integrirati razmatranja klimatskih promjena jer promjenjive okolišne osnove zahtijevaju fleksibilnije i prilagodljivije pristupe obnovi šuma. Pristup koji kombinira zakonodavne ciljeve s detaljnom provedbom kroz političke instrumente može pružiti strateški smjer i operativnu jasnoću. Nadalje, važno je procijeniti treba li obnova biti obvezna ili dobrovoljna u različitim jurisdikcijama, ovisno o lokalnim kapacitetima, prioritetima i okolišnim potrebama. Kako bi se olakšala obnova, potrebno je reformirati postupke izdavanja dozvola radi uklanjanja nepotrebnih administrativnih prepreka. Konačno, zakonodavstvo treba jasno definirati pojam obnove šuma, postaviti realne i provedive ciljeve obnove te pružiti smjernice za odabir odgovarajućih referentnih stanja i sustava za praćenje napretka.

ZAKLJUČCI

CONCLUSIONS

Hrast lužnjak jedna je od najvažnijih šumskih vrsta drveća u Hrvatskoj i Srbiji. Brojni negativni čimbenici u posljednjem desetljeću pridonijeli su narušavanju tih šuma. Uočen je rastući trend abiotskih i biotskih ugroza, osobito mrežaste stjenice i pepelnice, kao i odumiranja šuma koje je posljedica složenog međudjelovanja štetnih biotskih i abiotskih čimbenika bez jasnog razgraničenja. Oluja iz 2023. godine bila je osobito pogubna, s velikim brojem zabilježenih šteta u obje zemlje.

Identificirane su i istaknute najznačajnije prepreke obnovi šuma hrasta lužnjaka u Hrvatskoj i Srbiji, zajedno s relevantnim činjenicama o svakoj od njih te mogućnostima za njihovo prevladavanje. Okolišne prepreke uključuju promjene u prikladnosti staništa, utjecaj invazivnih vrsta, štetne učinke klimatskih promjena, nedostatke biosigurnosne i uvozne mjere za šumski reprodukcijski materijal te potrebu za povećanjem količine i kvalitete sadnog materijala. Političke prepreke uključuju ograničeno prepoznavanje u politikama, nedostatak međusektorske koordinacije i niske razine subvencija. Ekonomske prepreke obuhvaćaju nedostatak tržišnih instrumenata, nedovoljne nacionalne poticaje za obnovu šuma te visoke troškove aktivnosti obnove šuma hrasta lužnjaka. Društvene prepreke odnose se na sukobe između različitih namjena korištenja zemljišta, depopulaciju ruralnih područja i nedostatak interesa javnosti za obnovu šuma. Tehničke prepreke obuhvaćaju nedostatak radne snage, slabu razvijenost mehanizacije, ograničenu dostupnost ŠRM-a, neadekvatne programe rasadničke proizvodnje i nedovoljno znanje o jačanju otpornosti šuma. Pravne prepreke uključuju ograničenja u mogućnostima gospodarenja i nedostatak međusektorske usklađenosti.

Mogućnosti za obnovu šuma s okolišnog aspekta nastoje identificirati potencijalne sinergije između strategija, koristiti klimatske analoge za demonstraciju mogućnosti obnove šuma i preventivne obnove i očuvanja, unaprijediti rasadničku proizvodnju i prilagoditi prakse gospodarenja šumama. Političke mogućnosti uključuju jačanje međusektorskih političkih okvira, razvoj integriranih planova obnove te učinkovitu javnu komunikaciju društvenih i ekoloških koristi obnove. Ekonomske mogućnosti uključuju potporu poduzećima temeljenima na prirodi i stvaranje poticaja za usluge ekosustava i šumarski sektor. Društvene mogućnosti naglašavaju uključivanje lokalnih dionika, obrazovanje i podizanje svijesti. Tehničke mogućnosti usmjerene su na poboljšanje radnih uvjeta, mehanizaciju te stručno osposobljavanje i obrazovanje. Pravne mogućnosti usmjerene su na identificiranje i uklanjanje regulatornih ograničenja te usklađivanje šumarskog i okolišnog zakonodavstva.

Istraživanje je prikazalo moguć način preispitivanja aktivnosti preventivne obnove i očuvanja šuma kroz sveobuhvatan pregled i analizu prepreka i mogućnosti u njihovoj provedbi. Time se ističe složenost i međudjelovanje različitih čimbenika, što rezultira nizom različitih događaja koji utječu na aktivnosti obnove šuma. Stvarni rezultati obnove šuma, sa svim njihovim utjecajima na okoliš, gospodarstvo i društvo, bit će u potpunosti vidljivi tek u narednim desetljećima. Stoga ova spoznaja dodatno naglašava važnost unaprijeđenog, proaktivnog i informiranog pristupa donošenju

odluka danas. Nadalje, budući da se i znanost i praksa obnove šuma i dalje razvijaju, dublje razumijevanje tih dinamika bit će ključno za unapređenje učinkovitih strategija obnove. Takvi uvidi važni su ne samo za obnovu šuma hrasta lužnjaka u Hrvatskoj i Srbiji, već i za aktivnosti obnove u drugim europskim regijama te za različite vrste šumskog drveća.

ZAHVALE

ACKNOWLEDGEMENTS

Ovaj rad financiran je sredstvima Europske unije kroz sljedeće projekte: Interreg IPA Hrvatska – Srbija (projekt REBIOFOR-ESTS), H2020 SUPERB te NextGenerationEU u okviru projekta 400-01/23-01/6-3: Uspostava i razvoj LABORATORIJA ZA ADAPTIRANI šumski reprodukcijski materijal (LABADAPT). Izneseni stavovi i mišljenja isključivo su odgovornost autora i ne odražavaju nužno službena stajališta Europske unije ili Europske komisije. Ni Europska unija ni Europska komisija ne mogu se smatrati odgovornima za njih.

LITERATURA

REFERENCES

- Adams, C., S.T. Rodrigues, M. Calmon, C. Kumar, 2016: Impacts of large-scale forest restoration on socioeconomic status and local livelihoods: What we know and do not know. *Biotropica* 48 (6): 731–744. <https://doi.org/10.1111/btp.12385>
- Anić, I., 2012: Raznolikost i prirodnost šuma u Hrvatskoj. U (Matić, S., F. Tomić, I. Anić, ur.): Zbornik radova okruglog stola Šume tla i vode – neprocjenjiva prirodna bogatstva Hrvatske. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, pp. 17–36.
- Anić, I., 2020: Zaključci sa znanstvenog skupa Gospodarenje šumama u uvjetima klimatskih promjena i prirodnih nepogoda. U (Anić, I., ur.): Zbornik radova Gospodarenje šumama u uvjetima klimatskih promjena i prirodnih nepogoda. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, pp. 183–189.
- Anić, I., 2025: Povijest obnove šuma hrasta lužnjaka u Hrvatskoj. *Šumarski list* 149 (5–6): 279–290. <https://doi.org/10.31298/sl.149.5-6.6>
- Anić, I., M. Oršanić, S. Matić, 2020: Uzgajanje šuma u uvjetima klimatskih promjena i prirodnih nepogoda. U (Anić, I., ur.): Zbornik radova Gospodarenje šumama u uvjetima klimatskih promjena i prirodnih nepogoda. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, pp. 161–181.
- Annighöfer, P., P. Beckschäfer, T. Vor, C. Ammer, 2015: Regeneration patterns of European oak species (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl., *Quercus robur* L.) in dependence of environment and neighborhood. *PloS one* 10 (8): e0134935. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134935>
- Ballian, D., M. Memišević, F. Bogunić, N. Bašić, M. Marković, D. Kajba, 2010: Morfološka varijabilnost hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) na području Hrvatske i zapadnog Balkana. *Šumarski list* 134 (7–8): 371–386.
- Banković, S., M. Medarević, D. Pantić, N. Petrović, 2009: Nacionalna inventura šuma Republike Srbije – šumski fond Republike Srbije. Ministarstvo poljoprivrede šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije – Uprava za šume, Beograd, Srbija.
- Baranac, S. (ur.), 1933: Šumsko gospodarstvo imovnih opština (1919. – 1930.). Ministarstvo šuma i rudnika, Beograd, pp. 124.
- Blombäck, P., P. Poschen, M. Lövgren, 2003: Employment trends and prospects in the European forest sector. Geneva Timber and Forest Discussion Papers, FAO-UNECE, Geneva, Switzerland, pp. 37. <https://digitallibrary.un.org/record/491264?v=pdf>
- Bluszkowska, U., T. Nurek, 2014: Effect of mechanization level on manpower needs. *Folia Forestalia Polonica* 56 (4): 194–201. <https://doi.org/10.2478/ffp-2014-0022>
- Bogdan, S., I. Katičić Bogdan, M. Temunović, 2023: O korištenju inozemnog šumskog reprodukcijskog materijala za obnovu domaćih sastojina hrasta lužnjaka iz perspektive genetičara. *Šumarski list* 147 (11–12): 565–571. <https://doi.org/10.31298/sl.147.11-12.7>

- Brooks, J.S., K.A. Waylen, M.B. Mulder, 2012: How national context, project design, and local community characteristics influence success in community-based conservation projects. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109: 21265–21270. DOI: 10.1073/pnas.1207141110.
- Bullock, J.M., J. Aronson, A.C. Newton, R.F. Pywell, J.M. Rey Benayas, 2011: Restoration of ecosystem services and biodiversity. *Trends in Ecology & Evolution* 26 (10): 541–549. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2011.06.011>
- Buras, A., U. Sass-Klaassen, I. Verbeek, P. Copini, 2020: Provenance selection and site conditions determine growth performance of pedunculate oak. *Dendrochronologia* 61: 125705. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2020.125705>
- Chee, Y.E., 2004: An ecological perspective on the valuation of ecosystem services. *Biological Conservation* 120 (4): 549–565. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.03.028>
- Ciceu, A., F. Bălăcenoiu, M. De Groot, D. Chakraborty, D. Avtzi, M. Barta, S. Blaser, M. Bracalini, B. Castagneyrol, U.A. Chernova, E. Çota, G. Csóka, M. Dautbasic, M. Glavendekic, Y.I. Gninenko, G. Hoch, K. Hardil, M. Husemann, V. Meshkova, O. Mujezinovic, S. Schueler, 2024: The ongoing range expansion of the invasive oak lace bug across Europe: Current occurrence and potential distribution under climate change. *Science of the Total Environment* 949: 174950. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.174950>.
- Cortina-Segarra, J., I. García-Sánchez, M. Grace, P. Andrés, S. Baker, C. Bullock, K. Decler, L.V. Dicks, J.L. Fisher, J. Frouz, A. Klimakowska, A.P. Kyriazopoulos, D. Moreno-Mateos, P.M. Rodríguez-González, S. Sarkki, J.L. Ventocilla, 2021: Barriers to ecological restoration in Europe: expert perspectives. *Restoration Ecology* 29 (4): e13346. <https://doi.org/10.1111/rec.13346>
- Čater, M., T. Levanič, 2015: Physiological and growth response of *Quercus robur* in Slovenia. *Dendrobiology* 74: 3–12. <http://dx.doi.org/10.12657/denbio.074.001>
- 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>
- Daily, G.C., 1995: Restoring value to the world's degraded lands. *Science* 269 (5222): 350–354. <https://doi.org/10.1126/science.269.5222.350>
- Dasgupta, P., 2021: The Economics of Biodiversity: The Dasgupta Review. London, UK, HM Treasury, pp. 610. <https://www.gov.uk/government/publications/final-report-the-economics-of-biodiversity-the-dasgupta-review>
- Dubravac, T., M. Turk, R. Licht, 2017: Structural elements and morphological characteristics of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) in young even-aged stands of Spačva forest. *South-east European forestry* 8 (1): 59–66. <https://doi.org/10.15177/see-for.17-09>
- Dubravac, T., S. Dekanić, 2009: Struktura i dinamika sječe suhih i odumirućih stabala hrasta lužnjaka u Spačvanskom bazenu od 1996. do 2006. godine. *Šumarski list* 133 (7–8): 391–405. <https://hrcak.srce.hr/40466>
- Đodan, M., R. Bogdanić, M. Građević Poštenjak, S. Perić, 2023: Proizvodnja šumskog sadnog materijala bjelogorice u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2017. do 2021. godine. *Šumarski list* 147 (11–12): 555–564. <https://doi.org/10.31298/sl.147.11-12.6>
- Đodan, M., S. Perić, 2022: Stručni nadzor i pregled rasadničke proizvodnje šumskog sadnog materijala u Republici Hrvatskoj tijekom 2021. godine. *Radovi Hrvatski šumarski institut* 48 (1): 48–56. <https://hrcak.srce.hr/306997>
- Đodan, M., S. Perić, A. Barišić, 2026: Productivity of pedunculate oak provenances in the Republic of Croatia – importance for forest restoration. *Šumarski list* 150 (3–4): 117–125. <https://doi.org/10.31298/sl.150.3-4.2>
- Eaton, E., G. Caudullo, S. Oliveira, D. de Rigo, 2016: *Quercus robur* and *Quercus petraea* in Europe: Distribution, habitat, usage and threats. U (San-Miguel-Ayaz, J., D. de Rigo, G. Caudullo, T. Houston Durrant, A. Mauri, ur.): *European Atlas of Forest Tree Species*. Publication Office of the European Union: Luxembourg, pp. 160–163.
- Edralin, D.I., A. Mercado, 2010: The need for improved nursery management practices and marketing in the tree nurseries of Northern Mindanao. *Annals of Tropical Research* 32 (2): 27–34. <https://doi.org/10.32945/atr3223a.2010>
- Erbaugh, J.T., N. Pradhan, J. Adams, J.A. Oldekop, A. Agrawal, D. Brackington, R. Pritchard, A. Chhatre, 2020: Global forest restoration and the importance of prioritizing local communities. *Nature Ecology & Evolution* 4 (11): 1472–1476. <https://doi.org/10.1038/s41559-020-01282-2>
- Erdeš, J., S. Orlović, Z. Galić, N. Radosavljević, 2008: Istorijat šuma ravnog Srema. U (Tomović, Z., ur.): *Monografija 250 godina šumarstva ravnog Srema*, JP Vojvodinašume, pp. 1–37.
- Erdozain, M., I. Alberdi, R. Aszalos, K. Bollmann, V. Detsis, J. Dicai, M. Đodan, G. Efthimiou, L. Gálhidy, M. Haase, J. Hoffmann, D. Jaymond, E. Johann, H. Jørgensen, F. Krumm, T. Kuuluvainen, T. Lachat, K. Lapin, M. Lindner, P. Madsen, L. Nichiforel, M. Pach, Y. Paillet, C. Palaghianu, J. Palau, J. Pemán, S. Perić, S. Raum, S. Schueler, J. Skrzyszewski, J. Svensson, S. Teeuwen, G. Vacchiano, K. Vandekerckhove, I. Cañellas, M. Menéndez-Miguélez, L.L.K. Werden, A. Àvila, S. de-Miguel, 2024: The evolution of forest restoration in Europe: A synthesis for a step forward based on national expert knowledge. *Current Forestry Reports* 11 (1): 4.
- European Commission, 2021: Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions New EU Forest Strategy for 2030, European Commission, Brussels, Belgium, 28p. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52021DC0572>
- FAO-UNECE, 2020: Forest sector workforce in the UNECE region – Overview of the social and economic trends with impact on the forest sector. Geneva Timber and Forest discussion paper 76. United Nations, Geneva, Switzerland, pp. 77.
- Foster, R., J. Bell-James, 2024: Legal barriers and enablers to upscaling ecological restoration. *Restoration Ecology* 32 (7): e14203.
- Franić, I., M. Cleary, K.G. Aday Kaya, H. Bragança, G. Brodal, L.C. Thomas, A. Chandelier, T. Doğmuş-Lehtijärvi, R. Eschen, A. Lehtijärvi, M. Ormsby, S. Prospero, K. Schwanda, K. Sikora, H. Szmidla, V. Talgø, M. Tkaczyk, A.M. Vetraino, A. Perez-Sierra, 2024: The biosecurity risks of international forest tree seed movements. *Current Forestry Reports* 10: 89–102. <https://doi.org/10.1007/s40725-023-00211-3>
- Frank, A., G.T. Howe, C. Sperisen, P. Brang, J. Bradley St Clair, D.R. Schmatz, C. Heiri, 2017: Risk of genetic maladaptation due to climate change in three major European tree species. *Global Change Biology* 23: 5358–5371. <https://doi.org/10.1111/gcb.13802>
- Gerasimenko, V.V., G.A. Markova, I.V. Chekurov, S.S. Tyulebaeva, E.M. Anhalt, 2022: On the state of the pedunculate oak plants (*Quercus robur* L.) of the Orenburg climatype. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1010: 012124 DOI: 10.1088/1755-1315/1010/1/012124
- Giertliova, B., D. Halaj, Z. Dobsinska, 2019: Use of financial instruments to support forest ecosystem services. U (Ibrahimov, M., A. Aleksic, D. Dukic, ur.): 37th International Scientific Conference on Economic and Social Development – Socio Economic Problems of Sustainable Development, Varaždin, Croatia, 14–15 February 2020, pp. 1399–1406.
- Goldstein, J.H., L. Pejchar, G.C. Daily, 2008: Using return-on-investment to guide restoration: A case study from Hawaii. *Conservation Letters* 1 (5): 236–243. <https://doi.org/10.1111/j.1755-263X.2008.00031.x>
- Golub, B., B. Jaković, D. Tubić, 2019: Potencijali razvoja ekoturizma na hrvatskim rijekama. U (Geić, S., ur.): *Zbornik radova 2. kongresa eko i održivog turizma*, Zagreb, 15.–16. 12. 2016., LUX i Aspira, pp. 30–35.
- Gračan, J., 1993: Preliminary results of common oak (*Quercus robur* L.) provenance experiments in Croatia. *Annals of Forest Science* 50 (1): 215–221. <https://doi.org/10.1051/forest:19930720>
- Gregorio, N., J. Herbohn, S. Harrison, C. Smith, 2015: A systems approach to improving the quality of tree seedlings for agroforestry, tree farming and reforestation in the Philippines. *Land Use Policy* 47: 29–41. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.03.009>
- Grossnickle, S.C., J.E. MacDonald, 2018: Seedling quality: History, application, and plant attributes. *Forests* 9 (5): 283. <https://doi.org/10.3390/f9050283>
- Haase, D.L., A.S. Davis, 2017: Developing and supporting quality nursery facilities and staff are necessary to meet global forest and landscape restoration needs. *Reforesta* 4: 69–93. <https://dx.doi.org/10.21750/REFOR.4.06.45>
- Hirsch, T., K. Mooney, D. Cooper, E. Maruma Mrema, 2020: Secretariat of the Convention on Biological Diversity Global Biodiversity Outlook 5. Montreal, Canada.

- Höhl, M., V. Ahimbisibwe, J.A. Stanturf, P. Elsasser, M. Kleine, A. Bolte, 2020: Forest landscape restoration — what generates failure and success? *Forests* 11 (9): 938. <https://doi.org/10.3390/f11090938>
- Holl, K.D., P.H.S. Brancalion, 2020: Tree planting is not a simple solution. *Science* 368 (6491): 580–581. DOI: 10.1126/science.aba8232
- Hrašovec, B., D. Posarić, I. Lukić, M. Pernek, 2013: First record of oak lace bug (*Corythucha arcuata*) in Croatia. *Šumarski list* 137 (9–10): 499–503. <https://hrcak.srce.hr/111641>
- Idžojtić, M., I. Poljak, M. Zebec, S. Perić, 2009: Biological, morphological and ecological characteristics of indigobush (*Amorpha fruticosa* L.). U (Kranj, A.P.B., ur.): Biological-ecological and energetic characteristics of indigobush (*Amorpha fruticosa* L.) in Croatia. *Book of Abstracts*, Zagreb, pp. 13–39.
- Isaac-Renton, M., D. Montwé, A. Hamann, H. Spiecker, P. Cherubini, K. Treydte, 2018: Northern forest tree populations are physiologically maladapted to drought. *Nature Communications* 9: 5254. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-07701-0>
- Izveštajno prognozni poslovi u šumarstvu. <https://stetnici.hr/> (pristupljeno 21.1.2026)
- Jandl, R., P. Spathelf, A. Bolte, C.E. Prescott, 2019: Forest adaptation to climate change—is non-management an option? *Annals of Forest Science* 76 (2): 48. <https://doi.org/10.1007/s13595-019-0827-x>
- Keenan, R.J., 2015: Climate change impacts and adaptation in forest management: a review. *Annals of Forest Science* 72: 145–167. <https://doi.org/10.1007/s13595-014-0446-5>
- Kesić, L., K. Cseke, S. Orlović, D.B. Stojanović, S. Kostić, A. Benke, A. Borovics, S. Stojnić, E.V. Avramidou, 2021: Genetic diversity and differentiation of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) populations at the southern margin of its distribution range—Implications for conservation. *Diversity* 13 (8): 371. <https://doi.org/10.3390/d13080371>
- Klepac, D. (ur.), 1996. Hrast lužnjak u Hrvatskoj. Grafički zavod Hrvatske, Zagreb, Croatia, pp. 9–13.
- Klepac, D., 2003: Hrast lužnjak (*Quercus robur* L.) – spoznaje. U (Klepac, D., K. Čorkalo Jemrić, ur.): Retrospektiva i perspektiva gospodarenja šumama hrasta lužnjaka u Hrvatskoj, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Centar za znanstveni rad u Vinkovcima, Zagreb – Vinkovci, pp. 23–32.
- Kostić, S., S. Orlović, V. Karaklić, L. Kesić, M. Zorić, D.B. Stojanović, 2021: Allometry and post-drought growth resilience of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) varieties. *Forests* 12 (7): 930. <https://doi.org/10.3390/f12070930>
- Kovalenko, K.E., J.J.H. Ciborowski, C. Daly, D.G. Dixon, A.J. Farwell, A.L. Foote, K.R. Frederick, J.M. Gardner Costa, K. Kennedy, K. Liber, M.C. Roy, C.A. Slama, J.E.G. Smits, 2013: Food web structure in oil sands reclaimed wetlands. *Ecological Applications* 23: 1048–1060. <https://doi.org/10.1890/12-1279.1>
- Kozarac, J., 1886: O proriđivanju šuma. *Šumarski list* X (8–9): 956–359, Zagreb.
- Krutovsky, K.V., A.A. Popova, I.A. Yakovlev, Y.A. Yanbaev, S.M. Matveev, 2025: Response of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) to adverse environmental conditions in genetic and dendrochronological studies. *Plants* 14 (1): 109. <https://doi.org/10.3390/plants14010109>
- Landekić, M., I. Martinić, M. Bakarić, R. Ricart, M. Šporčić, 2017: Stručno osposobljavanje radnika u sektoru šumarstva – stanje u Hrvatskoj i trendovi u Europi. *Šumarski list* 141 (7–8): 395–406. <https://doi.org/10.31298/sl.141.7-8.6>
- Levanič, T., M. Čater, N.G. McDowell, 2011: Associations between growth, wood anatomy, carbon isotope discrimination and mortality in a *Quercus robur* forest. *Tree Physiology* 31 (3): 298–308. <https://doi.org/10.1093/treephys/tpq111>
- Lewis, S.L., C.E. Wheeler, E.T.A. Mitchard, A. Koch, 2019: Regenerate natural forests to store carbon. *Nature* 568: 25–28. <https://doi.org/10.1038/d41586-019-01026-8>
- Libert-Amico, A., A.M. Larson, 2020: Forestry decentralization in the context of global carbon priorities: New challenges for subnational governments. *Frontiers in Forests and Global Change* 3: 15. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2020.00015>
- Licht, R., T. Dubravac, B. Liović, S. Šokčević, Ž. Tomašić, 2023: Study of the effects of polypropylene tree shelters and hydrophilic polymers on growth, survival, health and physiological condition of pedunculate oak seedlings (*Quercus robur* L.). *South-east European forestry* 14 (2): 225–234. <https://doi.org/10.15177/seeor.23-22>
- Löf, M., P. Madsen, M. Metslaid, J. Witzell, D.F. Jacobs, 2019: Restoring forests: regeneration and ecosystem function for the future. *New Forests* 50: 139–151. <https://doi.org/10.1007/s11056-019-09713-0>
- Lončar, G., V. Hršak, M. Kerovec, S. Dekanić, D. Vranješ, 2020: Removal methods for invasive species *Amorpha fruticosa* – example of Odransko polje. *Inženjerstvo okoliša* 7 (2): 75–83. <https://doi.org/10.37023/ee.7.2.5>
- Lucarić, T., 1974: Uređivanje šuma jugoistočne Slavonije. U (Vidaković, M., S. Horvatinović, D. Švagelj, ur.): Zbornik o stotoj obljetnici šumarstva jugoistočne Slavonije, knjiga I, Centar za znanstveni rad HAZU u Vinkovcima, Vinkovci – Slavonski brod, pp. 267–292.
- Manion, P.D., 1981: Tree disease concepts. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 07632, USA.
- Mansourian, S., J.A. Stanturf, M.A.A. Derkyi, V.L. Engel, 2017: Forest landscape restoration: increasing the positive impacts of forest restoration or simply the area under tree cover? *Restoration Ecology* 25 (2): 178–183.
- Margaletić, J., 2023: The effects of stormy weather on forests. *Šumarski list* 147 (7–8): 306–306. <https://hrcak.srce.hr/307845>
- Margaletić, J., 2024a: Godišnjica nezapamćenoga olujnog nevremena u Republici Hrvatskoj. *Šumarski list* 148 (7–8): 325–325.
- Margaletić, J., 2024b: What does Croatian Forestry Society expect from the future government? *Šumarski list* 148 (3–4): 119–120. <https://hrcak.srce.hr/315875>
- Marković, Č., B. Kanjevac, U. Perišić, J. Dobrosavljević, 2024: The effect of the oak powdery mildew, oak lace bug, and other foliofagous insects on the growth of young pedunculate oak trees. *Frontiers in Forests and Global Change* 6: 1297560. DOI: 10.3389/ffgc.2023.1297560
- Matić S., 1996: Uzgojni radovi na obnovi i njezi sastojina hrasta lužnjaka. U (Klepac, D., ur.): Pedunculate oak in Croatia. Grafički zavod Hrvatske, Zagreb, Hrvatska, pp. 169–212.
- Matić S., 1994: Prilog poznavanju broja biljaka i količine sjemena za kvalitetno pomlađivanje i pošumljavanje. *Šumarski list* 118 (3–4): 71–79.
- Matić S., 1993: Brojnost pomlatka glavne vrste drveća kao temeljni preduvjet kvalitetne obnove, podizanja i njege šuma. *Glasnik za šumske pokuse, posebno izdanje* 4: 365 – 380.
- Matić S., 2003: Tending and regeneration of forest of pedunculate oak. U (Klepac, D., K. Čorkalo-Jermić, ur.): A retrospective and perspective on managing forests of pedunculate oak in Croatia. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Centar za znanstveni rad u Vinkovcima, Zagreb–Vinkovci, Hrvatska, pp. 143–166.
- Matisons, R., D. Elferts, G. Brūmelis, 2013: Possible signs of growth decline of pedunculate oak in Latvia during 1980–2009. in tree ring width and vessel size. *Baltic Forestry* 19 (1): 137–142.
- Meerbeek, K., B. Muys, S. Schowaneck, J.C. Svenning, 2019: Reconciling conflicting paradigms of biodiversity conservation: human intervention and rewilding. *BioScience* 69: 997–1007. <https://doi.org/10.1093/biosci/biz106>
- Menéndez-Miguel, M., Á. Rubio-Cuadrado, I. Cañellas, M. Erdozain, S. de Miguel, K. Lapin, J. Hoffmann, L. Werden, I. Alberdi, 2024: How to measure outcomes in forest restoration? A European review of success and failure indicators. *Frontiers in Forests and Global Change* 7: 1420127. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2024.1420127>
- Menz, M.H., K.W. Dixon, R.J. Hobbs, 2013: Hurdles and opportunities for landscape-scale restoration. *Science* 339: 526–527. DOI: 10.1126/science.1228334
- Mette, T., S. Brandl, C. Kölling, 2021: Climate analogues for temperate European forests to raise silvicultural evidence using twin regions. *Sustainability* 13 (12): 6522. <https://doi.org/10.3390/su13126522>
- Mikac, S., D. Trlin, A. Žmegač, S. Dekanić, B. Miklić, I. Anić, 2020: Utjecaj recentnih promjena klime na nizinske šumske ekosustave hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u Hrvatskoj. U (Anić, I., ur.): Zbornik radova Gospodarenje šumama u uvjetima klimatskih promjena i prirodnih nepogoda, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, pp. 1–15.
- Mölder, A., H. Sennhenn-Reulen, C. Fischer, H. Rumpf, E. Schönfelder, J. Stockmann, R.V. Nagel, 2019: Success factors for high-quality oak forest (*Quercus robur*, *Q. petraea*) regeneration. *Forest Ecosystems* 6 (1): 49. <https://doi.org/10.1186/s40663-019-0206-y>
- Morić, M., S. Bogdan, M. Ivanković, 2018: Kvantitativna genetska diferencijacija populacija hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u pokusnom

- nasadu Jastrebarski lugovi. Nova mehanizacija šumarstva 39 (1): 35–45. <https://hrcak.srce.hr/215653>
- Oldekop, J.A., G. Holmes, W.E. Harris, K.L.A. Evans, 2016: Global assessment of the social and conservation outcomes of protected areas. *Conservation Biology* 30: 133–141. <https://doi.org/10.1111/cobi.12568>
 - Ortmann-Ajkai, A., G. Csicssek, M. Lukács, F. Horváth, 2017: Regeneration patterns in a pedunculate oak (*Quercus robur* L.) strict forest reserve in Southern Hungary. *Šumarski list* 141 (1–2): 39–46. <https://doi.org/10.31298/sl.141.1-2.4>
 - Pacheco, P., C. Beatty, J. Patel, 2024: An economic view on the costs and benefits of forest restoration. U (Katila, P., W. de Jong, G. Winkel, P. Paech, G. Galloway, C.J. Pierce Colfer, ur.): *Restoring Forests and Trees for Sustainable Development: Policies, Practices, Impacts, and Ways Forward*, Oxford Academic, New York, USA, pp. 238–260. <https://doi.org/10.1093/9780197683958.003.0009>
 - Park, A., J.L. Rodgers, 2023: Provenance trials in the service of forestry assisted migration: A review of North American field trials and experiments. *Forest Ecology and Management* 537: 120854. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.120854>
 - Perić, S., 2001: Šumsko-uzgojna svojstva različitih provenijencija hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u Hrvatskoj. Doktorski rad, Sveučilište u Zagrebu Fakultet šumarstva i drvene tehnologije, Zagreb.
 - Perunová, M., J. Zimmermannová, 2023: Economic and financial instruments of forest management in the Czech Republic. *Frontiers in Forests and Global Change* 6: 1237597. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2023.1237597>
 - Petračić, A., 1926: Pomlađivanje naših hrastovih šuma je u opasnosti. *Šumarski list* (8–9): 467–469.
 - Petrović, J., N. Stavretović, S. Čurčić, I. Jelić, B. Mijović, 2013: Invazivne biljne vrste i trčci i mravi kao potencijal njihove biološke kontrole na primjeru spomenika prirode "Bojčinska šuma" (Vojvodina, Srbija). *Šumarski list* 137 (1–2): 61–68.
 - Pilaš, I., N. Lukić, B. Vrbek, T. Dubravac, V. Roth, 2007: The effect of groundwater decrease on short- and long-term variations of radial growth and dieback of mature pedunculate oak (*Quercus robur* L.) stand. *Ekologia (Bratislava)* 26 (2): 122–131.
 - Popović, M., I. Katičić Bogdan, F. Varga, Z. Šatović, S. Bogdan, M. Ivančević, 2023: Genetic diversity in peripheral pedunculate oak (*Quercus robur* L.) provenances – Potential climate change mitigators in the center of distribution despite challenges in natural populations. *Forests* 14: 2290. <https://doi.org/10.3390/f14122290>
 - Posarić, D., 2008: Obnova spačvanskih šuma hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) oplodnim sječama – Mogućnosti poboljšanja postojećeg načina rada. *Šumarski list* 132 (1–2): 53–63.
 - Posavec, S., K. Beljan, I. Milković, 2023: The economic outcomes of high pedunculate oak (*Quercus robur* L.) forest management in Croatia. U (Japelj, A., V. Leban, Š. Pezdevšek Malovrh, L. Zadnik Stirn, ur.): *Deal for Green? Contribution of managerial economics, accounting, and cross-sectoral policy analysis to climate neutrality and forest management*. Proceedings of IUFRO 4.05.00 & 9.05.03 International Conference, Ljubljana, 25–27 September, pp. 39–45.
 - Powlan, K.A., M.C. Gavin, K.W. Jones, 2021: Management effectiveness positively influences forest conservation outcomes in protected areas. *Biological Conservation* 260: 109192. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109192>
 - Pritchard, R., D. Brockington, 2019: Regrow with locals' participation. *Nature* 569: 630–630. DOI: 10.1038/d41586-019-01664-y
 - Prpić, B., 1987: Ekološka i šumsko-uzgojna problematika šuma hrasta lužnjaka u Jugoslaviji. *Šumarski list* 111 (1–2): 41–52.
 - Radošević, M., 1876: Šumsko-gojiteljna osnova za šume Brodske imovne općine. Vinkovci.
 - Rađević, V., P. Pap, V. Vasić, 2020: Gazdovanje šumama hrasta lužnjaka u Ravnom Sremu: juče, danas, sutra. *Topola* 206: 41–52.
 - Ramantwana, M., S.P.S. Guerra, B.T. Ersson, 2020: Advances in the mechanization of regenerating plantation forests: A review. *Current Forestry Reports* 6: 143–158. <https://doi.org/10.1007/s40725-020-00114-7>
 - Regulation (EU) 2024./1991. of the European Parliament and of the Council of 24 June 2024. on nature restoration and amending Regulation (EU) 2022./869. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1991/oj/eng>
 - Republički zavod za statistiku, Šumarstvo u Republici Srbiji 2019, Bilten 660, pp. 66
 - Republički zavod za statistiku, Šumarstvo u Republici Srbiji 2020, Bilten 674, pp. 72
 - Republički zavod za statistiku, Šumarstvo u Republici Srbiji 2021, Bilten 684, pp. 72
 - Republički zavod za statistiku, Šumarstvo u Republici Srbiji 2022, Bilten 697, pp. 72
 - Republički zavod za statistiku, Šumarstvo u Republici Srbiji 2023, Bilten 717, pp. 66
 - Romanelli, J.P., M.R. Piana, V.H. Klaus, P.H.S. Brancalion, C. Murcia, F. Cardou, K.J. Wallace, C. Adams, P.A. Martin, P.J. Burton, H.L. Diefenderfer, E.S. Gornish, J. Stanturf, M. Beyene, J.P. Bispo Santos, R.R. Rodrigues, M.V. Cadotte, 2024: Convergence and divergence in science and practice of urban and rural forest restoration. *Biological Reviews* 99 (1): 295–312. <https://doi.org/10.1111/brv.13022>
 - Sample, V.A., R.P. Bixler, 2014: Forest conservation and management in the Anthropocene: Adaptation of science, policy and practice (RMRS-P-71). Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
 - Sample, V.A., R.P. Bixler, M.H. McDonough, S.H. Bullard, M.M. Snieckus, 2015: The promise and performance of forestry education in the United States: Results of a survey of forestry employers, graduates, and educators. *Journal of Forestry* 113 (6): 528–537. <https://doi.org/10.5849/jof.14-122>
 - Schoukens, H., A. Cliquet, 2016: Biodiversity offsetting and restoration under the European Union habitats directive: balancing between no net loss and deathbed conservation? *Ecology and Society* 21 (4): 10.
 - Seppälä, R., A. Buck, P. Katila, 2009: Adaptation of forests and people to climate change: A global assessment report, IUFRO World Series Volume 22. Helsinki.
 - Smithwick, E., J. Baka, D. Bird, C. Blaszcak-Boxe, C. Cole, J. Fuentes, S.E. Gergel, L.L. Glenna, C. Grady, C.A. Hunt, L.D. Iulo, J. Kaye, K., Keller, 2023: Regenerative landscape design: an integrative framework to enhance sustainability planning. *Ecology and Society* 28 (4): 5. <https://doi.org/10.5751/ES-14483-280405>
 - Society for Ecological Restoration (SER) 2004. The SER international primer on ecological restoration. <http://www.ser.org/resources/resources-detail-view/ser-international-primer-on-ecological-restoration> (pristupljeno 26.01.2026.)
 - Stanturf, J.A., 2005: What is forest restoration. Restoration of boreal and temperate forests. CRC Press, Boca Raton, 3–11.
 - Stanturf, J.A., 2021. Forest landscape restoration: building on the past for future success. *Restoration Ecology* 29 (4): e13349. <https://doi.org/10.1111/rec.13349>
 - Stanturf, J.A., I. Ivetić, R.K. Dumroese, 2024: Framing recent advances in assisted migration of Trees: A, Special Issue. *Forest Ecology and Management* 551: 121552. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.121552>
 - Stanturf, J.A., S. Mansourian, K. Michael, 2017: Implementing Forest Landscape Restoration: A Practitioner's Guide. International Union of Forest Research Organisations, Special Programme for Development of Capacities (IUFRO-SPDC), Beč, Austrija, pp. 128.
 - Stojanović, D.B., T. Levanić, B. Matović, S. Orlović, 2015: Growth decrease and mortality of oak floodplain forests as a response to change of water regime and climate. *European Journal of Forest Research* 134: 555–567. <https://doi.org/10.1007/s10342-015-0871-5>
 - Sukhdev, P., 2008: The economics of ecosystems and biodiversity (TEEB): interim report. European Community, Cambridge, United Kingdom.
 - ŠGO, 2016–2025: Šumskogospodarska osnova područja Republike Hrvatske 2016.–2025. <https://poljoprivreda.gov.hr/> (pristupljeno 26.01.2026.)
 - Šporčić, M., I. Martinić, M. Landekić, M. Lovrić, M. Svakidan, 2009: Prikaz stanja poduzetništva u šumarstvu srednje i istočne Europe. Nova mehanizacija šumarstva 30 (1): 37–46.
 - Šporčić, M., M. Bakarić, I. Crnić, M. Landekić, 2018: Pregled dobre prakse u šumarskom poduzetništvu. Nova mehanizacija šumarstva 39 (1): 67–82.
 - Šporčić, M., M. Landekić, I. Papa, K., Lepoglavec, H. Nevečerel, A. Seletković, M. Bakarić, 2017: Current status and perspectives of forestry entrepreneurship in Croatia. *South-east European Forestry* 8 (1): 21–29. <https://doi.org/10.15177/see-for.17-01>

- Šporčić, M., M. Landekić, Z. Pandur, M. Bačić, M. Šušnjar, D. Mijoč, 2025: Strategic directions for strengthening sustainability of forestry workforce. *Croatian Journal of Forest Engineering* 46 (1): 179–195. <https://doi.org/10.5552/crojfe.2025.3010>
- Thomas, R., M. Reed, K. Clifton, N. Appadurai, A. Mills, C. Zucca, E. Kodsí, J. Sircely, F. Haddad, C. von Hagen, E. Mapedza, K. Wolderegay, S. Kumar, M. Bellon, Q. Le, S. Mabikke, S. Alexander, S. Leu, S. Schlingloff, Q. Roberto, 2017: Scaling Up Sustainable Land Management and Restoration of Degraded Land. Bonn, Switzerland: UNCCD.
- Trouwborst, A., 2021: Megafauna rewilding: addressing amnesia and myopia in biodiversity law and policy. *Journal of Environmental Law* 33 (3): 639–667. <https://doi.org/10.1093/jel/eqab016>
- Ugarković, D., 2015: Klimatske promjene i njihov potencijalni utjecaj na ekološku nišu hrasta lužnjaka na području nizinskih šumskih ekosustava Republike Hrvatske. Zbornik radova sa znanstvenog skupa Proizvodnja hrane i šumarstvo – temelj razvoja istočne Hrvatske. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, Hrvatska, pp. 237–253.
- Ugarković, D., I. Tikvić, M. Knežić, 2025: Kolebanja klimatskih i hidroloških elemenata u odnosu na ekološku konstituciju hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.). U (Anić, I., ur.): Gospodarenje šumama hrasta lužnjaka u prošlosti, sadašnjosti i budućnosti. Zbornik radova sa znanstvenog skupa Centra za znanstveni rad HAZU u Vinkovcima. Vinkovci, 18.–19. 4. 2024., pp. 113–130. <https://dx.doi.org/10.21857/y26kecgvl9>
- Vacek, Z., S. Vacek, J. Cukor, 2023: European forests under global climate change: Review of tree growth processes, crises and management strategies. *Journal of Environmental Management* 332: 117353. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117353>
- Verdone, M., A. Seidl, 2017: Time, space, place, and the Bonn Challenge global forest restoration target. *Restoration Ecology* 25 (6): 903–911. <https://doi.org/10.1111/rec.12512>
- Versluijs, M., J.M. Roberge, S. Eggers, J. Boer, J. Hjältén, 2019: Ecological restoration for biodiversity conservation improves habitat quality for an insectivorous passerine in boreal forest. *Biological Conservation* 237: 90–96. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.06.025>
- Vrbek, B., I. Pilaš, N. Pernar, 2010: Observed climate change in Croatia and its impact on the hydrology of lowlands. U (Bredemeier, M., S. Cohen, D. Godbold, E. Lode, V. Pichler, P. Schleppi, ur.): *Forest Management and the Water Cycle*. Ecological Studies 212, Springer, Dordrecht, pp. 141–162. https://doi.org/10.1007/978-90-481-9834-4_8
- Vucelja, M., L. Bjedov, K. Tomljanović, J. Kranjec Orlović, M. Boljfečić, M. Matijević, J. Margaletić, 2023: Forest residue management impact on rodent (Rodentia: Murinae, Arvicolinae) damage in pedunculate oak (*Quercus robur* L.) forests in Croatia. *Croatian Journal of Forest Engineering* 44 (1): 121–135. <https://doi.org/10.5552/crojfe.2023.2028>
- Wiersma, Y.F., P.N. Duinker, W. Haider, G.T. Hvenegaard, F.K.A. Schmieglow, 2015: Introduction: relationships between protected areas and sustainable forest management: where are we heading? *Conservation and Society* 13 (1): 1–12. <https://www.jstor.org/stable/26393180>
- Zikmundovsky, F., 1877: Gradiška imovna občina sa šumarskoga stanovišta. *Šumarski list* 3 (1): 189–201.

SUMMARY

Pedunculate oak forests have prominent historical value from commercial, biological, and social aspects for both countries. Recently, these forests have been exposed to rising threats, which raised both the concern of practical foresters and the importance of forest restoration efforts. Reports from both Croatia and Serbia over the past decade indicate an increase in the frequency and intensity of biotic and abiotic threats. To preserve the forests and their numerous benefits for nature and society, as well as to prevent their further degradation, it is essential to undertake the restoration. However, defferenet barriers and constraints are associated with restoring pedunculate oak forests in practical forestry. Therefore, our goal was to facilitate restoration of pedunculate oak forests by analysing current scientific knowledge and by identifying: 1) threats posed to pedunculate oak forests, 2) constraints and barriers, and 3) enablers and guidelines for forest restoration. Reviewing the available literature, we identified the most reported threats affecting pedunculate oak forests in Croatia and Serbia, among which lace bug, powdery mildew, wind damage, and the complex interplay of harmful biotic and abiotic factors stand out. Forest restoration is challenged by a range of systemic and practical barriers. The most common barriers are economic, legal, political, environmental, technical, and social. For each barrier, a description and binding issue for the restoration of pedunculate oak forests is given, as well as possible enablers for addressing them. Identifying and comprehending the barriers and enablers is essential for creating effective forest restoration strategies. Given that both the science and practice of restoration are still in a developmental phase, such insights are vital for advancing and improving restoration outcomes.

Keywords: abiotic threats, biotic threats, forest management, forest restoration, silviculture, *Quercus robur* L.

Woody Plant Species in the Diet of the Golden Jackal (*Canis aureus* Linnaeus, 1758) in Trabzon, Türkiye

Ahmet Arpacık^{1*}, Furkan Can Özcelep²

¹ Department of Wildlife Ecology and Management, Faculty of Forestry, Karadeniz Technical University, Trabzon, Türkiye

² Graduate School of Natural and Applied Sciences, Karadeniz Technical University, Trabzon, Türkiye

* Corresponding author: Ahmet Arpacık, e-mail: ahmetarpacik@ktu.edu.tr

ABSTRACT

Woody plant species whose fruits or seeds the golden jackals eats were investigated in Trabzon's agricultural, forest, and suburban areas (Türkiye, ca 426 ha) between January 2023 and June 2024. The fruits or seeds of woody plants in the diet of the golden jackal were identified for the first time using camera trapping, and a total of 21 scat samples were subsequently collected and analyzed. Of the 25 woody plant species producing edible fruits or seeds recorded in the study area, 20 were consumed by golden jackals. These species include *Arbutus unedo*, *Castanea sativa*, *Cornus mas*, *Corylus maxima*, *Crataegus rhipidophylla*, *Diospyros lotus*, *Eriobotrya japonica*, *Ficus carica*, *Juglans regia*, *Ligustrum vulgare*, *Malus sylvestris*, *Mespilus germanica*, *Morus alba*, *Morus rubra*, *Prunus avium*, *Prunus domestica*, *Pyrus communis*, *Rosa canina*, *Rubus idaeus* and *Vitis labrusca*. This study reveals that golden jackals feed on nearly all fruit- or seed-bearing plants in the area, highlighting the significant role these plants play in their diet.

Keywords: scats, camera traps, plants, fruits, seeds, diet, seasonality, opportunistic, golden jackal, Türkiye

DOI:
<https://doi.org/10.31298/sl.150.7-8.6>

How to Cite:

Arpacık, A. et al., 2026: Woody Plant Species in the Diet of the Golden Jackal (*Canis aureus* Linnaeus, 1758) in Trabzon, Türkiye. Şumarski list 150 (7–8): 353–360, 2026. <https://doi.org/10.31298/sl.150.7-8.6>



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

INTRODUCTION

The golden jackal is widely distributed across various regions of Africa, Asia, and Europe (Moehlman and Hayssen 2018, Krofel et al. 2022). The species inhabits a wide range of conditions, including forests, steppes, semi-deserts, short and medium grasslands, savannahs, mangroves, agricultural areas, suburban regions, villages, towns, and semi-suburban habitats (Jhala and Moehlman 2004, Šálek et al. 2014, Koepfli et al. 2015). Golden jackals often inhabit agricultural areas and wetlands because they prefer lowland and mixed habitats for nesting, hiding, giving birth, and rearing their young (Šálek et al. 2014).

Golden jackals are omnivorous and opportunistic feeders, and their diet varies seasonally and by habitat (Macdonald 1979, Nowak 1983, Jhala and Moehlman 2004). They adapt to local food availability, which allows them to occupy a wide range of habitats and exploit diverse food sources (Jhala and Moehlman 2004). Golden jackals feed on a wide variety of foods, including plants, arthropods, reptiles, birds, rodents, and poultry. They can also destroy crops such as sugar cane and fruit (Markov and Lanszki 2012). Golden jackals cause damage to melon, peanut, grape, coffee, maize, and sugarcane crops; they sometimes take to killing lambs, weak sheep, goats, and poultry (Jhala and Moehlman 2004). Studies of European golden jackal populations have identified mammals (especially domestic animals), plant material (fruits), insects, and birds as being a part of their diet in southern Greece (Giannatos et al. 2005). In Serbia, small mammals and a high proportion of plant material, especially ripe fruits, were prominent in the diet during summer and autumn (Penezić and Čirović 2015). In Bulgaria, the diet was dominated by mammals, followed by plant material (mainly fruits, seeds, acorns, and agricultural products), fish, insects, reptiles, and crustaceans (Stoyanov 2012). In Croatia, studies of golden jackals' scat revealed the presence of mammals, fruit and plant residues, insects, birds, artificial materials, branches, leaves, and grasses (Radović and Kovačić 2010).

Frugivory in carnivores has traditionally been overlooked, but recent ecological research has increasingly emphasized its significance. Fruits provide a high-energy, easily digestible food source that can be particularly important during periods when animal prey is scarce or difficult to obtain (Herrera 1982). For generalist predators such as the golden jackal, frugivory not only enhances dietary flexibility but may also provide significant ecological advantages by reducing competition with other carnivores and by enabling individuals to exploit seasonal peaks in fruit availability. The importance of fruits and vegetables as the second most common component highlights the importance of human-derived food resources in the golden jackal's diet. They often visit fields, vineyards, and orchards, sometimes approaching humans even during the daytime in the summer and autumn. The importance of fruits and vegetables becomes more apparent in spring and autumn (Radović and Kovačić 2010).

The golden jackal is classified as Least Concern by the International Union for Conservation of Nature (IUCN) (Hoffmann et al. 2018) and is listed in CITES Appendix III (CITES 2024). This is one of the species whose hunting is permitted by the Central Hunting Commission during certain periods in Türkiye (Arpacık 2021). The feeding ecology of the golden jackal in the Caucasus and Anatolia remains largely understudied (Radović and Kovačić 2010). The present study investigates the woody plant species whose fruits and seeds are consumed by the golden jackal in Trabzon (Türkiye) using complementary methods: scat analysis and camera trapping. By combining these approaches, the study aims to (1) identify fruiting woody plants used as food resources, (2) determine seasonal patterns in fruit consumption, and (3) assess the overlap between camera traps and scat-derived evidence.

MATERIAL AND METHODS

Study Area

The study was conducted between January 2023 and June 2024 in the eastern Black Sea region of Türkiye, specifically in Bulak, Ortahisar, Trabzon province, at coordinates



Figure 1 Study area (Google Earth 2026).

40°58'16.9" N 39°45'43.6" E. The study area covered 426 ha. It is situated at an average altitude between 20 and 620 meters (Figure 1). The study area lies in the transition zone between polar air masses from the north and tropical air masses from the south. Precipitation tends to fall as rain in the coastal areas and as snow in the middle and higher altitudes. The average summer temperature is around 18.8°C. Spring provides a smooth transition from winter to summer, characterized by abundant rainfall that facilitates intensive planting, particularly in coastal areas, with an average annual rainfall of 800–850 mm. Spring begins in March, with average monthly temperatures rising above 15°C. Autumn lasts approximately three months, with September exhibiting summer-like characteristics and November displaying more winter-like characteristics. A notable feature of the region is the variation in rainfall over short distances (micro-climatic areas). The study area is one of the well-watered regions of Türkiye. The driest months are July and August, while the highest snowfall is usually in February. The coldest months are January and February (TPDCT 2024).

Of the total 426 ha of the study area, 126 ha are forested, 233 ha consist of agricultural and suburban areas, 15.8 ha are agrarian land dominated by hazelnut cultivation, 23.7 ha are rocky areas, 23.4 ha are industrial areas and 4.1 ha are river habitats. Forested areas comprise tree species such as Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky), common hornbeam (*Carpinus betulus* L.), oak (*Quercus* spp.), black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), and black locust (*Robinia pseudoacacia* L.), and also include shrub vegetation, small streams, and rocky habitats. Suburban areas are interspersed with agricultural land. Although hazelnut cultivation is the predominant agricultural activity, crops such as maize, beans, potatoes, and collard greens are also cultivated. Both planted and naturally occurring fruit-bearing trees and shrub species are present within suburban and agricultural areas. Rocky areas are mainly characterized by shrub vegetation and the presence of a small stream (Figure 2).

Scat Analysis

Scat samples were collected throughout all seasons between January 2023 and June 2024 during a total of 56 days of fieldwork. A total of 21 fresh golden jackal scat samples were collected along four standardized transects, ranging in length from 1 to 5 km. These were identified based on distinct characteristics such as shape, size, diameter, contents, and surrounding tracks, often found in clusters within a 1–1.5 m diameter area (Macdonald 1979, Vanak and Mukherjee 2008). Scat samples were collected across different habitat types within the study area, including forested areas ($n = 10$), agricultural–suburban areas ($n = 6$), agricultural areas ($n = 4$), and rocky areas ($n = 1$). Some scat samples were collected from golden jackals observed defecating in front of the camera traps that were installed. Samples were placed in paper bags, labeled with the date and habitat type (forests, agricultural, suburban, rocky), and processed in the laboratory. Scats were washed to remove detritus, then dried and separated into identifiable components. Plant material was categorized into plant remains, fruits, and seeds. The identification of plant remains, seeds, and fruit remains recovered from scat samples was performed through comparative analysis with reference specimens of plant species collected from the study area (Figure 3).

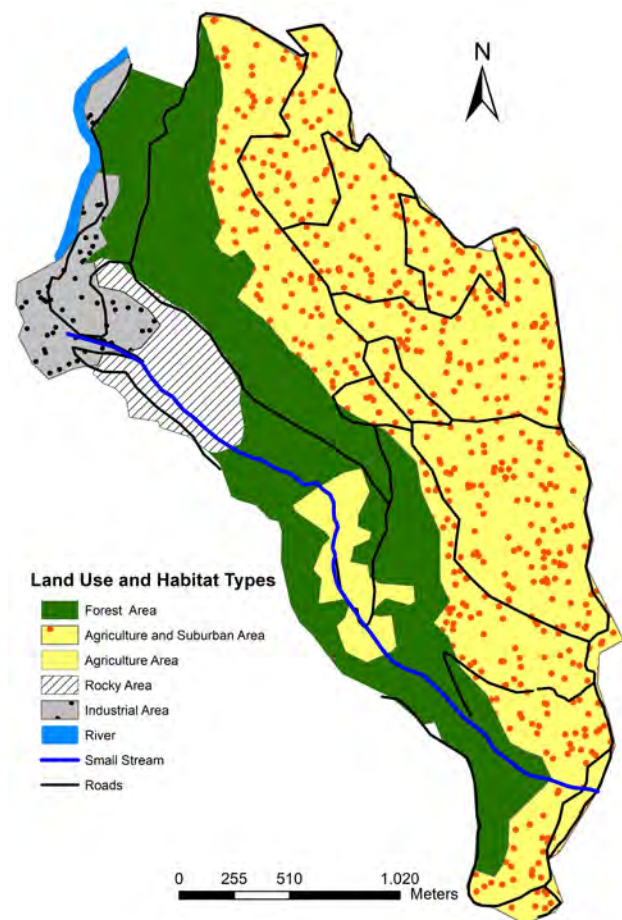


Figure 2 Land use and habitat types within the study area.

The relatively low sample size can be attributed to several factors, including (1) the high intensity of human activities in the study area; (2) the seasonal movement of shepherds to highland pastures for cattle and small livestock grazing during summer, accompanied by their herds, which results in an increased presence of shepherd dogs during the winter months; (3) the presence of free-ranging dogs within the study area; and (4) intensive hazelnut farming activities, particularly during July, August, and September.

Setting Camera Traps

Ten camera traps (Bushnell, Cuddeback, and Juo) were strategically placed on rocks and trees to capture images of woody plant species within the field, with a particular focus on those bearing fruit (Arpacık and Sarı 2022). The camera traps were checked monthly, and the images transferred to the computer were analyzed to determine whether golden jackals consumed fruits or seeds. Due to the limited number of camera traps, after images of golden jackals feeding on certain plants were taken every month, the camera traps were relocated to capture different plant species. To ascertain the fate of fruits that were not accessible to golden jackals while still on the tree, the camera traps were positioned to monitor the fruits once they had fallen to the ground. Some camera trap images were recorded as videos, while others were taken as photographs. In total, 25 plant species were monitored with camera traps. These species include *Arbutus andrachne* L., *Arbutus unedo* L., *Castanea sativa* Mill., *Cornus mas* L., *Cornus sanguinea* L., *Corylus maxima*



Figure 3 Comparison of seeds extracted from scat samples (left) with fruit and seed (middle and right) specimens collected from the field, belonging to *Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl. (a), *Prunus avium* (L.) L. (b), *Cornus mas* L. (c), and *Prunus domestica* L. (d).

Mill., *Crataegus rhipidophylla* Gand., *Cydonia oblonga* Mill., *Diospyros lotus* L., *Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl., *Ficus carica* L., *Juglans regia* L., *Ligustrum vulgare* L., *Malus sylvestris* (L.) Mill., *Mespilus germanica* L., *Morus alba* L., *Morus rubra* L., *Pistacia terebinthus* (L.), *Prunus avium* (L.) L., *Prunus domestica* L., *Prunus laurocerasus* L., *Pyrus communis* L., *Rosa canina* L., *Rubus idaeus* L. and *Vitis labrusca* L.

In total, we recorded 52 images of golden jackals through a camera trap survey and direct observations in our study area. In the research area, golden jackals utilized the entire region. The jackals in the study area were observed in groups of 1 to 4. It was even observed that they venture down to the coastal areas in the Trabzon province (Figure 4).



Figure 4 Images of golden jackals from the study area.

Identification of Plants

To identify the plant species, 44 woody plant samples were collected from our study area. It was ensured that the collected plant specimens were clean and intact, including generative and vegetative organs such as fruits, flowers, leaves, and buds. Damaged or diseased specimens were not collected, and efforts were made to represent the variation within the population. The location, habitat type, altitude, and sample collection dates were recorded, and the collected plant species were photographed during the study. The primary references for species identification were Davis (1965–1985, 1988), Güner et al. (2000), and plant specimens from the KATO herbarium. The scientific names of the plants were confirmed using the World Flora Online Plant List (December 2023 version) (WFO 2024). *Morus alba* and *Mespilus germanica* were found near small streams; *Prunus avium*, *Ligustrum vulgare*, *Arbutus unedo*, *Diospyros lotus*, *Malus sylvestris*, and *Crataegus rhipidophylla* were located in rocky areas; *Rubus idaeus*, *Rosa canina*, *Castanea sativa*, *Juglans regia*, and *Prunus domestica* were identified in forests. Additionally, *Corylus maxima*, *Cornus mas*, *Ficus carica*, *Eriobotrya japonica*, *Cerasus avium*, *Diospyros lotus*, *Cydonia oblonga*, *Pyrus communis*, *Malus sylvestris*, and *Vitis labrusca* were found in agricultural, forest, and suburban areas.

RESULTS

Fruit or seed consumption by golden jackals was documented for 20 distinct woody plant species within the study area (Table 1). Each positive scat sample contained the remains of between one and three different plant taxa, indicating a diverse fruit-based diet. Of these, 12 samples (57.1%) contained identifiable seeds or endocarp fragments attributable to various angiosperm taxa, indicating a considerable degree of frugivory in the diet of the focal species. More than one fruit or seed was also detected in a single

scat. The number of plant taxa per scat sample ranged from one to three, suggesting individual variation in feeding events and potential overlap in fruit availability. Remains of *Diospyros lotus* were the most frequently encountered ones, occurring in 4 out of the 12 positive samples (33.3%) (Figure 4). *Ficus carica*, *Corylus maxima*, and *Prunus domestica* were each recorded in 3 samples (25%). Additional taxa detected in single samples (8.3%) included *Cornus mas*, *Arbutus unedo*, *Castanea sativa*, *Juglans regia*, *Cerasus avium*, *Malus sylvestris*, *Eriobotrya japonica*, *Pyrus communis*, *Mespilus germanica*, and *Vitis labrusca*.

Camera traps were strategically deployed at 25 fruit-bearing plant species to investigate frugivory behavior in golden jackals. A total of 16 frugivory-related photo/video records were obtained, corresponding to 10 plant species (Table 1). The highest number of detections was associated with *Diospyros lotus* (Figure 5) and *Eriobotrya japonica*, each with 3 independent records, representing 18.75% of all frugivory events. *Prunus domestica* and *Crataegus rhipidophylla* followed with 2 detections each (12.5%). The remaining six species, *Morus alba*, *Morus rubra*, *Ligustrum vulgare*, *Rosa canina*, *Rubus idaeus*, and *Mespilus germanica*, were each recorded in one instance, comprising 6.25% of the total detections per species.

Consumption of four species, *Diospyros lotus* (n=7), *Prunus domestica* (n=5), *Eriobotrya japonica* (n=4), and *Mespilus germanica* (n=2), was dually confirmed by both camera trap and analysis of scat matter. The findings from our observations confirmed the consumption of fruits and seeds from diverse plant species by the golden jackal across all seasons. In spring, *Prunus domestica*, *Eriobotrya japonica*; in summer, *Corylus maxima*, *Cornus mas*, *Arbutus unedo*, *Morus alba*, *Morus rubra*, *Ficus carica*, *Prunus domestica*, *Prunus avium*, *Malus sylvestris*, *Eriobotrya japonica*, *Rubus idaeus*, *Pyrus communis*, *Mespilus germanica*; in autumn, *Arbutus unedo*,

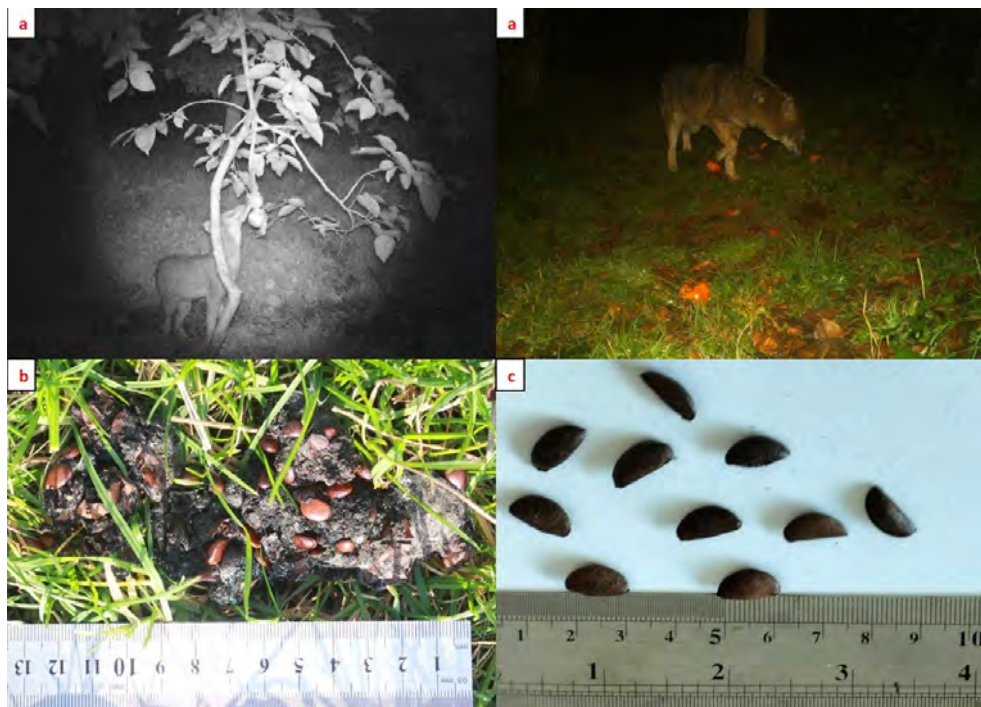


Figure 5 a) Camera trap images documenting *Diospyros lotus* consumption by golden jackals, b) scat samples, c) *Diospyros lotus* seed recovered from a scat sample.

Table 1 Woody plant species in the diet of the golden jackal: seasons of fruit and seed consumption and NPS/NPPV records (Sp = spring, Sm = summer, A = autumn, W = winter, F = fruit, S = seed, NPS = number of positive scats, NPPV = number of positive photos/video).

Family	Scientific name	Detected altitude (m)	Fruit/seed season	Eaten parts	NPS	NPPV
Betulaceae	<i>Corylus maxima</i> Mill.	80–400	Sm, A	S	3	-
Cornaceae	<i>Cornus mas</i> L.	20–580	Sm	F	1	-
Ebenaceae	<i>Diospyros lotus</i> L.	250–350	A	F	4	3
Ericaceae	<i>Arbutus unedo</i> L.	20–500	Sm, A	F	1	-
Fagaceae	<i>Castanea sativa</i> Mill.	20–500	A	S	1	-
Juglandaceae	<i>Juglans regia</i> L.	280–420	A	S	1	-
Moraceae	<i>Morus alba</i> L.	250–500	Sm	F, S	-	1
	<i>Morus rubra</i> L.	250–500	Sm	F, S	-	1
	<i>Ficus carica</i> L.	100–420	Sm, A	F, S	3	-
Oleaceae	<i>Ligustrum vulgare</i> L.	50–300	A, W	F, S	-	1
Rosaceae	<i>Prunus domestica</i> L.	240–480	Sp, Sm	F	3	2
	<i>Prunus avium</i> (L.) L.	225–495	Sm	F	1	-
	<i>Malus sylvestris</i> (L.) Mill.	180–505	Sm, A	F	1	-
	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	30–450	Sp, Sm	F	1	3
	<i>Rosa canina</i> L.	40–460	A	F	-	1
	<i>Rubus idaeus</i> L.	210–520	Sm	F	-	1
	<i>Pyrus communis</i> L.	190–510	Sm, A	F, S	1	-
	<i>Mespilus germanica</i> L.	270–450	Sm, A	F	1	1
	<i>Crataegus rhipidophylla</i> Gand.	50–300	A, W	F	-	2
Vitaceae	<i>Vitis labrusca</i> L.	200–500	A	F	1	-

Ligustrum vulgare, *Diospyros lotus*, *Corylus maxima*, *Castanea sativa*, *Juglans regia*, *Ficus carica*, *Malus sylvestris*, *Rosa canina*, *Pyrus communis*, *Mespilus germanica*, *Crataegus rhipidophylla*, *Vitis labrusca*; and in winter, *Ligustrum vulgare*, *Crataegus rhipidophylla* (Table 1).

Forested areas accounted for the highest proportion of samples (47.6%), followed by agricultural–suburban areas (28.6%), agricultural areas (19%), and rocky areas (4.8%).

In the study area, golden jackals approached and sniffed the fruits or seeds of certain species but did not consume them. These species include *Pistacia terebinthus*, *Cornus sanguinea*, *Arbutus andrachne*, *Prunus laurocerasus* and *Cydonia oblonga*. Additionally, no camera trap images were obtained, indicating that the golden jackal did not eat the fruits or seeds of these species.

DISCUSSION

This study demonstrates that the golden jackal in the Trabzon region consumes a broad spectrum of fruits and seeds from at least 20 woody plant species, confirming its role as an opportunistic omnivore with a notable frugivorous component. This behavior suggests a significant degree of dietary plasticity and adaptability to local fruit availability (Markov and Lanszki 2012). The detection of multiple plant taxa in single scat samples and the seasonal variation in fruit consumption align with previous findings that jackals adjust their diet according to resource availability (Lanszki et al. 2006, Ćirović et al. 2016). The predominance of *Diospyros lotus* in both scat records and camera trap detections

highlights the importance of this species as a seasonal food source, which is consistent with studies from other regions showing that jackals exploit highly abundant and energy-rich fruits when available. The detection of frugivory events throughout all seasons underscores the year-round importance of plant-derived food sources in the diet of jackals. The concordance between scat analysis and camera trap data for species such as *Diospyros lotus*, *Prunus domestica*, *Eriobotrya japonica*, and *Mespilus germanica* strengthens the reliability of the findings. Using both methods allowed a more comprehensive assessment of frugivory than relying on either alone. These species likely represent high-preference or high-availability fruits within the landscape.

Some research results indicate that golden jackals are opportunistic foragers rather than specialized hunters. The diet of golden jackals primarily consists of animals, but a significant portion of their diet is supplemented by plants, which has led to their classification as omnivores (Markov and Lanszki 2012, Bošković et al. 2013, Penezić and Ćirović 2015). The diet consists of 54% animal food and 46% plant food (Ivory 1999). In Croatia, wild fruits such as *Morus nigra*, *Prunus domestica*, *Prunus spinosa*, *Vitis vinifera*, *Ficus carica*, *Crataegus* spp., and *Rubus fruticosus* are found in their diet, especially during dry summers when they consume *Morus nigra* and greens more frequently (Radović and Kovačić 2010, Bošković et al. 2013). During the autumn and winter seasons, they have been observed eating *Pyrus pyrausta* and *Malus communis* (Bošković et al. 2013). In Hungary, research has shown their consumption of *Prunus domestica* and

Prunus spinosa (Lanski et al. 2016), and in Bulgaria, the consumption of *Vitis vinifera*, *Malus sylvestris*, *Pyrus communis*, *Prunus domestica*, *Crataegus monogyna*, *Cornus mas*, and *Juglans regia* (Stoyanov 2012). In Serbia, the consumption of *Prunus cerasifera* Ehrh. and *Morus nigra* has been observed (Penezić and Ćirović 2015). The findings of this study provide compelling evidence of frugivory in golden jackals in the study region, highlighting their opportunistic and omnivorous feeding behavior (Ćirović et al. 2016, Lanszki et al. 2016). Seasonal patterns observed in the study also reflect the phenological dynamics of local vegetation in the eastern Black Sea region. The diversity of fruit species consumed in summer and autumn corresponds to the period of peak fruit availability, whereas winter consumption was limited to only a few species, such as *Ligustrum vulgare* and *Crataegus rhipidophylla*, whose persistent fruits remain accessible during colder months. Golden jackals rely on persistent winter fruits during periods when alternative food resources are scarce.

Scat analysis supported the camera trap findings and revealed additional plant taxa not recorded in direct observations, possibly due to the consumption of fruits in less accessible microhabitats or during unmonitored hours. The presence of identifiable seeds and endocarp fragments in over half of the analyzed scat samples (57.1%) strongly confirms the incorporation of fruits in the jackals' diet. The variation in the number of plant taxa per scat (1–3 taxa) further indicates flexible foraging behavior and potentially reflects temporal variation in fruit availability.

The identification of fruit consumption across multiple plant families, notably Rosaceae (nine species), Moraceae (three species), and others, suggests that golden jackals do not specialize on a particular taxonomic group but rather exploit a wide range of available fruiting plants. This diverse frugivorous behavior may contribute to seed dispersal and ecosystem functioning, as has been documented in other medium-sized carnivores (Herrera 1989).

Interestingly, camera trap data also revealed that jackals approached but did not consume the fruits of several species, such as *Pistacia terebinthus*, *Cornus sanguinea*, *Arbutus andrachne*, *Prunus laurocerasus*, and *Cydonia oblonga*. This avoidance could be attributed to factors such as unpalatability, low nutritional value, or the presence of chemical deterrents. The lack of camera trap images associated with these species strengthens the inference of selective frugivory.

Overall, our results reinforce the role of golden jackals as facultative frugivores capable of exploiting seasonally and spatially variable fruit resources. Their ability to shift between animal-based and plant-based food sources underscores their ecological versatility, particularly in heterogeneous or human-modified landscapes. The plant assemblage represented in the scats comprises both wild and cultivated fruit species, indicating opportunistic foraging behavior. The detection of multiple taxa within individual scat samples supports the hypothesis of a generalist frugivorous feeding strategy and highlights the species' potential ecological role as a vector for endozoochorous seed dispersal in the study area.

CONCLUSIONS

This study demonstrates that frugivory is a consistent and ecologically significant component of the diet of the golden jackal in the eastern Black Sea region of Türkiye. Using complementary evidence from scat analysis and camera trapping, we documented the consumption of fruits and seeds from 20 woody plant species, indicating broad dietary flexibility and opportunistic foraging behavior. Fruit and seed use showed clear seasonal patterns aligned with local phenology, with peak diversity in summer and autumn and the reliance on persistent fruits during winter. The repeated detection of key species, particularly *Diospyros lotus*, *Prunus domestica*, and *Eriobotrya japonica*, highlights the importance of woody plants as reliable food resources. The integration of indirect and direct methods strengthened dietary inference and revealed plant taxa that would likely be underestimated using a single approach. Overall, the results confirm that golden jackals in the Trabzon landscape function as facultative frugivores with high dietary plasticity, capable of exploiting both wild and cultivated fruit resources across heterogeneous and human-modified habitats. The baseline data presented here contribute to a better understanding of golden jackal feeding ecology in Anatolia and can inform future studies on human–wildlife coexistence, as well as ecosystem functioning in the region.

ACKNOWLEDGMENT

The authors sincerely thank Prof. Dr. Salih Terzioğlu, Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry, Karadeniz Technical University, for his invaluable contribution to the identification of the plant species recorded in the study area.

REFERENCES

- Arpacik, A., 2021: Microanatomical observations of hair characteristics of red fox (*Vulpes vulpes*), golden jackal (*Canis aureus*), and gray wolf (*Canis lupus*): A comparative study. *Pakistan Journal of Zoology* 53 (6): 2247–2254. <https://dx.doi.org/10.17582/journal.pjz/20200728150743>
- Arpacik, A., A. Sari, 2022: Woody plant species in the diet of wild goat (*Capra aegagrus* Erxleben, 1777): The case of Giresun, Çamoluk. *Journal of Forestry Research* 9 (2): 78–86. <https://doi.org/10.17568/ogmoad.1088370>
- Bošković, I., M. Šperanda, T. Florijančić, N. Šprem, S. Ozimec, D. Degmečić, D. Jelkić, 2013: Dietary habits of the golden jackal (*Canis aureus* L.) in eastern Croatia. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 78: 245–248.
- Ćirović, D., A. Penezić, M. Krofel, 2016: Jackals as cleaners: Ecosystem services provided by a mesocarnivore in human-dominated landscapes. *Biological Conservation* 199: 51–55. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.04.027>
- CITES, 2024: Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. <https://cites.org/eng>.
- Davis, P.H., 1965–1985: Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol. I–IX. University Press, Edinburgh.
- Davis, P.H., 1988: Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol. X, Supplement. University Press, Edinburgh.
- Giannatos, G., Y. Marinos, P. Maragou, G. Catsadorakis, 2005: The status of the golden jackal (*Canis aureus* L.) in Greece. *Belgian Journal of Zoology* 135: 145–149.
- Güner, A., N. Özhatay, T. Ekim, K.H.C. Başer, 2000: Flora of Turkey and the East Aegean Islands and Suppl. Vol. XI. University Press, Edinburgh.
- Google Earth, 2026: Google Earth (Version 10.91.0.1). <https://earth.google.com/web/>

- Herrera, C.M. 1989: Frugivory and seed dispersal by carnivorous mammals, and associated fruit characteristics, in undisturbed Mediterranean habitats. *Oikos* 55: 250–262.
- Hoffmann, M., J. Arnold, J.W. Duckworth, Y. Jhala, J.F. Kamler, M. Krofel, 2018: *Canis aureus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: T118264161A46194820.
- Ivory, A., 1999: *Canis aureus*. Animal Diversity Web. https://animaldiversity.org/accounts/Canis_aureus/
- Jhala, Y.V., P. Moehlman, 2004: Golden jackal (*Canis aureus*). In (Silero-Zubiri, C., ed.): Canids: foxes, wolves, jackals and dogs. Status survey and conservation action plan. IUCN/SSC Canid Specialist Group, Gland and Cambridge, pp. 156–161.
- Koepfli, K.P., J. Pollinger, R. Godinho, J. Robinson, A. Lea, S. Hendricks, R.M. Schweizer, O. Thalmann, P. Silva, Z. Fan, A.A. Yurchenko, P. Dobrynin, A. Makunin, J.A. Cahill, B. Shapiro, F. Álvares, J.C. Brito, E. Geffen, J.A. Leonard, K.M. Helgen, W.E. Johnson, S.J. O'Brien, B.V. Valkenburgh, R.K. Wayne, 2015: Genome-wide evidence reveals that African and Eurasian golden jackals are distinct species. *Current Biology* 25: 2158–2165. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2015.06.060>
- Krofel, M., J. Hatlauf, W. Bogdanowicz, L.A.D. Campbell, R. Godinho, Y.V. Jhala, A.C. Kitchener, K.P. Koepfli, P. Moehlman, H. Senn, C. Silero-Zubiri, S. Viranta, G. Werhahn, F. Álvares, 2022: Towards resolving taxonomic uncertainties in wolf, dog, and jackal lineages of Africa, Eurasia, and Australasia. *Journal of Zoology* 316 (3): 155–168. <https://doi.org/10.1111/jzo.12946>
- Lanszki J., M. Heltai, L. Szabó, 2006: Feeding habits and trophic niche overlap between sympatric golden jackal (*Canis aureus*) and red fox (*Vulpes vulpes*) in the Pannonian ecoregion (Hungary). *Canadian Journal of Zoology* 84: 1647–1656.
- Lanszki J., A. Kurys, L. Szabó, N. Nagyapáti, L.B. Porter, M. Heltai, 2016: Diet composition of the golden jackal and the sympatric red fox in an agricultural area (Hungary). *Folia Zoologica* 65 (4): 310–322. <https://doi.org/10.25225/fozo.v65.i4.a3.2016>
- Macdonald, D.W. 1979: The flexible social system of the golden jackal, *Canis aureus*. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 5: 17–38.
- Markov, G., J. Lanszki, 2012: Diet composition of the golden jackal, *Canis aureus*, in an agricultural environment. *Journal of Vertebrate Biology* 61: 44–48. <https://doi.org/10.25225/fozo.v61.i1.a7.2012>
- Moehlman P.D., V. Hayssen, 2018: *Canis aureus* (Carnivore: Canidae). *Mammalian Species* 50 (957): 14–25. <https://doi.org/10.1093/mspecies/sey002>
- Nowak, R.M., J. Paradiso, 1983: Walker's Mammals of The World. 4th Ed. Baltimore and London: Johns Hopkins University Press.
- Penezić, A., D. Čirović, 2015: Seasonal variation in diet of the golden jackal (*Canis aureus*) in Serbia. *Mammal Research* 60: 309–317. <https://doi.org/10.1007/s13364-015-0241-1>
- Radović, A., D. Kovačić, 2010: Diet composition of the golden jackal (*Canis aureus* L.) on the Pelješac Peninsula, Dalmatia, Croatia. *Periodicum Biologorum* 112 (2): 219–224.
- Šálek, M., J. Červinka, O.C. Banea, M. Krofel, D. Čirović, I. Selanec, A. Penezić, S. Grill, J. Riegert, 2014: Population densities and habitat use of the golden jackal (*Canis aureus*) in farmlands across the Balkan Peninsula. *European Journal of Wildlife Research* 60: 193–200. <https://doi.org/10.1007/s10344-013-0765-0>
- Stoyanov, S., 2012: Golden jackal (*Canis aureus*) in Bulgaria. Current status, distribution, demography, and diet. *Proceedings of the 2nd International symposium on hunting "Modern aspects of sustainable management of game population"*, Novi Sad.
- TPDCT, 2024: Trabzon Provincial Directorate of Culture and Tourism. <https://trabzon.ktb.gov.tr/>
- Vanak, A.T., S. Mukherjee, 2008: Identification of scat of Indian fox, jungle cat, and golden jackal based on morphometrics. *Journal of the Bombay Natural History Society* 105: 212.
- WFO, 2024: The World Flora Online Plant List. <https://wfoplantlist.org/>

Iznimna stabla bukve na Visočici

Uredništvo

Hrvatsko šumarsko društvo

Fotografije: Dominic Justic

Grupa znanstvenika i ljubitelja prirode (Dominic Justic, dr. Dubravko Justić, dr. Nina De Luca i dr. Gordan Lukač) dojavila je da su uz cestu prema planinarskom domu na Visočici otkrili sastojinu starih bukava iznimnog izgleda i dimenzija. Prema koordinatama ustanovili smo da se radi o odjelu 10a gospodarske jedinice Visočica – Razbojna draga. Uređivači su, naravno, obišli ovu lokaciju i znaju za ova stabla, ali u gospodarskoj osnovi nisu zabilježena kao neki poseban fenomen. Radi se o predjelima gdje se skoro nikada nije sjeklo radi nedostataka vlaka i cesta, tako da

iskonske bukve sa svojim izuzetnim dimenzijama i nisu rijetkost. No svakako valja podržati svaku inicijativu da se zabilježe iznimni primjerci stabala i pozove šumare na terenu da dojavе i druge, možebitno i veće primjerke, kojih zasigurno ima duž Velebita.

Na oko 900 m nadmorske visine, na sjeverno orijentiranoj padini ova se sastojina ističe izuzetnom gustoćom velikih stabala bukve. Najveći primjerak ima promjer oko 175 cm na prsnoj visini. Visina ovog stabla je iznad 30 m (mjereno



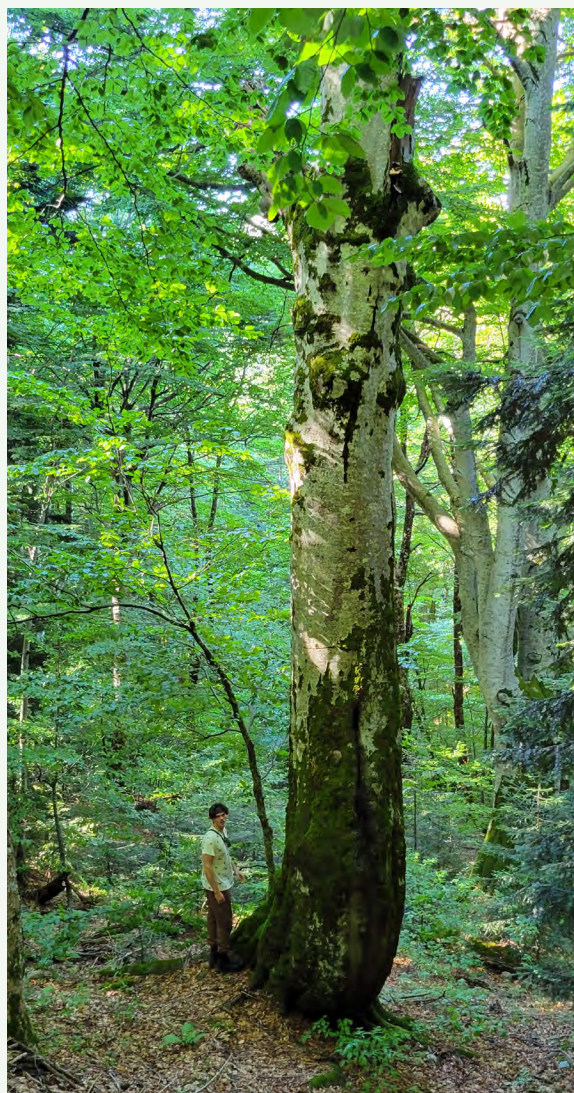
Najveći primjerak dosiže 175 cm promjera i visinu preko 30 m.



laserom). Drugo izmjereno stablo u blizini ima 160 cm prsnog promjera, a visina je također iznad 30 m. Treba napomenuti da mjerenja nisu provedena na dendrometrijskim principima i da ih svakako treba verificirati naknadno, u boljim uvjetima.

Osim ova dva primjerka u okolini se nalaze mnogi drugi primjerci približne visine od oko 30 m i prsnog promjera većeg od 100 cm. Pronalazači procjenjuju da je najveća bukva potencijalno najveći primjerak svoje vrste u cijelom Parku prirode Velebit te je od neprocjenjive vrijednosti za zaštitu. Kako bi se osigurala zaštita najvećih stabala, predlažu da se okolno područje izdvoji kao rezervat koji će predstavljati rijedak i izvanredan primjer netaknute sastojine drevne bukve. Također smatraju da bi najvećem primjerku trebalo dati specifično ime i označiti ga s posebnom pločom, kao što je to uobičajeno za najveća stabla, npr. za „Jelu Car“ iznad Kosinjskog Bakovca. Položaj ove sastojine uz cestu prema Visočici pruža izvrsnu priliku za edukaciju javnosti o drevnim šumama i izvanrednim primjercima drveća koji su nekada krasili veći dio Parka prirode Velebit, a danas su rijetki i stoga izuzetno vrijedni za znanstvenike, ljubitelje prirode, planinare i povremene posjetitelje.

Svakako nas raduje svaka inicijativa šumara, ali i povremenih posjetitelja naših šuma da se istaknu pojedini primjerci stabala poput ovih bukava te se nadamo budućim dojavama još iznimnijih primjeraka. Upravo je to i izvorni smisao pokretanja ove rubrike u Šumarskom listu.



PODACI IZMJERE NAJVEĆEG STABLA

- visina stabla – oko 30 m
- prsni promjer stabla – oko 175 cm

Dr. sc. Nikola Zorić

Dinka Matošević

Hrvatski šumarski institut

Dr. sc. Nikola Zorić, mag. ing. silv., obranio je doktorski rad 27. listopada 2025. godine pod naslovom „Praćenje dinamike oštećenja hrasta lužnjaka prouzročenih hrastovom mrežastom stjenicom (*Corythucha arcuata*) (Hemiptera: Tingidae) pomoću bespilotnih letjelica i hibridnih optičko-empirijskih modela“. Javna obrana doktorata održana je na Fakultetu šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu, pred povjerenstvom u sljedećem sastavu: prof. dr. sc. Ante Seletković, predsjednik povjerenstva, izv. prof. dr. sc. Marko Vucelja, član povjerenstva, obojica s Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu, te dr. sc. Dinka Matošević, članica povjerenstva, s Hrvatskoga šumarskog instituta.

Disertacija je izrađena u sklopu Sveučilišnoga poslijediplomskog doktorskog studija Šumarstvo i drvna tehnologija, pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. Milivoja Franjevića s Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu te prof. dr. sc. Anite Šimić Milas s Bowling Green State University, School of Earth, Environment and Society. Doktorski rad napisan je na hrvatskom jeziku. Strukturiran je u devet glavnih poglavlja: Uvod, Ciljevi i hipoteze istraživanja, Materijali i metode, Rezultati, Rasprava, Zaključak, Popis literature, Prilozi i Životopis.

Životopis

Nikola Zorić rođen je 5. travnja 1990. godine u Jastrebarskom, gdje je završio osnovnu školu. Srednjoškolsko obrazovanje stekao je u Šumarskoj i drvodjeljskoj školi u Karlovcu, nakon čega je upisao Fakultet šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu te je 2014. godine završio diplomski studij Uzgajanja i uređivanja šuma s lovnom gospodarenjem.

Profesionalni put započeo je 2015. godine stručnim osposobljavanjem za rad na Zavodu za zaštitu šuma i lovno gospodarenje Hrvatskoga šumarskog instituta u Jastrebarskom. Od 2016. godine zaposlen je kao stručni suradnik, a 2020. godine imenovan je asistentom te je iste godine upisao doktorski studij Šumarstva i drvne tehnologije. U znanstvenom i stručnom radu bavi se zaštitom šuma, monitoringom stranih invazivnih vrsta te provedbom europskih programa nadzora karantenskih štetnih organizama.

Posebnu pozornost posvećuje primjeni naprednih tehnologija u šumarstvu, osobito uporabi bespilotnih letjelica opremljenih različitim senzorima te naprednih programskih alata za obradu podataka u svrhu zaštite šuma i praćenja stranih invazivnih vrsta. Na tu je temu 2020. godine održao predavanje Europskoj komisiji u Bruxellesu, a od 2024. godine sudjeluje kao predavač na radionicama Europske komisije u okviru programa BTSF (*Better Training for Safer Food*), s temama vezanima uz nadzor štetnih organizama i primjenu daljinskih istraživanja u biljnom zdravlju.

Sudjelovao je na brojnim domaćim i međunarodnim stručnim i znanstvenim skupovima te je autor i suautor više znanstvenih radova objavljenih u relevantnim domaćim i međunarodnim časopisima. Tijekom izrade doktorske disertacije boravio je mjesec dana u Laboratoriju za obradu slika Sveučilišta u Valenciji, pod mentorstvom dr. sc. Jochem Verrelsta. Aktivno se koristi engleskim i njemačkim jezikom te je član Hrvatskog lovačkog saveza.

Prošireni sažetak doktorskog rada

Hrastova mrežasta stjenica (*Corythucha arcuata*) invazivni je štetnik koji napada hrast lužnjak (*Quercus robur*) i uzrokuje fiziološke promjene u listovima i krošnjama stabala. Štete se očituju kroz smanjenje fotosintetske aktivnosti, promjene u koncentraciji klorofila, pojavu fiziološkog stresa i moguće narušavanje stabilnosti sastojina. S obzirom na gospodarsku i ekološku važnost hrasta lužnjaka u Hrvatskoj, pravodobno i prostorno precizno praćenje posljedica zaraze hrastovom mrežastom stjenicom ima visoku važnost za zaštitu šuma, monitoring invazivnih vrsta i planiranje šumskogospodarskih mjera.

Cilj doktorskog istraživanja bio je razviti i validirati metode za praćenje promjena u koncentraciji klorofila krošnje, odnosno CCC-a (*Canopy Chlorophyll Content*), izazvanih zarazom hrastovom mrežastom stjenicom. Istraživanje se temeljilo na multispektralnim snimkama prikupljenima bespilotnom letjelicom, terenskim mjerjenjima i regresijskim algoritmima strojnog učenja, uključujući i hibridni pristup utemeljen na modelu prijenosa zračenja PROSAIL.

Istraživanje je provedeno na dvije pokusne plohe u Republici Hrvatskoj: zaraženoj plohi na području šumarije Jastrebarsko i kontrolnoj plohi na području šumarije Buzet. Podaci su prikupljeni tijekom triju vegetacijskih razdoblja, u svibnju, srpnju i rujnu, u razdoblju od 2021. do 2023. godine. Na pokusnim plohama definirane su podplohe na kojima su provedena terenska mjerjenja koncentracije klorofila, brojanja jajnih legala hrastove mrežaste stjenice i mjerjenja temperature. Multispektralne snimke prikupljene bespilotnom letjelicom korištene su za modeliranje koncentracije klorofila krošnje, pri čemu su uspoređeni samostalni regresijski modeli strojnog učenja i hibridni PROSAIL+MLRA modeli.

Rezultati istraživanja pokazali su da multispektralne snimke prikupljene bespilotnim letjelicama omogućuju detektiranje fizioloških promjena u krošnjama hrasta lužnjaka koje su povezane sa zarazom hrastovom mrežastom stjenicom. Među testiranim algoritmima, Gaussian Processes Regression pokazao se kao najuspješniji model prema koeficijentu determinacije i normaliziranoj pogrešci procjene. Samostalni GPR pristup postigao je bolju prediktivnu

učinkovitost od hibridnog PROSAIL+MLRA pristupa. Time je potvrđena primjenjivost regresijskih modela strojnog učenja u procjeni koncentracije klorofila krošnje na temelju multispektralnih UAV podataka, osobito kada su dostupna odgovarajuća terenska mjerenja za kalibraciju i validaciju modela.

Hibridni modeli nisu ostvarili očekivanu prediktivnu prednost u odnosu na samostalne empirijske modele, ali su pokazali znanstvenu vrijednost u interpretaciji fizioloških promjena na temelju poznatih biokemijskih i strukturnih procesa koji utječu na refleksiju vegetacije. Njihova se vrijednost osobito očituje u mogućnosti primjene u uvjetima ograničenog terenskog uzorkovanja ili na vegetacijski homogenijim površinama, gdje fizički utemeljeni pristupi mogu nadopuniti empirijsko modeliranje.

Dobiveni rezultati potvrđuju da integracija terenskih mjerenja, multispektralnih snimaka bespilotnih letjelica i algoritama strojnog učenja može predstavljati učinkovitu metodološku osnovu za monitoring fiziološkog stanja krošnja hrasta lužnjaka. Rad doprinosi razvoju operativnih metoda za rano otkrivanje i praćenje šteta prouzročenih invazivnim šumskim štetnicima te pruža znanstvenu osnovu za unapređenje sustava zaštite šuma. Poseban doprinos rada ogleda se u povezivanju šumarske entomologije, daljinskih istraživanja, fizioloških pokazatelja stresa i naprednog modeliranja podataka.

Rezultati doktorskog rada imaju izravnu primjenu u suvremenom monitoringu šumskih ekosustava, osobito u kontekstu sve izraženijeg širenja invazivnih stranih vrsta i potrebe za brzim, objektivnim i prostorno preciznim metodama procjene zdravstvenog stanja sastojina. Primjena bespilotnih letjelica i modela strojnog učenja omogućuje učinkovitije prikupljanje podataka, smanjenje subjektivnosti terenskih procjena i bolju prostornu razlučivost u praćenju oštećenja krošnja.

Znanstvena produkcija

Dr. sc. Nikola Zorić autor je i suautor više znanstvenih i stručnih radova iz područja zaštite šuma, šumarske entomologije, monitoringa invazivnih vrsta, daljinskih istraživanja i terenskih metoda u šumarstvu. Sudjelovao je na više domaćih i međunarodnih znanstvenih konferencija.

Objavljeni rezultati doktorskog rada i povezane znanstvene aktivnosti predstavljaju vrijedan doprinos razvoju suvremenih metoda praćenja zdravstvenog stanja šuma hrasta lužnjaka. Rad kolege Zorića povezuje klasičnu zaštitu šuma s daljinskim istraživanjima, bespilotnim letjelicama i strojnim učenjem, čime doprinosi modernizaciji praćenja invazivnih šumskih štetnika i primjeni novih tehnologija u hrvatskom šumarstvu.

Uz iskrene čestitke na uspješno obranjenom doktoratu, mladom kolegi želimo mnogo uspjeha u daljnjem stručnom i znanstvenom radu.



36. godišnja skupština Europskoga vijeća za arborikulturu (EAC)

Vilnius, 12. – 14. lipnja 2026.

Vinko Paulić

Sveučilište u Zagrebu Fakultet šumarstva i drvne tehnologije

Od 12. do 14. lipnja 2026. godine u Vilniusu (Litva) održana je 36. godišnja skupština Europskog vijeća za arborikulturu (European Arboricultural Council – EAC) koja je okupila delegate iz 24 europske zemlje. EAC je krovna europska organizacija, osnovana 1992. godine, koja povezuje strukovne arborikulturne udruge i ustanove radi podizanja stručne razine i ugleda arborikulture u Europi, usklađivanja standarda te zajedničkih programa izobrazbe i certifikacije (prvenstveno European Tree Worker – ETW i European Tree Technician – ETT). Hrvatsko šumarsko društvo (HŠD), punopravnog člana Vijeća od 2022. godine, predstavljali su izv. prof. dr. sc. Vinko Paulić s Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu i tajnik Hrvatskog šumarskog društva Oliver Vlainić.

Prvog je dana održan stručni dio skupštine, na kojem je kroz niz predavanja predstavljen širok raspon aktualnih tema – od upravljanja gradskim stablima i digitalizacije katastra zelenila, preko veteranizacije stabala kao alata zaštite prirode, do suzbijanja bolesti drveća i novosti u europskim arborikulturnim standardima. Razmjena iskustava među stručnjacima iz cijele Europe pokazala je koliko struka napreduje, ali i koliko su izazovi u skrbi za gradsko drveće zajednički cijelom kontinentu.



U sklopu programa svečano je dodijeljeno priznanje European City of the Trees (Europski grad stabala) za 2026. godinu. Natječaj za to priznanje svake se godine provodi među gradovima zemlje domaćina skupštine, pa je ovogodišnji dobitnik litavski lječilišni grad Druskininkai na jugu zemlje, poznat po mineralnim izvorima te brojnim parkovima i šetnicama. Nagrađen je za jednostavan, ali učinkovit sustav upravljanja zelenim površinama u kojem je katastar stabala





u cijelosti integriran u svakodnevno upravljanje gradskim zelenilom. Podsjećamo da je priznanje, kada je 2024. godine skupština održana u Hrvatskoj, pripalo gradu Varaždinu.

U zatvorenom dijelu skupštine, namijenjenom isključivo članicama, podnesena su izvješća o radu, usvojen je proračun te su provedeni izbori za vodstvo Vijeća. Za predsjednika EAC-a ponovno je izabran Michal Zelenák (Slovačka) na novi dvogodišnji mandat te su izabrani novi članovi Izvršnog odbora. U članstvo su primljene i dvije nove strukovne asocijacije, iz Belgije i Slovačke, koje su već bile zastupljene u Vijeću. EAC danas okuplja članice iz 28 europskih zemalja, pri čemu svaku zemlju mogu predstavljati najviše dvije udruge.

Posljednjeg dana za sudionike je organiziran vođeni obilazak Vilniusa i njegove povijesne jezgre.

Sudjelovanje hrvatskih predstavnika potvrdilo je vrijednost kontinuirane prisutnosti u radu EAC-a, kako zbog razmjene znanja i usklađivanja s europskim praksama, tako i zbog promicanja hrvatske arborikulture i šumarske struke u europskom krugu. Skupština je još jednom pokazala da EAC nije samo strukovno tijelo, nego i mreža stručnjaka koje povezuje briga za drveće i gradsko zelenilo, te će Hrvatsko šumarsko društvo i ubuduće aktivno pridonositi njezinu radu.



Ulaganje u suvremenu istraživačku infrastrukturu Hrvatskog šumarskog instituta – projekt DIGIT

Sanja Perić, Ivan Balenović

Hrvatski šumarski institut



EQUIPPING OF LABORATORIES AND FACILITIES
OF THE CROATIAN FOREST RESEARCH INSTITUTE
DIGIT.1.1.04.001

Hrvatski šumarski institut je tijekom 2025. i 2026. godine ušao u jedno od najznačajnijih razvojnih razdoblja od svojega osnutka. Nakon osam desetljeća znanstvenog i stručnog djelovanja, započeo je sveobuhvatan proces modernizacije istraživačke infrastrukture koji obuhvaća izgradnju novih laboratorijskih prostora, rekonstrukciju postojećih zgrada te njihovo opremanje suvremenom znanstvenom, laboratorijskom, terenskom, digitalnom i drugom pratećom opremom. Riječ je o najvećem investicijskom, infrastrukturnom i organizacijskom iskoraku u 80-godišnjoj povijesti Instituta.

Temelji za ova ulaganja stvarani su nekoliko godina. U razdoblju od 2021. do 2023. godine, u okviru projekta „Izgradnja i opremanje novih laboratorija te rekonstrukcija postojećih zgrada Hrvatskog šumarskog instituta“, financiranog iz Operativnog programa „Konkurentnost i kohezija 2014.–2020.“, izrađena je potrebna projektno-tehnička dokumentacija i studija izvedivosti s analizom troškova i koristi. Time su stvorene stručne i tehničke pretpostavke za kasniju realizaciju planiranih infrastrukturnih ulaganja. U drugoj polovici 2025. godine, u koordinaciji s Ministarstvom znanosti, obrazovanja i mladih, osigurani su uvjeti za financiranje kroz dva zasebna, ali međusobno povezana i vremenski usklađena projekta.

Prvi je projekt „Izgradnja novih laboratorija te rekonstrukcija postojećih zgrada Hrvatskog šumarskog instituta (HŠI)“, koji se provodi u okviru Nacionalnog plana oporavka i otpornosti i kojim se osiguravaju novi i obnovljeni istraživački prostori Instituta. Drugi je projekt „Equipping of Laboratories and Facilities of the Croatian Forest Research Institute“ (DIGIT.1.1.04.001), usmjeren na njihovo opremanje suvremenom znanstvenom i drugom potrebnom opremom. Upravo međusobna povezanost ovih dvaju projekata omogućit će cjelovitu modernizaciju istraživačke infrastrukture – od novih i rekonstruiranih prostora do suvremenih instrumenata, digitalnih tehnologija i istraživačke opreme potrebne za njihovu punu funkcionalnost.

Opremanje nove i obnovljene istraživačke infrastrukture kroz projekt „Equipping of Laboratories and Facilities of the Croatian Forest Research Institute“ provodi se u okviru programa Digitalne, inovativne i zelene tehnologije – DIGIT, financiranog sredstvima zajma Svjetske banke, uz potporu Ministarstva znanosti, obrazovanja i mladih. Projekt je dio šireg programa DIGIT kojim se podupire strukturna reforma

hrvatskog istraživačkog i inovacijskog sektora, s ciljem jačanja istraživačke izvrsnosti i produktivnosti te razvoja zelenog i digitalno konkurentnog gospodarstva. Ukupna vrijednost projekta iznosi 4.992.696,14 EUR, od čega bespovratna sredstva iznose 4.971.857,14 EUR. Razdoblje provedbe projekta traje od 16. veljače 2026. do 16. kolovoza 2028. godine, a korisnik projekta je Hrvatski šumarski institut.

Cilj projekta je unaprijediti i staviti u punu funkciju novoizgrađenu i obnovljenu istraživačku infrastrukturu Instituta nabavom suvremene znanstvene, tehničke i prateće opreme. Širok raspon opreme, prilagođen interdisciplinarnoj prirodi suvremenih šumarskih istraživanja, namijenjen je postojećim znanstvenim zavodima i laboratorijima te novim laboratorijskim i istraživačkim kapacitetima uspostavljenima u okviru Programskog ugovora Instituta s Ministarstvom znanosti, obrazovanja i mladih. Time će se stvoriti suvremeni uvjeti za provedbu temeljnih, primijenjenih i razvojnih istraživanja u području šumarstva, ekologije i biotehničkih znanosti.

Vrijednost projekta pritom znatno nadilazi samu nabavu i zamjenu postojeće opreme. Novi infrastrukturni i tehnološki kapaciteti omogućit će razvoj novih istraživačkih područja, jačanje interdisciplinarnosti i uključivanje mladih istraživača, kvalitetnije povezivanje terenskih istraživanja, laboratorijskih analiza i prostornih podataka te razvoj integriranih pristupa istraživanju i praćenju šumskih ekosustava. Istodobno će ojačati konkurentnost Instituta u nacionalnim i međunarodnim projektima te njegovu suradnju sa znanstvenim ustanovama, javnim sektorom, gospodarstvom i šumarskom praksom.

Zajedno s projektom izgradnje novih laboratorija i rekonstrukcije postojećih zgrada, projekt DIGIT stvara temelj za novu razvojnu fazu Hrvatskog šumarskog instituta. U vremenu sve izraženijih klimatskih i okolišnih izazova povezivanje dugogodišnjeg šumarskog znanja i iskustva sa suvremenim tehnologijama, naprednim istraživačkim metodama i pouzdanim podacima postaje ključno za razumijevanje promjena u šumskim ekosustavima i donošenje kvalitetnih odluka o njihovom budućem gospodarenju. Nova infrastruktura stoga će pridonijeti jačanju znanstvene izvrsnosti i međunarodne konkurentnosti Instituta, ali i snažnijem prijenosu znanja prema šumarskoj praksi, javnim politikama, gospodarstvu i društvu.



OSNOVNE INFORMACIJE O PROJEKTU

Naziv projekta (HR): Opremanje laboratorija i prostora Hrvatskog šumarskog instituta

Naziv projekta (EN): Equipping of Laboratories and Facilities of the Croatian Forest Research Institute

Šifra projekta: DIGIT.1.1.04.001

Korisnik bespovratnih sredstava: Hrvatski šumarski institut (HŠI)

Nadležno tijelo: Ministarstvo znanosti, obrazovanja i mladih

Ukupna vrijednost projekta: 4.992.696,14 EUR

Iznos bespovratnih sredstava: 4.971.857,14 EUR

Izvor financiranja: Zajam Svjetske banke u okviru projekta Digitalne, inovativne i zelene tehnologije (DIGIT)

Trajanje projekta: 30 mjeseci (početak: 16. veljače 2026.)

Lokacija provedbe: Jastrebarsko, Cvjetno naselje 41

Kontakt: digit@sumins.hr

Projektni tim:

Voditelj: Ivan Balenović

Suradnici: Sanja Perić, Jasnica Medak, Dinka Matošević, Martina Đodan, Marta Kovač, Sanja Bogunović, Anđelina Gavranović, Nenad Potočić, Nevenka Čelepirović, Tamara Jakovljević, Fikret Ahmetović, Ivan Ristovski, Majda Višnić

Uvodna konferencija DIGIT projekta

Važna aktivnost u početnoj fazi provedbe projekta bila je uvodna konferencija održana 7. srpnja 2026. godine u Jastrebarskom, na kojoj su se okupili predstavnici sljedećih institucija:

dr. sc. Hrvoje Meštrić, Ana Varjačić, Ante Lončar (Ministarstvo znanosti, obrazovanja i mladih);
Todor Milchevski (Svjetska banka);
prof. dr. sc. Milan Oršanić, prof. dr. sc. Milan Poljak (Upravno vijeće Hrvatskog šumarskog instituta);
mr. sc. Krešimir Žagar, Damir Miškulin (Hrvatske šume d.o.o.);
dr. sc. Silvija Zec (Hrvatska komora inženjera šumarstva i drvne tehnologije);
prof. dr. sc. Marijan Grubešić (Akademija šumarskih znanosti);
dr. sc. Marko Bačurin (Fakultet šumarstva i drvne tehnologije);
Oliver Vlanić (Hrvatsko šumarsko društvo);
Maja Rožić, Petra Aralica (Grad Jastrebarsko);
projektni tim Hrvatskog šumarskog instituta.

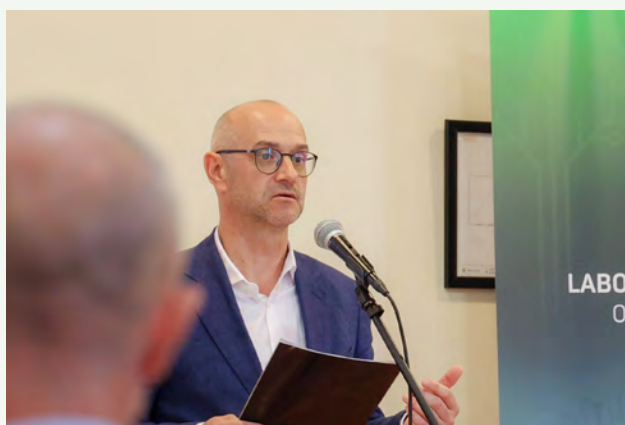


Konferencija je bila prilika za predstavljanje projekta široj stručnoj i znanstvenoj javnosti, kao i za isticanje važnosti ulaganja u istraživačku infrastrukturu za razvoj hrvatske znanosti i povećanje međunarodne konkurentnosti istraživačkih institucija.

Okupljene je pozdravila ravnateljica Hrvatskog šumarskog instituta dr. sc. Sanja Perić, koja je naglasila da je „ulaganje u znanstvenu infrastrukturu ulaganje u budućnost hrvatskih šuma i novih generacija istraživača“. Posebno je istaknula kontinuitet osam desetljeća djelovanja Instituta i njegovu temeljnu zadaću – stvaranje i primjenu znanja u službi hrvatskih šuma i društva – kao i važnost stvaranja kvalitetnih uvjeta za rad i razvoj mladih istraživača.

U ime Svjetske banke sudionicima se obratio gospodin Todor Milchevski, izrazivši zadovoljstvo sudjelovanjem Svjetske banke u projektu kojim se jačaju hrvatski istraživački kapaciteti i pridonosi održivom razvoju. Dr. sc. Hrvoje Meštrić, ravnatelj Uprave za znanost i tehnologiju Ministarstva znanosti, obrazovanja i mladih, istaknuo je važnost projekta u širem kontekstu razvoja nacionalne znanstvene infrastrukture.

S detaljima projekta nazočne je upoznao i voditelj projekta dr. sc. Ivan Balenović, koji je kroz prezentaciju prikazao razvojni put projekta, njegovu povezanost s projektom izgradnje i rekonstrukcije Instituta, osnovne projektne i financijske pokazatelje, planirane postupke javne nabave te vrste suvremene znanstvene i laboratorijske opreme koja će biti nabavljena. Poseban naglasak stavljen je na nove istraživačke mogućnosti koje će takva oprema otvoriti u različitim područjima – od sjemenarstva, genetike, ekofiziologije i fizikalno-kemijskih analiza do zaštite šuma, mikrobiologije i daljinskih istraživanja.





HRVATSKI ŠUMARSKI INSTITUT JASTREBARSKO

kolovoz 2026.

Radovi na prostorima Hrvatskoga šumarskog instituta u punom su zamahu. Institut je u fazi izgradnje novih laboratorija te obnove postojećih zgrada. Pogledajte stanje na gradilištu na fotografijama dr. Ivana Seletkovića.



Prof. dr. sc. Milan Glavaš: Uzgoj šumskih ljekovitih biljaka

Dario Kremer

Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet



Nakladnici knjige su Sveučilište u Zagrebu Fakultet Šumarstva i drvne tehnologije, Hrvatski šumarski institut Jastrebarsko i Hrvatska komora inženjera šumarstva i drvne tehnologije. Recenzenti su izv. prof. dr. sc. Stjepan Mikac i doc. dr. sc. Dario Kremer. Tiskana je u tiskari Denona d.o.o. Zagreb, a obuhvaća 278 stranica.

Knjiga započinje Uvodom u okviru kojeg autor naglašava važnost ljekovitih biljaka za čovjeka od pradavnih vremena, preko prvih dostupnih pisanih podataka o ljekovitim biljkama i njihovim pripravcima pa sve do njihove upotrebe danas. Ukratko se opisuje povijest i važnost uzgoja ljekovitih biljaka. Biljne vrste u knjizi opisane su sistematskim redom. Od ukupno 76 opisanih biljnih vrsta, dvije su iz skupine jednosupnica, a ostale iz skupine dvosupnica. Po broju pripadajućih vrsta ističe se pet porodica. Među njima porodici ruža (Rosaceae) pripada 12 vrsta razvrstanih u osam rodova, porodici usnača (Lamiaceae) pripada sedam vrsta razvrstanih u sedam rodova, porodici štitarki (Apiaceae) pripada pet vrsta razvrstanih u pet rodova, porodici glavočika (Asteraceae) pripadaju četiri vrste razvrstane u četiri roda, dok porodici zjevalica (Scrophulariaceae) pripadaju također četiri vrste, ali razvrstane u tri roda.

Najvećim dijelom riječ je o autohtonim ljekovitim biljkama naših šuma, šumskih rubova, sječina i proplanaka, a manjim

dijelom o stranim, pa i o egzotičnim vrstama koje bi kod nas bilo korisno uzgajati. Vrste su opisane tako da se naglase njihov ljekoviti učinak, razlog zašto bi ih trebalo uzgajati te način na koji ih uzgojiti.

Slijedi sistematski pregled ljekovitih biljnih vrsta, koji čini glavninu knjige. Opis pojedine vrste započinje navođenjem hrvatskog i latinskog imena vrste. Pri tome autor, uz danas prihvaćeni hrvatski i latinski naziv, za većinu vrsta nudi i nekoliko najčešćih sinonima na latinskom i hrvatskom jeziku. Slijedi kratki prikaz položaja dotične vrste u sistematici biljnog svijeta, opis staništa na kojem raste, kao i opis najvažnijih morfoloških značajki. Sve je to objedinjeno u okviru podnaslova „Opće značajke“.

Ostale najvažnije značajke vrste, poput kemijskog sastava, primjene u liječenju ili upotrebi u neke druge svrhe prikazane su u okviru podnaslova „Koristi i upotreba“. Ovdje se često može doznati nešto više i o mogućnostima korištenja pojedinih vrsta za pripremu sokova, marmelada, kompota i sličnih proizvoda zanimljivih širokom krugu čitatelja.

Na kraju su unutar podnaslova „Uzgoj“ dani podaci o načinu na koji je dotičnu biljku moguće uzgojiti. Ovdje su ponekad navedene i informacije o povijesti uzgoja pojedine vrste što tekst čini još zanimljivijim i privlačnijim. Ako se dotična vrsta uzgaja iz sjemena onda su često opisani način i vrijeme prikupljanja plodova. Tamo gdje je to potrebno, opisan je i način odvajanja sjemenke od usplođa te postupak stratifikacije sjemena. Slijedi opis sjetve sjemena i način uzgoja sadnica. Za vrste koje se razmnožavaju reznicama (vegetativno) navodi se vrijeme uzimanja reznica, način njihove izrade i pikiranja, tip supstrata u koji se sadi te osnovne metode njege i presađnje. Slijedi opis načina sadnje proizvedenih sadnica na otvorenom uz navođenje osnovnih mjera njege i zaštite koje je potrebno poduzeti tijekom njihovog uzgoja.

Nakon sistematskog pregleda 76 opisanih ljekovitih biljnih naveden je popis korištene literature domaćih i stranih autora. Ukupno su nabrojana 78 tiskana literaturna navoda i osam internetskih stranica.

Knjiga završava kratkim životopisom autora iz kojeg se vidi njegova dugogodišnja znanstvena i stručna aktivnost.

Na kraju možemo zaključiti da je knjiga „Uzgoj šumskih ljekovitih biljaka“ vrlo zanimljiva i vrijedna za sve uzgajivače ljekovitog bilja, korisnike ljekovitih pripravaka, ali i ljubitelje prirode u širem smislu. Svi će se oni lako snalaziti u knjizi zahvaljujući jednostavnim opisima i terminologiji, ali i kvalitetnim fotografijama ljekovitih biljaka.

Mirko Balala: Natjecanja šumskih radnika sjekača, 1963. – 2024.

Oliver Vlainić

Hrvatsko šumarsko društvo



Mirko Balala svojom knjigom „Natjecanja šumskih radnika sjekača, 1963. – 2024.“ popunio je kariku koja je već duže vrijeme nedostajala kako bi se na jednom mjestu moglo saznati sve najvažnije o specifičnom sportu poniklom unutar šumarske struke. Kronološki pregled svih natjecanja šumskih radnika sjekača u proteklih više od 60 godina održanih na području Hrvatske i nekadašnje savezne države Jugoslavije, uključujući i svjetska prvenstva, predstavlja velik doprinos jednom segmentu šumarske povijesti. Budući da je Mirko bio dugogodišnji sudionik svih hrvatskih natjecanja od 1994. godine, ali i nekoliko svjetskih prvenstava, u raznim ulogama (kao sudac, član i predsjednik Ocjenjivačkog suda te izbornik i trener sjekačke reprezentacije Hrvatske), materija o kojoj je pisao bila mu je jako dobro poznata. Njegovi brižno sačuvani podaci s natjecanja na kojima je sudjelovao, kao i oni dobiveni velikim istraživačkim radom o razdoblju prije 1994. godine, rezultirali su kronološkim pregledom rezultata svih održanih natjecanja.

Knjiga je obogaćena s više zanimljivosti. Iako su prva natjecanja radnika šumarstva na području Jugoslavije održana u Sloveniji, prva međunarodna natjecanja i svjetska prvenstva održana su u Hrvatskoj. Tako je 1966. godine u park šumi Golubinjak održano natjecanje četiri države, a prvo svjetsko prvenstvo inicirano od strane Mađarske i Jugoslavije održano je 1970.

godine u Daruvaru koji je bio domaćin i drugoga svjetskog prvenstva 1971. godine. Hrvatska je kao samostalna država bila domaćin svjetskog prvenstva 2010. godine u Zagrebu.

Poseban dodatak knjizi su prikazi najuspješnijih hrvatskih natjecatelja na državnom, saveznom i svjetskom nivou, a to su Dragutin Tomac, Ilija Lukić i Siniša Varga. Mirko ih je osobno posjetio, obavio razgovor s njima i fotografirao medalje koje su osvojili te ih uvrstio u knjigu, a one najvrijednije i najznačajnije trofeje istaknuo je na koricama knjige.

Recenziju Mirkovog rada napisao je Sandrino Rac, i sam sudionik brojnih natjecanja, kroz koja su se njih dvojica i bolje upoznala te sprijateljila. U recenziji, kao i na svim promocijama knjige, s emocijama se prisjetilo događaja, od svih priprema do završetaka natjecanja.

Hrvatsko šumarsko društvo dalo je također svoj doprinos u stvaranju knjige s fotografijama i izvorima podataka s pojedinih natjecanja iz svoje bogate tiskane i digitalne arhive.

Mirko Balala, zajedno s urednikom knjige Zvonimirom Ištvanom, knjigu je dopunio sa svojih 16 autorskih fotografija šume, koja djeluje poput ubačene izložbe fotografija u knjizi. Izdavanje knjige podržale su prvenstveno Hrvatske šume d.o.o., ali i Hrvatsko šumarsko društvo te Hrvatska komora inženjera šumarstva i drvne tehnologije.

Sa završetkom knjige i njenom trostrukom promocijom 23. travnja 2026. u Zagrebu (Fakultet šumarstva i drvne tehnologije), 28. travnja 2026. u Koprivnici (Galerija Mijo Kovačić) i 4. svibnja 2026. u Đurđevcu (Gradska knjižnica) poklopio se i odlazak Mirka Balale u zasluženu mirovinu nakon 40 godina staža u struci. Sve tri promocije bile su jako dobro posjećene i prožete pozitivnim emocijama svih sudionika i prezentatora. Na promocijama je otkriven i motiv za stvaranje knjige. Voditelj UŠP Koprivnica Damir Felak predložio je Mirku neka prije odlaska u mirovinu zapiše sve rezultate koprivničke podružnice Hrvatskih šuma na sjekačkim natjecanjima. Nakon dostavljenih podataka poželjelo se evidentirati i kompletne rezultate natjecanja tako da je iz te želje krenula potraga za podacima i fotografijama, što je urodilo čitavom knjigom posvećenom brojnim generacijama natjecatelja, sudaca, vođa ekipa i gledatelja.

Podaci o knjizi:

Autor: Mirko Balala, dipl. ing. šum.

Urednik: Zvonimir Ištvan, dipl. ing. šum.

Recenzent: Sandrino Rac, dipl. ing. šum.

Nakladnik: Hrvatske šume d.o.o. Zagreb

Format: 24 cm x 21 cm

208 stranica, 265 slika i 23 tablice

Knjiga se sastoji od sljedećih poglavlja: Sadržaj, Posveta, Predgovor, Uvod, Uvodne napomene, Proizvodno-radna natjecanja radnika šumarstva SR Hrvatske 1964. – 1990., Pregled održanih proizvodno-radnih natjecanja radnika šumarstva SR Hrvatske, Savezna natjecanja Jugoslavije, 1963. – 1990., Reprezentacija Jugoslavije na svjetskim natjecanjima, 1970. – 1989., Hrvatska državna natjecanja, 1994. – 2023., Reprezentacija Hrvatske na svjetskim prvenstvima, 1998. – 2024., Najuspješniji hrvatski natjecatelji, Rekordi s natjecanja, Zahvala autora, Recenzija monografije „Natjecanja šumskih radnika sjekača, 1963. – 2024.“, Literatura, Popis kratica, Bilješka o autoru, Pogovor (Šumar u službi šumarske struke), Donatori i sponzori.

Osobni doprinos knjizi dao je naivni umjetnik Pero Topljak Petrina svojom slikom „Drvosječe“ (ulje na platnu, 70 x 50



cm, 2024.) koja je objavljena na 8. i 9. stranici. Originalnu sliku poklonio je autoru knjige Mirku Balali.

Nadamo se kako će se naći i budući kroničar ovih natjecanja da ne bismo trebali čekati još nekoliko desetljeća na šumara zaljubljenog u šumu i šumarska natjecanja poput Mirka Balale. Ali i od Mirka se može očekivati nastavak praćenja iste tematike.



20 Bjelovarskih salona fotografije ŠUMA OKOM ŠUMARA

Branko Meštrić

Hrvatsko šumarsko društvo

Nakon što je 2014. godine predstavljena monografija 10 bjelovarskih salona fotografije ŠUMA OKOM ŠUMARA, dobili smo novo velebno i bogato izdanje pod naslovom 20 Bjelovarskih salona fotografije ŠUMA OKOM ŠUMARA. Prema izgledu, obimu, koncepciji i sadržaju, knjiga je naizgled sljedeća iteracija već ranije izdane knjige. Naravno, kako godine brzo lete, uskoro očekujemo i 30. salon, pa 40., a salonu želimo da još dugo poživi. Međutim, naslov je zavaravajući.

Bjelovarski salon fotografije ŠUMA OKOM ŠUMARA zaista je doživio svoje 20. izdanje i tim je povodom zamišljena i pripremljena monografija ovog naslova, ali ona zapravo predstavlja radove od 11. do 20. salona. Stoga bi ispravan naslov knjige glasio Drugih 10 godina salona, no ne budimo sitničavi.

Knjiga je veliko postignuće za njene stvaratelje i dokument koji će ostati nakon čak dvadeset izuzetnih manifestacija.

Sama struktura monografije donekle je određena željom da se slijedi sadržaj i koncept prve monografije.

Nakon predgovora predsjednice HŠD Ogranka Bjelovar, Martine Pavičić, koja je kao predsjednica na funkciji voditeljice salona upravo zadnjih deset godina, slijedi inspirativni tekst Branke Hlevnjak, povjesničarke umjetnosti, likovne kritičarke i novinarkе pod naslovom *Za šumare, i ne samo za njih, šuma je začarano mjesto. U njoj žive Enti, drveće koje je nekad hodalo svijetom. Ostali su tu do danas...* Nastavak ćete morati sami pročitati u knjizi.

Predsjednik Hrvatskoga šumarskog društva akademik Igor Anić kaže: *Našim velikim obljetnicama dodajmo 20 godina Bjelovarskoga salona fotografije Šuma okom šumara s međunarodnim sudjelovanjem, na ponos i diku hrvatskih šumara i šumarstva.*

Antun Krešić, akademski slikar i fotograf, sa salonom je od samih njegovih početaka. U svom tekstu prisjetio se razvoja salona od prvog poziva g. Adamovića i silnog oduševljenja viđenim fotografijama. Rado se prihvatio sudjelovanja u žiriju, a potom i likovno-grafičkoga oblikovanja kataloga, pozivnica, plakata, kalendara, plaketa, nagrada te monografskoga izdanja deset Bjelovarskih salona fotografije.

Na kraju tekstualnog dijela nalazimo omanji esej Željka Gubijana, idejnog začetnika izložbe Šuma okom šumara, pod naslovim *Ideja koju vrijedi njegovati*. Čovjek koji je pedantno odradio pripreme svih 20 salona, postavio sve izložbe i dobar dio njih popratio širom Hrvatske i diljem svijeta zaista ima pravo zaključiti: *Ako nakon razgledavanja osjetite želju pridružiti nam se u težnji za zdravijom, ljepšom i čistom*



šumom i potrebu da zajedno podignemo glas protiv uništavanja i onečišćenja našega životnog prostora, tada će zamisao ovakvog predstavljanja šumarske struke i naš dosadašnji trud da se ona i ostvari ispuniti svoju početnu namjenu i smisao.

Ovo je bio tek uvodni dio knjige. Slijedi predstavljanje svih nagrađenih i pohvaljenih fotografija od 11. do 20. salona. Ali to vam ne možemo prenijeti u ovom prikazu – to morate sami vidjeti. Ili u knjizi, a ako ne možete do nje, možete preuzeti i web izdanje sa stranica HŠD Ogranka Bjelovar: <https://www.sumari.hr/bjelovar>

Na kraju, valja pronaći mjesta u ovom prikazu i posebno pohvaliti neznalog autora koji si je dao truda napraviti cjeloviti pregled svih sudjelovanja autora na svih 20 salona.

Podaci o knjizi:

Nakladnik: Hrvatsko šumarsko društvo Ogranak Bjelovar

Urednici: Martina Pavičić i Željko Gubijan

Format: 28 cm x 21 cm

Obim: 224 stranice

Dvojezično - hrvatski i engleski

Zaštita urbanih stabala prilikom izvođenja građevinskih radova

Damir Dramalija

Hrvatske šume d.o.o.

Zbog brojnih opće korisnih funkcija koje nam stabla pružaju u nepovoljnim uvjetima gradske sredine, njihovo očuvanje ima prvorazrednu ulogu. Često se zaboravlja da se drveće, osim nadzemnih, sastoji i od podzemnih dijelova, što je vrlo važno prilikom planiranja građevinskih radova u njihovoj blizini. Kao relevantni stručnjaci, urbani šumari ukazuju da je stabla nužno promatrati u cjelini kako bi primjenom odgovarajućih tehnika zaštite osigurali njihovo dobro zdravstveno stanje i što duži životni vijek. Stoga je prilikom izvođenja građevinskih radova u većini slučajeva neophodno uključiti u rad i ovlaštene šumarske stručnjake koji će primijeniti sve propisane arborikulturne mjere zaštite debla, krošnje i korijena.

Stabla koja su rasla godinama mogu se u trenutku oštetiti ili uništiti nesvjesnim ili nemarnim zahvatima kao na slikama 1 i 2. Stabla oštećena tijekom izgradnje često tek protekom vremena pokazuju simptome i na kraju trebaju biti tretirana ili uklonjena, obično uz visoke i nepotrebne troškove. Također, treba imati u vidu da će stabla iz zamjenske sadnje početi davati slične korisne usluge kao posječena stabla tek nakon 50-ak godina, ovisno o vrsti drveta i stanišnim uvjetima. Zato odrasla stabla treba čuvati i njegovati kako bi imala što duži životni vijek, a njihovu obnovu planirati kako bi izbjegli nagle promjene u strukturi zelenih površina.

U mnogim zemljama je propisano da građevinski projekti trebaju sadržavati i Plan zaštite urbanih stabala. Njihov cilj je očuvanje stabala dobrog zdravstvenog stanja, strukture i oblika, dok se za sječu predviđa drveće lošeg općeg stanja koje ne može preživjeti učinke gradnje ili se ne uklapa u buduću namjenu prostora na kojem raste.

Općenito, mlada i zdrava stabla su otpornija na promjene, a stara i zrela stabla ili stabla lošeg zdravlja osjetljivija su na stres. Zbog toga zadržavanje starih stabala tijekom

izvođenja radova gradnje zahtijeva posebnu pozornost i izradu Programa buduće skrbi.

Uspješno očuvanje stabala zahtijeva predanost i uključenost svih zainteresiranih strana u projektu (projektanti, investitori, graditelji i urbani šumari) u svim njegovim fazama. Članovi projektnog tima trebaju biti upoznati s osnovnim uvjetima za uspješan rast i razvoj stabala i razumjeti relaciju između preživljavanja stabala i građevinskih praksi.

Stabla zahtijevaju odgovarajući prostora za rast krošnje i korijena koji treba osigurati projektom kako bi im se omogućio zdrav rast i razvoj kroz vrijeme.

Šumarski stručnjaci-arboristi trebali bi biti uključeni na način da izvedu procjenu stanja stabala, propisuju mjere očuvanja i provode neposredni nadzor na mjestu izvođenja radova. Prilikom izvođenja radova izgradnje treba voditi računa o prevenciji, tj. izbjegavanju oštećenja jer, iako postoje određene mjere pomoći oštećenom stablu, općenito je njegova sposobnost za oporavak od svih nanesenih ozljeda prilično ograničena, osobito ako se ima u vidu kumulativni efekt.

Tijekom različitih faza izgradnje, sljedeće točke su ključne za očuvanje stabala:

1. Planiranje radova
2. Projektiranje (oblikovanje)
3. Izvođenje građevinskih radova
4. Završni radovi (sanacija)

1. Planiranje radova podrazumijeva početnu procjenu radilišta na osnovu koje treba razmotriti i definirati uvjete potrebne stablima, objektima i ostalom zemljištu u okviru projekta. Osobito treba razmotriti postojeća stabla na koja će izvođenje radova imati neposredan utjecaj i pri tom voditi brigu da se maksimalno izbjegn timer aktivnosti koje bi mogle izazvati njihova oštećenja.

Prikupljene informacije omogućit će planiranje primjerenih



Slike 1 i 2. Primjeri neodgovorne i nedozvoljene građevinske prakse.





Slika 3. Drevno stablo masline (*Olea europaea*) iznimne vrijednosti na Velikom Brijunu. Sa starošću preko 1600 godina jedno je od najstarijih na Sredozemlju.

tehnologija izvođenja radova i olakšati odluku o utvrđivanju relativne važnosti postojećih stabala na gradilištu koja treba sačuvati i zaštititi ili eventualno ukloniti.

Prije svakog donošenja odluke o uklanjanju stabla treba imati na umu da vrijednost pojedinačnih odraslih stabala može iznositi nekoliko desetina tisuća eura. Kod osobito vrijednih i zaštićenih stabala, koja su dobrog zdravstvenog stanja i uklapaju se u okoliš, vrijednost može doseći i iznad stotinu tisuća eura (slika 3).

2. Projektiranje radova – tijekom faze projektiranja, projektni tim zadužen za infrastrukturu mora uključivati kvalificiranog stručnjaka za drveće ako se u granicama (g)radilišta nalaze i stabla na koja utječu planirane građevinske mjere budući da neprimjereno projektiranje može imati dugoročne posljedice na mikroklimu i okruženje za rast stabala.

Potrebno je odrediti zonu zaštite stabala – ZZS (engl. Tree Protection Zone – TPZ) gdje je prioritet zaštita korijena i strukture tla kako bi se osigurao takav položaj stabala u odnosu na planirane objekte da ona imaju dovoljno prostora za budući rast i razvoj, vodeći računa o namjeni predmetnog područja (slika 4).

ZZS predstavlja minimalno područje oko stabla za koje

se smatra da sadrži dovoljno korijenske mase i volumena potrebnih za opstanak stabla i u kojem se ne bi smjeli izvoditi nikakvi radovi. Prilikom određivanja ZZS najčešće se koriste slijedeće metode:

- Metoda zone kapanja kišnice s krošnje (engl. dripline method) predstavlja okomitu projekciju krošnje stabla na tlo u kojoj se nalazi oko 80 % korijena.
- Metoda visine stabla gdje granice ZZS predstavlja kružnica opisana oko stabla s radijusom jednakim visini stabla.
- Metoda opsega stabla kod koje se radijus ZZS dobije množenjem opsega debla na 1 m visine sa faktorom 4, odnosno za stabla promjera < 20 cm radijus zaštitne zone treba biti minimalno 2,5 m.
- Metoda promjera stabla gdje se radijus ZZS dobije množenjem promjera debla na prsnoj visini s faktorom od 6 do 18 koji ovisi o vrsti, dimenzijama, stanju i starosti stabla, uvjetima lokacije i sl.

ZZS mora biti okružena snažnom ogradom dovoljno čvrstom da izdrži sve utjecaje građevinskih aktivnosti uključujući vozila i strojeve kao na slici 5. Ograde bi trebale biti fiksirane, a njihovi temelji ne bi trebali biti u kontaktu sa strukturnim korijenjem. Slabe ograde od PVC-a i sličnih materijala (geotekstil, juta, ...) nisu prikladne za zaštitu stabala, ali se nažalost najčešće koriste na našim radilištima budući se tako samo zadovoljava propisana forma (slika 6).

3. Izvođenje građevinskih radova. Prilikom izvođenja radova gradnje najčešće su sljedeće štetne posljedice za sve dijelove stabla:

a) Rezanje ili oštećenje korijena.

Prilikom strojnog kopanja kanala, različitih građevinskih jama ili skidanja površinskog sloja terena na način koji nije propisan, može doći do ozbiljnih i nepopravljivih oštećenja budući da se kritična masa korijenja nalazi na dubini 0-60cm (maksimalno 100 cm) kao na slikama 7, 8, 9 i 10.

Ako se to u opravdanim i iznimnim slučajevima



Slika 4. Prikaz zone zaštite stabla ZZS. Izvor ilustracije: ASOO, Profil Klett.

ne može izbjeći, radovi se moraju provesti prema smjernicama za zaštitu korijenskog sustava usisavanjem i/ili ručnim otkopavanjem. Korijenje se zamotava jutom uz prethodno tretiranje sredstvom za rast korijena i foto evidentiranje svih većih oštećenja (promjer korijena > 2 cm). Ukoliko korijen ostane dulje vrijeme otvoren, osušiti će se i nakon zatrpavanja početi truliti, što dovodi do brojnih posljedica u budućnosti. U posljednje vrijeme sve je dostupnija metoda horizontalnog usmjerenog bušenja tzv. tuneliranja, kojom se podzemne instalacije polažu bez prekopavanja površine. Prednost ove metode je izbjegavanje površinskih oštećenja jer nema potrebe za razbijanjem asfalta, betona ili uništavanja krajobraza. Također, postižu se uštede vremena i novca budući da se znatno skraćuje vrijeme izvođenja, a troškovi naknadnog asfaltiranja i popravaka se eliminiraju. Isto tako, nema zastoja u prometu jer ceste ostaju otvorene za promet tijekom cijelog trajanja zahvata. Zbog svega navedenog, ova bi tehnologija trebala biti prvi izbor gdje god je to moguće.

b) Zbijanje tla

Rad teških građevinskih strojeva u ZZS ima dugoročne implikacije jer rezultira smanjenim rastom korijena zbog povećanja gustoće tla, pogoršanja vodozračnog režima i ograničavanja dotoka hranjiva. Granice gustoće tla koje korijen može prorasti kreću se od 1,45 do 1,8 g/cm³ zbog čega stabla u urbanim staništima razvijaju korijen gdje mogu, a ne prema genetskim predispozicijama razvijenim tijekom evolucije.

c) Promjene nivoa terena

Stabla ne podnose promjene nivoa terena prvenstveno jer prilikom skidanja gornjeg sloja tla dolazi do uklanjanja i oštećivanja korijena koji se većinom nalazi u toj zoni (slika 11). Nadalje, navoženjem različitih materijala dolazi do gušenja i propadanja korijena te poremećaja mikoriza i drugih korisnih organizama u tlu (slika 12). Isto tako, moguće je kemijsko ili mehaničko zagađenje, a miješanje slojeva tla trajno mijenja fizikalno-kemijska svojstva staništa.



Slike 7, 8, 9 i 10. Nepopravljiva oštećenja korijena u površinskom sloju tla.



Slike 5 i 6. Primjeri čvrste i neodgovarajuće PVC ograde ZZS.

d) Ostale mehaničke ozljede debla, korijena i krošnje

Građevinski strojevi često ozljeđuju i nadzemne dijelove stabala (slike 13 i 14) pri čemu stradaju provodna i zaštitna tkiva, tj. kora, kambij, ksilem i floem, što rezultira smanjenjem kapaciteta stabla za provođenje vode i hranjivih tvari te asimilata. Kroz takve povrede također dolazi do infekcija različitim patogenima (slika 15).

4. Završni radovi i sanacija oštećenih stabala

Po završetku građevinskih radova uklanjaju se zaštitna ograda, svi strojevi, alati i oprema, eventualni viškovi materijala, oznake upozorenja i slično. Izrađuje se zapisnik sa svim uočenim nedostacima ili nepravilnostima, a ako postoji bilo kakvo pogoršanje zdravstvenog stanja stabala i/ili strukturni poremećaj potrebno je preporučiti i provesti kurativne mjere. Nalazi inspekcije i evaluacije trebaju biti uključeni u budući Plan upravljanja predmetnom površinom. Unatoč najboljim namjerama i provedenim mjerama zaštite drveća, velika je vjerojatnost da će se neka stabla tijekom izgradnje oštetiti. Ta šteta može ponekad biti i nepovratna. Postoji nekoliko načina za sanaciju i poboljšanje stanja ozlijeđenih stabala:

- uklanjanje oštećenih, oboljelih i odumrlih grana;
- ako grane ili dijelovi debla trebaju dodatnu potporu treba pristupiti njihovoj stabilizaciji sidrenjem primjerenim metodama;
- kontrolirano navodnjavanje i prihranjivanje također mogu pomoći stablima pri oporavku od stresa;
- malč koji pokriva korijenski sustav može povećati rast korijena regulirajući temperaturu i vlažnost tla te smanjujući konkurenciju od trava i korova;
- rane na deblu treba urediti na način da se pažljivo izreže labava kora i oblikuje čista, glatka površina zdravog drva i kore pazeći da se ne ošteti zdravo tkivo i rana ne proširi više nego što je nužno;
- kemijska zaštitna sredstva primjenjuju se samo ako je to neophodno i primjereno lokaciji stabla;
- u slučaju zbijenosti tla potrebno je provesti mjere za povećanje opskrbe kisikom korištenjem neke od metoda prozračivanja.

Potrebno je nastaviti praćenje od strane stručnjaka za stabla/arborista koje treba uključivati praćenje vlage u tlu, održavanje malča, procjenu oštećenja stabla te monitoring štetnika i bolesti.

Na kraju, uvažavajući različite primjere dobre prakse iz inozemstva s jedne strane i loša iskustva u našim gradovima i



Slika 11. Skidanje gornjeg sloja tla, oštećenje korijena i navoženje kamenog materijala.



Slika 12. Promjena razine tla navoženjem kamenog materijala.

općinama s druge strane, a sve u cilju zaustavljanja degradacije urbanog zelenila i smanjenja ekonomskih i ekoloških gubitaka uzrokovanih propadanjem stabala nakon gradnje, nužno je usvojiti sljedeće korake:

1. Standardizacija protokola: potrebno je na nacionalnoj i lokalnoj razini (kroz Zakon o komunalnom gospodarstvu i Pravilnike o komunalnom redu) propisati obvezu izrade Plana zaštite stabala kao sastavnog dijela projektne dokumentacije za svaki zahvat u blizini postojećeg zelenila.
2. Rano uključivanje struke: urbani šumari i arboristi moraju biti uključeni već u fazi planiranja i projektiranja, a ne tek kada nastane šteta. Procjena stanja stabala (VTA metoda i slično) treba biti preduvjet za izdavanje dozvola.
3. Stručni nadzor i licenciranje: izvođenje radova u zonama zaštite stabala (ZZS) smiju obavljati isključivo izvođači s odgovarajućim certifikatima (npr. licenca Hrvatske komore inženjera šumarstva i drvne tehnologije za stručni smjer: ovlašteni inženjer šumarstva za ekologiju, zaštitu prirode i urbano šumarstvo, arborist/arboristica po strukovnom kurikulumu za stjecanje kvalifikacije arborist/arboristica,

ISA-certificirani arborist, ETW – European Tree Worker), uz obavezan nadzor ovlaštenog šumarskog stručnjaka.

4. Sustavno praćenje (monitoring): Uspostava registra urbanog zelenila (katastra zelenila) omogućila bi kontinuirano praćenje zdravstvenog stanja stabala prije, tijekom i nakon građevinskih zahvata.

5. Stroža kaznena politika: nužno je definirati jasne kriterije za izračun štete na stablima te uvesti stroge sankcije za nepridržavanje mjera zaštite. Investicija u zaštitu debla i korijena trebala bi biti višestruko manja od kazni i troškova uklanjanja uništenog stabla i sadnje novog te izgubljenih usluga ekosustava na duži rok.

Standardizacijom protokola i podizanjem svijesti svih dionika u gradnji postići ćemo da se u našim gradovima siva i zelena infrastruktura međusobno nadopunjuju, a ne konkuriraju. Urbana stabla nisu samo ukras ili zgodna pozadina za neku fotografiju. Stabla nam pružaju neprocjenjive koristi, a jedino što traže zauzvrat je malo prostora i stručan pristup tijekom izvođenja radova. Poštujmo njihovu vrijednost prije nego što postane prekasno za popravak. To je minimum koji trebamo osigurati generacijama koje dolaze iza nas..



Slike 13 i 14. Nedozvoljeni rad građevinskog stroja u neposrednoj blizini stabla sa vidljivim oštećenjima debla, pridanka i korijena.



Slika 15. Pojava gljiva truležnica u drugoj godini po završetku radova.

Uz Dan hrvatskog šumarstva obilježene i dvije ovogodišnje obljetnice

Oliver Vlainić

Hrvatsko šumarsko društvo



Sudionici obilježavanja Dana hrvatskog šumarstva.

U organizaciji Hrvatskoga šumarskog društva i Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije u Zagrebu kao domaćina 30. lipnja 2026. u Velikom amfiteatru Fakulteta obilježen je Dan hrvatskog šumarstva. Tim povodom okupilo se stotinjak sudionika. Ujedno je obilježeno i 180 godina osnutka Društva i 150 godina neprekidnog izlaženja Šumarskog lista.

Dan hrvatskog šumarstva obilježava se 20. lipnja. Datum je ostao zabilježen u šumarskim kronikama prije 35 godina kada je šumarskoj strukovnoj udruzi vraćen povijesni naziv Hrvatsko šumarsko društvo. Upravo u prostoru Šumarskog fakulteta, u danas obnovljenom IV. paviljonu, 20. lipnja 1991. održana je 96. Skupština tadašnjeg Saveza društava inženjera i tehničara šumarstva i drvne industrije Hrvatske s ukupno 339 sudionika. Tako respektabilan broj osoba nazočio je povijesnom događaju koji će se godinama obilježavati. U spomen na taj događaj na 101. Skupštini HŠD-a

odlučeno je od 1998. godine obilježavati 20. lipanj kao Dan hrvatskog šumarstva.

Datum 20. lipnja bitan je jer je istog nadnevka 1977. godine donesen Zakon o vraćanju dijela zgrade Šumarskog doma te je od tada Šumarski dom u potpunom vlasništvu Hrvatskoga šumarskog društva.

Ove godine strukovna udruga ima i dodatne razloge za obilježavanje jer teče 180 godina od osnutka Hrvatskoga šumarskog društva daleke 1846. godine i 150 godina neprekidnog izlaženja znanstveno-stručnog i staleškog glasila Šumarskog lista od 1877. godine. Prvenstveni cilj ovogodišnjeg skupa bio je okupljanje šumarica, šumara i njihovih gostiju u jednom ležernijem okruženju i neformalno druženje nakon službenog programa.

U uvodnom dijelu skupa okupljenim sudionicima obratili su se dekan Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije prof.

dr. sc. Josip Margaletić, predsjednica saborskog Odbora za poljoprivredu Marijana Petir i izaslanik predsjednika Sabora Republike Hrvatske Gordana Jandrokovića, saborski zastupnik, ali i šumar Darko Vuletić. Skupu je nazočila još jedna šumarica, saborska zastupnica Ivana Ribarić Majanović.

Josip Margaletić u pozdravnom govoru istaknuo je značaj Fakultet šumarstva i drvne tehnologije kao glasa akademske zajednice i institucije koja kontinuirano daje značajan doprinos istraživanjima i stručnom radu u području klimatskih promjena, šumarstva i održivog upravljanja prirodnim resursima. Fakultet je danas usmjeren na jačanje i okretanje novim perspektivama razvoja, interdisciplinarnim istraživanjima i programima, privlačenju studenata, nastavnika i istraživača, jačanju ugleda u domaćoj i međunarodnoj javnosti i stvaranju povoljnog okruženja za izvrsnost na nastavnom i znanstvenom polju. Poželio je da ovo događanje potakne nove suradnje i inicijative.

Marijana Petir naglasila je kako su ove obljetnice posljedica kontinuiteta znanja, odgovornosti i predanosti generacija

hrvatskih šumara te da u vremenu klimatskih promjena upravo stručnost, znanje i odgovorno gospodarenje predstavlja temelj očuvanja naših šuma za buduće generacije. Istaknula je dosadašnju dobru suradnju sa šumarima, a očekuje ju i ubuduće.

Darko Vuletić između ostalog osvrnuo se na nezadovoljstvo šumara odlukama nositelja vlasti u sektoru za što prema njegovom mišljenju odgovornosti ima i na samim šumarima koji nisu glasni u zastupanju svojih stavova. Kao saborski zastupnik najavio je održavanje okruglog stola o aktualnim pitanjima za šumarstvo i drvnu industriju te je spreman biti glas struke.

Među uzvanicima na skupu bili su još predsjednik Uprave Hrvatskih šuma d.o.o. Joško Radanović, predsjednik Hrvatskog saveza udruga privatnih šumovlasnika mr. sc. Zdenko Bogović, predsjednica Hrvatske komore šumarstva i drvne tehnologije dr. sc. Silvija Zec, ra vnateljica Hrvatskoga šumarskog instituta doc. dr. sc. Sanja Perić i predsjednik Akademije šumarskih znanosti prof. dr. sc. Marijan Grubešić.



prof. dr. sc. Josip Margaletić



Marijana Petir



Darko Vuletić

Program obilježavanja sastojao se od tri prezentacije i jednog filma:

1. Akademik Igor Anić, predsjednik Hrvatskoga šumarskog društva

Prezentacija „180 godina Hrvatskoga šumarskog društva i 150 godina Šumarskog lista”

2. Zvonimir Grgljanić, dipl. ing. šum., Hrvatske šume d.o.o. UŠP Vinkovci

Prezentacija knjige „Priče o ritskim šumama Vukovarskih dunavskih ada – Homilije o vremenu”

3. Martina Pavičić, dipl. ing. šum., predsjednica Hrvatskoga šumarskog društva Ogranka Bjelovar

Prezentacija monografije „20 Bjelovarskih salona fotografije Šuma okom šumara”

4. Prof. dr. sc. Marijan Grubešić, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije

Projekcija dokumentarnog filma „Kronika povratka dabra” povodom 30 godina reintrodukcije dabra u Republiku Hrvatsku.

Predsjednik HŠD-a akademik Igor Anić tijekom svoje prezentacije istaknuo je činjenicu o HŠD-u kao trećoj najstarijoj šumarskoj udruzi u Europi osnovanoj u vrijeme Habsburške Monarhije prije nego su osnovane istovjetne udruge u Beču i Budimpešti. Također je istaknuo značaj 150-godišnjeg kontinuiranog izlaženja znanstveno-stručnog i staleškog glasila Šumarskog lista koji se ubraja u 10 najstarijih šumarskih časopisa u svijetu. Danas HŠD djeluje preko 19 ogranaka i 6 sekcija s 2.852 člana.

Zvonimir Grgljanić predstavio je svoju knjigu koja je prvu promociju doživjela 23. travnja 2025. u Vukovaru, a drugu 31. ožujka 2026. u Vinkovcima. Knjiga obuhvaća prostor od Borovske do Šaregradske ade. Autor je u njoj naglasio iznimnu vrijednost poplavnih, aluvijalnih šuma vrba i topola te prikazao utjecaj Dunava i čovjeka na promjene riječnih otoka i šumske vegetacije, ali i naveo neriješeno pitanje granice na Dunavu između Hrvatske i Srbije od 1991. godine te nedostupnost nekoliko tisuća hektara šuma u tom dugom razdoblju. Inspiraciju za završnu poruku autor je pronašao u

„Priči o vremenu“ Siniše Glavaševića i misli njemačkog filozofa Immanuela Kanta čija izreka glasi: „Najveće dostojanstvo čovjeka kao misaonog bića jest da istražuje ono što se dade istražiti i da se pokloni pred Neistraživim“.

Martina Pavičić prezentirala je netom objavljenu monografiju o 20 izdanja Bjelovarskog salona fotografije „Šuma okom šumara“ s međunarodnim sudjelovanjem. Nova monografija sadrži nagrađene i pohvaljene fotografije od

11. do 20. salona budući da su nagrađene i pohvaljene fotografije prvih 10 salona objavljene u monografiji izdanoj 2014. godine. Na dosadašnjih 20 salona sudjelovalo je ukupno 213 autora od čega 33 strana autora: deset autora iz Mađarske, devet iz Slovenije, osam iz Bosne i Hercegovine te po jedan iz Austrije, Češke, Slovačke, Italije, Njemačke i Kanade. U arhivu salona do sada su prikupljene 4.304 fotografije u digitalnom obliku.



Akademik Igor Anić



Zvonimir Grgljanić



Martina Pavičić



prof. dr. sc. Marijan Grubešić



Nagrađeni sudionici s 18 i 20 godina sudjelovanja na Bjelovarskim salonima fotografije.

Prije projekcija tridesetminutnog filma „Kronika povratka dabra“ prof. dr. sc. Marijan Grubešić zahvalio se svima koji su sudjelovali u tri desetljeća dugom i uspješnom projektu reintrodukcije dabra u Republiku Hrvatsku, a među njima su brojni djelatnici Hrvatskih šuma d.o.o. Film je nastao 2026. godine u produkciji Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije. Nakon prezentacije monografije Martina Pavičić dodijelila je posebna priznanja za vjernost i kontinuitet sudjelovanja na salonima. Nagrađen je jedini fotograf sudionik na svih 20 salona, Željko Gubijan, koji je ujedno i idejni začetnik salona.

Priznanja su dobili i trojica fotografa za sudjelovanje na 18 salona: Goran Dorić, Jerko Gudac i Oliver Vlanić. U predvorju Fakulteta postavljena je izložba „20 Bjelovarskih salona fotografije Šuma okom šumara“ s većinom nagrađenih fotografija od 11. do 20. salona.

Sudionici skupa dobili su primjerke knjiga „Priče o ritskim šumama Vukovarskih dunavskih ada – Homilije o vremenu“ i „20 Bjelovarskih salona fotografije Šuma okom šumara“. Nakon programa sudionici su nastavili s neformalnim druženjem.



Izložba 20 Bjelovarskih salona fotografije „Šuma okom šumara“

MALA ŠUMARSKA KRONIKA

pripremio: Oliver Vlainić

POJAVA JASENOVOG KRASNICA U GRANICAMA EUROPSKE UNIJE



Jasenovo krasnik (*Agrilus planipennis*).

Prva prisutnost unutar Europske unije novoga invazivnog štetnika jasenovog krasnika (*Agrilus planipennis*) zabilježena je ove godine u sjevernom području Mađarske blizu granice s Ukrajinom u kojoj se uočio 2019. godine. Jasenov krasnik potječe iz Azije i smatra se jednim od najopasnijih štetnika jasea. U Sjevernoj Americi i istočnoj Europi već je izazvao veliko propadanje stabala. Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i ribarstva Republike Hrvatske na području Osječko-baranjske županije provelo je u veljači 2026. simulacijsku vježbu vezanu uz krizni plan za jasenovog i brezinog krasnika. S obzirom na trenutno vrlo loše zdravstveno stanje poljskog jasea u Hrvatskoj dolazak još jednog štetnika mogao bi pogubno djelovati na njegov opstanak.

PRO SILVA BAVARSKA U HRVATSKOJ

Članovi udruge Pro Silva Bavarska posjetili su Hrvatsku od 29. lipnja do 1. srpnja 2026. Grupu je doveo prof. dr. sc. Erwin Hussendörfer sa Zavoda za uzgajanje šuma Šumarskog fakulteta u Freisingu. Obišli su šumu Tramuntana na sjevernom dijelu otoka Cresa, prebornu šumu Sungerski lug pored Mrkoplja i park-šumu Golubinjak. Akademik Igor Anić i dr. sc. Domagoj Trlin prezentirali su na primjeru šume Sungerski lug preborni način gospodarenja šumama u Hrvatskoj. Gosti su ostali iznenađeni činjenicom o velikoj površini jelovo-bukovih šuma



Članovi Pro Silve Bavarke u Sungerskom lugu.

u Hrvatskoj koja nadilazi površinu takvih šuma u Švicarskoj i našom tradicijom prebornog gospodarenja od 1903. godine. Posebno su ih interesirale metodika i intenzitet inventure šuma prilikom izrade šumskogospodarskih planova i način doznake stabala u prebornom gospodarenju šumom.

KONFERENCIJA „TRGOVINA DRVOM I DRVNA SIROVINA“

Konferencija „Trgovina drvom i drvena sirovina“ održana 3. srpnja 2026. u Zagrebu okupila je zainteresirane predstavnike šumarskog i drvoprerađivačkog sektora iz zemlje i inozemstva. Glavna tema skupa bilo je pitanje produženja desetogodišnjih ugovora u Hrvatskoj za dobavu drvene sirovine između javnog šumoposjednika i drvnog sektora. Trenutno najutjecajniji čimbenik na poslovanje je svjetska politička nestabilnost koja je poremetila trgovinu drvom na europskom i svjetskom tržištu. Raspravljalo se i o proizvodnji drvnog peleta u Hrvatskoj koja je zasada stabilna. U zaključcima skupa istaknuta je važnost očuvanja stabilnog modela opskrbe domaćom sirovinom, međusobne suradnje svih dionika te koordinirano zastupanje interesa sektora na nacionalnoj i europskoj razini. Također se na svim razinama treba bolje pripremiti u cilju provedbe Uredbe o krčenju šuma (EUDR). Bitno je ojačati kapacitete zbog primjene novih strožih europskih regulatornih okvira. Predložilo se osnivanje radne skupine ili savjetodavnog tijela (Vijeće drvene industrije i šumarstva) koje bi objedinjeno sagledalo izazove u sektoru te izradilo zajedničke prijedloge rješenja i uputilo ih prema Vladi RH, nadležnom ministarstvu i Europskoj komisiji, s ciljem daljnjeg unapređenja i razvoja drvene industrije i šumarstva u Hrvatskoj. Cilj je očuvati domaću drvenu sirovinu za domaću drvoprerađivačku industriju i sačuvati radna mjesta.

STRATEGIJA BIOGOSPODARSTVA HRVATSKE DO 2035. GODINE

Hrvatski sabor na sjednici održanoj 3. srpnja 2026. donio je Strategiju biogospodarstva Republike Hrvatske do 2035. Strategija je objavljena u Narodnim novinama br. 74/2026 od 10. srpnja 2026. Cilj joj je osigurati strateško-planski okvir za intenzivni razvoj biogospodarstva čime se želi doprinijeti razvoju hrvatskog gospodarstva i društva. Strategijom su obuhvaćeni sljedeći sektori: poljoprivreda, šumarstvo, ribarstvo, akvakultura, prehrambena industrija, zdravstvo i energetika. Kroz dva glavna cilja, što su razvoj održive proizvodnje i povećanje dodane vrijednosti, osigurat će se strateški okvir za smanjenje ovisnosti o fosilnim gorivima. Smanjenjem ovisnosti o fosilnim gorivima želi se povećati učinkovitost iskorištavanja resursa, smanjiti emisija stakleničkih plinova, povećati otpornost vodoopskrbe, približiti nultoj stopi onečišćenja i održati bioraznolikost. Za razdoblje od 2025. do 2027. godine već je osigurano više od 199 milijuna eura iz nacionalnih i europskih izvora financiranja.

Izvori financiranja u sljedećem razdoblju od 2028. do 2034. godine definirat će se nakon donošenja novoga Višegodišnjeg financijskog okvira EU. Šumarstvo i drvna industrija naći će se najviše u provedba zelene javne nabave u funkciji razvoja biogospodarstva. Među mjere ublažavanja utjecaja na ciljeve očuvanja i cjelovitost područja ekološke mreže uvršten je i projekt drvenih dječjih vrtića. U okviru kampanje „Drvo je prvo“ razmotrene su mogućnosti društveno odgovorne zelene javne nabave kao poticaj domaćim proizvođačima i industriji. S tim u vezi već su provedeni natječaj za arhitektonsko rješenje tipškoga dječjeg vrtića drvene konstrukcije te natječaj za dizajn namještaja i opreme za dječje vrtiće.

ŠUMSKI POŽARI

Ljeto je sezona kada je pojava šumskih požara najčešća. Ovo ljeto je posebno kritično zbog nekoliko ekstremnih toplinskih valova s temperaturama od oko četrdeset stupnjeva. Služba za klimatske promjene Copernicus navodi kako je Europa kontinent koji se najbrže zagrijava. Od 1980-ih godina temperatura je rasla dvostruko brže od globalnog prosjeka. Požarima su najpogođenije Francuska, Njemačka, Grčka, Španjolska i Portugal. U Španjolskoj požari su se pojavili i u okolici glavnog grada Madrida. Od početka godine u toj su državi šumski požari poharali više od 80.000 hektara što je gotovo dvostruko više od površine izgorjele u istom razdoblju prošle godine. Francuskoj su se dogodili najveći šumski požari od Drugoga svjetskog rata. Nažalost osim opožarenih šumskih površina na udaru su i naselja, a smrtno stradavaju ljudi i stoka. U Francuskoj i Španjolskoj krajem srpnja evakuirano je više od 360.000 ljudi. Veliki šumski požari zahvatili su i Kanadu, a dim od požara pogoršao je kvalitetu zraka u dijelovima Kanade i sjeveroistočnog dijela Sjedinjenih Američkih Država. U Hrvatskoj je u prvih sedam mjeseci ove godine najviše površine opožareno na otocima Hvaru, Korčuli, Visu te oko Šibenika.

VIJESTI IZ OGRANAKA I SEKCIJA

IZBORNE SJEDNICE SKUPŠTINA OGRANAKA

Od prošlog broja MŠK održana je još jedna izborna sjednica Skupštine. Ogranak Varaždin održao je svoju izbornu Skupštinu 26. lipnja 2026. u prostorima Šumarije Varaždin. Za novog-starog predsjednika izabran je u trećem mandatu Davor Topolnjak, dipl. ing. šum.

OGRANAK POŽEGA

U prvih sedam mjeseci 2026. godine Ogranak Požega ostvario je više raznolikih aktivnosti. Šumarska zabava održana je 14. veljače 2026. U veljači članovi ogranka bili su na četverodnevnoj stručno-turističkoj ekskurziji u austrijskom Villachu. Članovi Ogranka Buzet na svojoj slavonskoj ekskurziji u travnju posjetili su i područje Ogranak Požega i to gradove Požegu, Pleternicu i Kutjevo. Ogranak je 8. svibnja 2026. održao Redovitu izbornu sjednicu Skupštine na kojoj su izabrana nova tijela ogranka, a za novog predsjednik ogranka izabran je Krunoslav Pavić, dipl.

ing. šum. U svibnju su, u suradnji s HKIŠDT, organizirana dva predavanja za članove Komore s predavačima iz Hrvatskoga šumarskog instituta dr. sc. Milanom Pernekom i dr. sc. Martom Kovač. U lipnju je organiziran jednostnevni izlet na područje Ogranka „Dalmacija“ Split, a tom prigodom posjećen je Park prirode Vransko jezero.



Članovi Ogranka Požega u Parku prirode Vransko jezero.

SEKCIJA PRO SILVA CROATIA

Hrvatsko šumarsko društvo preko svoje sekcije Pro Silva Croatia partner je u novom europskom projektu LIFEForSkills, koji se pokreće u okviru programa LIFE Programme. Projekt okuplja mrežu od 18 partnerskih organizacija iz Europe, s ciljem jačanja znanja, vještina i stručnosti šumarskih stručnjaka u području gospodarenja šumama koje doprinosi očuvanju bioraznolikosti. Projekt će obuhvatiti niz praktičnih edukacija, terenskih demonstracija dobrih praksi i aktivnosti razmjene znanja. Poseban naglasak bit će stavljen na jačanje europske zajednice edukatora i stručnjaka koji će svojim radom doprinijeti širenju suvremenih pristupa u gospodarenju šumama, uključujući prirodu blisko šumarstvo kao i rješenja temeljena na prirodi.



Logotip projekta LIFEForSkills.

SEKCIJA ZA KULTURU, SPORT I REKREACIJU

Aktivnosti Sekcije za kulturu, sport i rekreaciju godinama su vrlo raznolike, a dobar dio njih je i tradicionalan. Najpoznatija i najčešća aktivnost je izložba Bjelovarskog salona fotografije „Šuma okom šumara“ s međunarodnim sudjelovanjem. O održane četiri izložbe 20. izdanja salona fotografije u prva četiri mjeseca pisano je u Maloj šumarskoj kronici 1/2026. Od druge polovice travnja do kraja srpnja izložba je bila postavljena u još četiri mjesta. U organizaciji

Ogranka Zagreb u Knjižnici Vjekoslava Majera u Zagrebu od 1. do 30. travnja 2026. bila je postavljena izložba nagrađenih i pohvaljenih fotografija. Ogranak Gospić organizirao je izložbu od 22. do 30. travnja 2026. u prostoru Zimskog vrta hotela Jezero u Nacionalnom parku Plitvička jezera. Ogranak Bjelovar postavio je izložbu u Centru za posjetitelje Natura 2000 u Garešnici od 25. svibnja do 6. lipnja 2026. Gradski muzej Virovitica ugostio je postav izložbe od 26. svibnja do 3. lipnja 2026. u organizaciji Ogranka Virovitica. Postav 19. salona fotografije imao je dvije izložbe: od 4. do 31. svibnja 2026. u delničkoj Gradskoj knjižnici Janet Majnarich u organizaciji UŠP Delnice te od 15. lipnja do 27. srpnja 2026. u Gradskoj munjari u Petrinji u organizaciji Ogranka Sisak.

Prilikom obilježavanja Dana hrvatskog šumarstva dio nagrađenih fotografija od 11. do 20. salona bio je izložen je od 30. lipnja do 7. srpnja 2026. u prostoru Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu. Tada je i promovirana monografija „20 Bjelovarskih salona fotografije Šuma okom šumara“.

Isti postav bio je izložen u Novoj Gradiški od 10. do 16. kolovoza 2026. kao dio manifestacije 30. Novogradiško glazbeno ljeto.



Izložba nagrađenih fotografija u Novoj Gradiški.

U sportski dio aktivnosti Sekcije pripadaju i lađarska natjecanja. Po četvrti put zaredom na jezeru Raminac pokraj Lipika održan je Lađarski kup Grada Lipika koji zajedno s gradom organiziraju lađari HŠD-a Ogranka Bjelovar. Ove godine natjecanje je održano 30. svibnja 2026. uz sudjelovanje pet muških i tri ženske ekipe.

Na najvažnijem lađarskom natjecanju godine, 29. Maratonu lađa Metković – Opuzen – Ploče dugom 22,5 km i održanom 8. kolovoza 2026., ekipa bjelovarskih šumara osvojila je 15. mjesto od ukupno 32 ekipe. Lađare su glasno bodrili brojni navijači, prijatelji i rodbina.



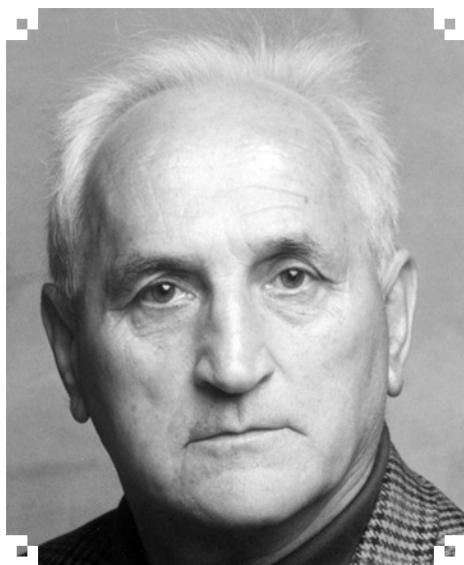
Bjelovarski lađari s navijačima i ministrom poljoprivrede, šumarstva i ribarstva Davidom Vlačićem.

U Vinkovcima je 15. svibnja 2026. održan i jedan malonogometni turnir između ekipa ogranaka Bjelovar, Gospić, Vinkovci i Zagreb.

Rekreacijski dio aktivnosti Sekcije pokrivaju članovi Planinarskog društva „Šumar“. Na tradicionalnom posjetu Srednjem Velebitu 40 sudionika od 20. do 22. lipnja 2026. obišlo je gotovo 100 km staza i vrhove Veliki Kozjak, Šatorinu, Gromušu, Radlovac, Zečjak, Kizu i Buljmu te ulaz u Lukinu jamu.



Članovi PD Šumar na Štirovači.



Alojzije Frković (1934. – 2016.)

povodom desete obljetnice smrti

Marijan Grubešić

Sveučilište u Zagrebu Fakultet šumarstva i drvne tehnologije

Kada se spominjemo značajnih osoba u šumarskom i lovačkom miljeu, koje su svojim radom trajno obilježile i zabilježile dio vremena i događanja tijekom svog života, neizostavno je ime Alojzija Frkovića, dipl. ing. šum. (20. 5. 1934. – 13. 7. 2016.)

Rođeni Goranin, cijeli svoj životni i radni put posvetio je rodnome kraju, kroz svoje šumarske i lovačke aktivnosti, te svojim marljivim „perom“ ovjekovječio svoje gotovo šezdesetogodišnje djelovanje.

Osnovno obrazovanje započeo je u rodnim Vratima, a visoko obrazovanje završio s diplomom na Šumsko-gospodarskom odsjeku Šumarskog fakulteta u Zagrebu 1960. godine. Iste godine započinje se u šumariji Crni Lug. Pored standardnih šumarskih poslova, posebno se posvećuje lovstvu, a osobito radi na obnovi u to vrijeme pririjeđenih fondova krupnih vrsta divljači, čime se razvija lovni turizam u Gorskom kotaru. Zbog iskazanog interesa i postignutih rezultata u domeni lovstva u lipnju 1967. imenovan je referentom za lovstvo Uprave Š. G. Delnice. U svibnju 1969. godine među prvima je u Hrvatskoj položio ispit za ocjenjivača lovačkih trofeja.

U Komisiju za krupnu divljač CIC-a (Conseil International de la Chasse et de la Conservation du Gibier) izabran je 1993. godine.

U Direkciju J. P. Hrvatske šume u Zagreb na poslove stručnog suradnika za lovstvo premješten je 1993., a 1995. godine raspoređen je na poslove savjetnika za lovstvo u Direkciji, u Uredu direktora.

Iako je proteklo već deset godina od kako nas je napustio, svakodnevni doticaj s njegovim nezaobilaznim radovima čini ga „besmrtnim“. Tijekom svog gotovo šezdesetogodišnjeg vrlo aktivnog, marljivog i pedantnog rada, napisao je nebrojeno naslova o šumarstvu i lovstvu. Njegovi tekstovi osobito su se često nalazili na stranicama Šumarskog lista i Lovackog vjesnika. Nema područja iz šumarstva i lovstva o kojem Alojzije nije napisao barem crticu vezanu za neko događanje. Nemoguće je pobrojati sve njegove objavljene članke, od znanstvenih časopisa, već spomenutih strukovnih glasila, dnevnog tiska i lokalnih medija (Novi list, Večernji list, Drvosječa, Goranski list, Drvo, Hrvatske šume, Goranski novi list, Priroda, Lovec, Lovачke novine, Veterinarska stanica, Trag, Jadranski lovac).

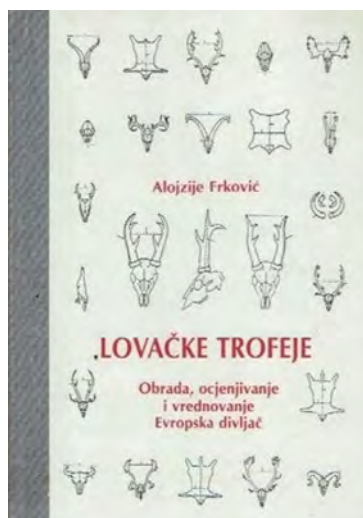
Ustrajnost u bilježenju svih detalja na dnevnoj bazi, kroz svoje poznate rokovnike, živa su kronika proteklog vremena. Bilježio je naizgled nebitne detalje, ali koji su sa vremenom dobivali na važnosti i koje je po potrebi koristio u prikazu pojedinih tema, odnosno u svojim kronikama.

Svojim radom ostvario je osobito važna djela koja će se još dugo vremena citirati i biti polazištem za buduća istraživanja i stručnu literaturu.

Ocjenjivanje lovačkih trofeja samo je jedno od područja u kojima osigurao temelje izradom priručnika. Tijekom svog rada kao ocjenjivač trofeja napisao je tri priručnika, sukladno izmjenama i dopunama kriterija za ocjenjivanje trofeja.

Prvi „Priručnik za ocjenjivanje lovačkih trofeja“ objavljen je 1981. godine. Dopunjeno i prošireno gradivo iste tematike nalazimo u drugom izdanju pod naslovom „Lovačke trofeje: obrada, ocjenjivanje i vrednovanje – evropska divljač objavljenom 1989. godine.





Treće izdanje objavljeno je 2006. godine pod istim naslovom kao i prvo, „Priručnik za ocjenjivanje lovačkih trofeja”.

Pored izdavanja priručnika, redovito je putem strukovnog glasila izvještavao o promjenama u načinu ocjenjivanja trofeja, održanim nacionalnim i međunarodnim ocjenjivanjima trofeja te ostvarenim rezultatima.

Drugi važan segment aktivnosti Alojzija Frkovića posvećen je zaštiti prirode, zaštiti staništa te osobito zaštiti ugroženih vrsta poput velikih zvijeri, kao što su medvjed, vuk i ris, te velikog tetrijeba.

Dugi niz godina bio je član povjerenstava za gospodarenje, odnosno upravljanje velikim zvijerima. Toj tematici također je posvetio brojne znanstvene i stručne radove kao i monografije. Posebno se istaknuo u izradi nacionalnih Planova gospodarenja medvjedom te Planova upravljanja vukom i risom u Hrvatskoj. Primjerice, u svojim radovima uvijek-ovječio je vrijeme dok se vuka „tamanilo” svim sredstvima (Akcija tamanjenja vukova u općini Delnice. *Lovački vjesnik* 11, 1963.-1964., str. 274-275.), potom akcije praćenja populacije pa sve do izrade Plana upravljanja vukom (Plan upravljanja vukom u Republici Hrvatskoj za razdoblje od 2010. do 2015.).

Treba istaknuti i njegovo značajno djelo koje je zahtijevalo izniman trud i upornost, a koje je objavljeno povodom 100. obljetnice izlaženja *Lovačko-ribarskog vjesnika* – Bibliografiju LRV. U bibliografiji je prikazao sve naslove u *Lovačko-ribarskom vjesniku*, naveo autore te razvrstao članke po tematskim područjima čime je omogućio jednostavan pristup lovačkim temama kroz 100 godina.

Gotovo da nije bilo teme ili događaja vezanih za šumarstvo i lovstvo, osobito na goranskom području, ali i u ostatku Hrvatske pa i na međunarodnoj razini, o kojoj Alojzije nije napisao i objavio barem kratku crticu. Držeći se latinske izreke „verba volant, scripta manent” (riječ lete, zapisano ostaje), spasio je mnoge događaje od zaborava.

Preko 400 različitih naslova i tema koje su ostavština Alojzija Frkovića najveće su blago svim budućim naraštajima.

Većina naslova može se pronaći u bibliografskom prikazu na stranicama Hrvatskog šumarskog društva (<https://www.sumari.hr/sumari/kart.asp?id=9200>).

Osim kroz pisanu ostavštinu, svoj rad, zapažanja i događaje uvijek-ovječio je i fotografijama, od kojih su brojne sastavni dio njegovih članaka ili stručne literature.

Djela koja nam je podario Alojzije Frković dragocjena su hrvatskom šumarstvu i lovstvu. Poput Kesterčaneka, Kozarca, Čeočića i Andrašića, koji su ostavili nezaobilazni pisani trag svojih vremena, Alojzije je obilježio „svoje vrijeme” i zasigurno pripada među znamenite Hrvate.

Hvala mu na bogatstvu koje za podijelio sa svima nama!





Vladimir Rajković, dipl. ing. šum.

6. 9. 1924. – 3. 5. 2026.



Živko Petković, dipl. ing. šum.

10. 11. 1925. – 15. 7. 2026.

Branko Meštrić

Hrvatsko šumarsko društvo

Ako želite doživjeti stotu dobro je biti šumar, ili bar voljeti šumu. Tako je nekako svoj stoti jubilej prokomentirao Petar Prebježić uz odobravanje prijatelja i vršnjaka Vlade Rajkovića, na prekrasnoj proslavi koju su mu početkom 2024. godine na Šumarskom fakultetu priredili bivši suradnici iz Zavoda za uzgajanje šuma. Vladimir Rajković je do svoje stote obljetnice ipak trebao pričekati do rujna. A u rujnu su svom dugogodišnjem članu i redovitom posjetitelju čuvenih Šumarskih četvrtaka, proslavu priredili kolege iz Hrvatskog šumarskog društva Ogranak Zagreb u našem Šumarskom domu. Pobrojali su se tada naši stogodišnjaci i ustanovili da je sljedeći stogodišnjak Živko Petković koji svoj stoti očekuje krajem 2025. O tome smo pisali u broju 9-10/2024.

Na žalost, već u broju 7-8/2025 morali smo objaviti spomen na našeg Peru, koji nas je napustio u lipnju te godine sa 101 godinom i 4 mjeseca.

Vladimir Rajković umro je 3. svibnja ove, 2026. godine sa 101 godinom i 8 mjeseci starosti. Rođen u Vinkovcima 6. rujna 1924. Osnovnu školu i gimnaziju pohađao je u Vinkovcima gdje je i maturirao 1947. godine. Na Šumarskom fakultetu u Zagrebu diplomirao je 1964. godine. Još prije diplome radio je u Bihaću, DIP-u Stjepan Sekulić u Novoj Gradiški a potom u Rijeci u Sekciji za uređivanje šuma. Po diplomiranju prelazi u Institut za drvo u Zagrebu da bi potom najveći dio radnog vijeka proveo u Ljubljani gdje je u poduzeću Metalka radio na primjeni elektronske obrade podataka. Stoga ga možemo smatrati prvim informatičarem među šumarima, o čemu je rado i s ponosom govorio i autoru ovog članka.

Neposredni povod ovom kombiniranom *in memoriamu* je činjenica da je nedavno, točnije 17. srpnja 2026., umro i Živko Petković. Treći apostrofirani (tada još potencijalni) stogodišnjak u gornjem članku dočekao je svoju stotu prije nekoliko mjeseci (umro je sa 100 godina i 8 mjeseci).

Živko Petković rođen je 10. studenog 1925. u Drvaru gdje je završio osnovnu školu i započeo gimnaziju. Ratna vremena su ga nosila naokolo pa je maturirao tek 1949. u Bjelovaru. Već 1955. diplomirao je na Šumarskom fakultetu u Zagrebu na Biološkom odsjeku. Zaposlio se 1956. u taksaciji Ministarstva šumarstva u Zagrebu, a od 1966. pa do kraja radnog vijeka biva u Udruženju šumsko-privrednih organizacija, odnosno u Poslovnoj zajednici šumarstva i drvne industrije u Zagrebu.

Tako se i završava priča o našim stogodišnjacima što smo je započeli proslavom na našem fakultetu. Veselili smo se tada Perinom stotom, nadali Vladinom i Živkovom. Kako su na proslavi većinom bili šumari, a oni ostali zasigurno vole šumu, sve su ohrabrine riječi slavljenika – zasigurno će biti još mnogo stogodišnjaka među šumarima.

Sjećamo se Petra Prebježića, a ovim tekstom upisujemo u šumarsku povijest imena Vladimira Rajkovića i Živka Petkovića. Dragi kolege, dragi naši stogodišnjaci – bila je čast živjeti i raditi s vama. Počivali u miru.



Naši stogodišnjaci.

Foto: Oliver Vlainić

Hranislav Jakovac, dipl. ing. šum.

Sunger, 13. 10. 1938. – Zagreb, 26. 7. 2026.

Branko Meštrić, Oliver Vlainić

Hrvatsko šumarsko društvo

Što Šumarski list može napisati o čovjeku koji je više od 28 godina bio nezaobilazni dio tog istog Šumarskog lista? Hranislav Jakovac, naš Hrano, ponosni Goranin i šumar s izuzetno netipičnom karijerom došao je u Hrvatsko šumarsko društvo već duboko u drugoj polovici svoje karijere kao profesionalni tajnik ovog udruženja, da bi zajedno s poslom tajnika od svog prethodnika, inženjera Maričevića, preuzeo i dužnost tehničkog urednika Šumarskog lista od broja 9-10/1995. Bio je dragocjen suradnik našem dragom i najdugovječnijem uredniku profesoru Prpiću u njegovih posljednjih 6 godina (od ukupno 40) koliko je bio glavnim urednikom. Potom je izvrsno surađivao i s njegovim nasljednikom, profesorom Hrašovcem, sljedećih 4 i profesorom Margaletićem daljnjih 9 godina. U međuvremenu, početkom 2006. godine otišao je i u mirovinu, ali Šumarski list nije napuštao još dobrih 18 godina. Na oproštaju, u znamenitom govoru kojeg se još uvijek mnogi sjećaju, nije mogao sakriti žal zbog odlaska s pozicije na kojoj je proveo tolike godine, ali nije propustio osvrnuti se i na mnoge otvorene teme koje su ga preokupirale i na kojima je temeljio brojne uvodnike Šumarskog lista. Uvodnike koji nisu bili potpisivani – jer su trebali iskazivati stavove struke, Društva i uredništva – ali upućeni su znali da je iza najangažiranijih i najdirektnijih Uvodnika stajala uvijek Hranislavova ruka.

Hranislava Jakovca možemo smatrati najprije velikim i predanim Goraninom koji je u svom rodnom Sungeru uvijek stajao bar jednom nogom, možemo ga smatrati i majstorom drva, praktički stolarom, kao što su bili i njegovi preci. Ne zaboravimo ovdje i njegovo sportsko goransko srce, najprije kao rukometaša, a potom ponajviše kao skijaša. Nesporna je zasluga Hranina da se skijaško trčanje, odnosno skijaški biatlon proširio među šumarima Hrvatske, ali i Europe, i što se kroz organizaciju EFNS (European Foresters' Competition in Nordic Skiing) utjecaj hrvatskih šumara skijaša, uglavnom Gorana, proširio i diljem Europe. Velika je upravo i Hranina zasluga da se 2013. godine vrlo uspješno natjecanje održalo upravo u srcu Gorskoga kotara, na Vrboskoj poljani ponad Mrkoplja. Treba naglasiti da se Hrano, iako u dubokoj mirovini i znatnim godinama, nije predavao i da je zaista i aktivno trčao sve do svoje 80. godine (Antholz 2018).

No vratimo se Šumarskom listu. Hranislav je preuzeo list s brojem 9-10/1995. Mora se priznati da je nedugo prije toga već uvedena nova tehnologiju ofsetnog tiska u bojama, a i veliki format časopisa, blizak formatu A4, zeleni okvir korica



i fotografija na naslovnici, no zapravo je Hranislav tu zamisao uspješno dalje provodio. Uvedeni su potom i sadržaji na zadnjem omotu – najprije fotografije, a potom i višegodišnja entomološka poučna serija profesora Hrašovca (do kraja 2015.) – da bi je nastavili desetgodišnjom dendrološkom rubrikom profesorice Idžojtić. Početkom 2012. godine tada relativno novi glavni urednik prof. Hrašovec i sad već iskusni tehnički urednik, naš Hranislav, pokreću cjeloviti redizajn časopisa i prelazak na moderni računalni prelom – na razinu na kojoj je časopis uređivao praktički do kraja svoje karijere tehničkog urednika. Kroz to vrijeme internet je silno napredovao, slanje članaka mailom postalo je praktički standard, a Hrano se hrabro borio s nestandardnim fontovima raznih autora, problematičnim fotografijama, Mirelinim nepro-

vedenim korekturama i pogrešnim verzijama, Damirovim kašnjenjima u tisku... Ekipa u redakciji rado mu je priskakala u pomoć i časopis je uredno izlazio kroz sve te godine. Sljedeći tehnološki iskorak, prelazak na novi posve informatizirani sustav (OJS), naš Hrano nije više popratio i otišao je iz redakcije s krajem 2023. godine. Iza sebe je ostavio 173 sveska Šumarskog lista na skoro 20.000 otisnutih stranica. Ako se svi brojevi uvežu u godišta dobijemo tridesetak debelih knjiga od po otprilike 650 stranica. Impozantno.

Dragi naš Hranislave, bilo je zadovoljstvo biti tvojim suradnikom. Hvala ti.

Na zagrebačkom krematoriju na Mirogoju 29. srpnja 2026. okupili su se u velikom broju rodbina, prijatelji i znanci, mnogobrojni šumari, da bi se oprostili s Hranislavom Jakovcem, dugogodišnjim tajnikom Hrvatskoga šumarskog društva i tehničkim urednikom Šumarskog lista. U ime struke i strukovnog udruženja s Hranislavom se oprostio tajnik Hrvatskoga šumarskog društva Oliver Vlainić sljedećim riječima:

Dragi Hrano,

tako smo te voljeli zvati, a sada ćemo se s tugom samo sjećati i pamtiti brojne ugodne trenutke koje smo proveli s tobom. Znali smo da te je napala opaka bolest, ali nadali smo se da će tvoje sportsko srce dobiti i tu bitku kao bezbroj njih prije toga. Nažalost nije i danas smo se okupili na tvom posljednjem ispraćaju. Sa svojim prijateljima iz šumarskog društva proslavio si brojne rođendane, ali već prošle godine zbog tvoga narušenog stanja to druženje je moralo izostati. Odsad ćemo 13. listopada paliti svijeće i sjećati se tvoga životnog puta koji je započeo upravo na taj dan 1938. godine u rodnom Sungeru. U mladosti si volio sport, bavio si se rukometom, ali najzapaženije uspjehe ostvario si u pravom goranskom sportu, skijaškom trčanju, kojemu si ostao vjeran dok god je to tijelo dozvoljavalo.

Nakon završene osnovne škole u Sungeru i gimnazije u Delnicama uputio si se na studij u Zagreb. Igrom sudbine započeo si 1963. godine radnu karijeru na Šumarskom fakultetu kao tehnički suradnik na pomoćnim poslovima u izvođenju redovite i terenske nastave studenata Šumarskog i Drvno-tehnološkog odsjeka. Diplomirao na Šumarskom fakultetu stekao si 1982. godine iz znanstvenog područja znanstvena organizacija i ekonomika šumarstva. Od 1983. do 1991. godine bio si asistent iz više predmeta ekonomike te trgovine drvom i marketingom na oba odsjeka Fakulteta. U razdoblju od 1982. do 1993. godine bio si zamjenik upravitelja Nastavno-pokusnoga šumskog objekta Zalesina, o čemu si kasnije često znao pričati o svojim primijenjenim praktičnim iskustvima. Vodio si i terenske nastave studenata Šumarskog odjela od 1990. godine. Krajem osamdesetih godina bio si i zamjenik voditelja dislocirane nastave VI. stupnja studija uz rad na DT odjelu za potrebe drvne industrije Goransko-primorske regije.

Početkom 1995. godine započeo je tvoj vrlo uspješni dio karijere kao tajnika Hrvatskoga šumarskog društva, ali i tehničkog urednika Šumarskog lista. Našao si se u pravo vrijeme na pravom mjestu kad si u ratnim i poratnim vremenima Domovinskog rata zajedno s tadašnjim predsjednikom HŠD-a akademikom Slavkom Matićem radio na obnovi rada mnogih područnih šumarskih društava i razvoju HŠD-a kao jedinstvene strukovne udruge. Uvijek si bio spreman odazvati se pozivu i pomoći u organizaciji rada današnjih 19 ogranka HŠD-a. Posebno si se istaknuo na braniku šumarske struke svojim javnim istupima, a



Od prvog do posljednjeg Hraninog broja

najviše napisanim i jako čitanim uvodnicima Šumarskog lista kroz desetljeće i pol. Uz to si napisao preko 200 što samostalnih što koautorskih tekstova, članaka i zapisnika. Od 1996. do 2005. godine bio si i poslovni tajnik Akademije šumarskih znanosti gdje si svoj trag ostavio kao tehnički urednik Akademijinih kapitalnih izdanja šumarskih monografija. Obavljao si i dužnost predsjednika zagrebačkog ogranka HŠD-a kao i člana Upravnog odbora HŠD-a. Predstavljao si hrvatsko šumarstvo u zemlji i inozemstvu na brojnim znanstvenim, stručnim, ali i sportskim skupovima. Uveo si hrvatske šumare u krug europskih zemalja preko nastupa na Europskom šumarskom natjecanju u nordijskom skijanju i šumarsko-sportskim druženjima Alpe-Adria. Kao vođa hrvatske EFNS ekipe založio si se i promovirao domaćinstvo 2013. godine u Hrvatskoj na području voljenoga Gorskog kotara, a nakon više nego uspješne realizacije toga natjecanja, o čemu su se svi diljem Europe pohvalno izrazili, prepustio si vođenje ekipe mlađima. Većinu skijaških natjecanja osim brige oko ekipe proveo si i kao sudionik. Otišao si u mirovinu početkom 2006. godine, ali tu nije prestala tvoja aktivnost. Do prije tri godine obavljao si poslove tehničkog urednika Šumarskog lista, a kad ti se Hrvatsko šumarsko društvo krajem 2023. godine zahvaljivalo na toj ulozi istaknulo je kako si za 28,5 godina uredio 173 sveska, 343 broja i 19.574 stranice Šumarskog lista. Vjerojatno to nitko neće uspjeti nadmašiti. Tvoju pouzdanost suradnika cijenili su svi glavni urednici Šumarskog lista s kojima si surađivao.

Nikada nisi zaboravio Gorski kotar, pa iako ponekad nezaovoljan nekim događanjima u rodnom kraju, nikad ga u srcu nisi napustio. Donio si ga i u metropolu svojim značajnim angažmanom u Društvu Goranin ovdje u Zagrebu.

Čitav život krasila te je skromnost, skrbnost, radišnost, odgovornost, pedantnost, principijelnost i spremnost na pomoć drugima. Isticao si se svojim organizacijskim sposobnostima u svim prigodama. Ugradio si se i u brigu oko čuvanja i obnove tebi tako dragoga Šumarskog doma. Nama mlađima ostavio si mnogo toga za primjer. Nedostajat će nam tvoj lijepi glas kojim si nas često u trenucima opuštanja znao razgaliti pjevajući goranske, dalmatinske, zagorske, slavonske pjesme, ali i klasične arije.

S ponosom si uvijek pričao o svojoj obitelji, supruzi Dubravki, sinovima Goranu i Ozrenu, snahama Sonji i Andreji, a napose o unučadi Ivanu, Stjepanu, Katji, Matiji i Dunji. Veselio si se svim njihovim životnim uspjesima. Koristim ovu tužnu prigodu da svima njima, a i ostaloj rodbini i prijateljima u ime Hrvatskoga šumarskog društva izrazim iskrenu sućut.

Laka ti bila hrvatska gruda i počivao u miru dragi naš Hranislave.

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.
Blanus, 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.

Blanus, 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>

Prirodno pomlađivanje alepskoga bora

Alepski bor (*Pinus halepensis* Mill.) je pionirska, heliofilna, kserofitna, pirofitna, brzorastuća i meliorativna vrsta drveća. Obilno plodonosi svake godine. U 1 kg ima 48.000 – 88.000 sjemenki visoke klijavosti do 90 %.

Prirodno se pomlađuje na otvorenim i slabo zasjenjenim površinama. Uspjeva na plitkom vapnenastom tlu i flišu. U Hrvatskoj od prirode raste na otocima južnije od Šibenika te uz obalu južnije od Splita. Širenju alepskoga bora u našem priobalju i na otocima pomogla je dugotrajna degradacija šuma hrasta crnike nekontroliranom sječom, brstom, pašom i požarima.

Šuma alepskoga bora predstavlja pionirsku fazu dinamičkog razvoja eumediteranske šume. Njezina je ekološka zadaća biološka priprema degradiranog staništa za pridolazak ili povratak šume hrasta crnike. Ovisno o stanišnim uvjetima i njezi, šuma alepskoga bora obavi tu zadaću tijekom jedne ophodnje. Šumski požar vraća cijeli dinamički proces na početak.

Natural regeneration of Aleppo Pine

The Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) is a pioneer, heliophilous, xerophytic, pyrophytic, fast-growing and meliorative tree species. It fruits abundantly every year. In 1 kg there are 48,000 - 88,000 seeds with a high germination rate of up to 90%.

It naturally regenerates in open and lightly shaded areas. It thrives on shallow calcareous soil and flysch. In Croatia, it grows naturally on islands south of Šibenik and along the coast south of Split. The spread of the Aleppo pine in Croatian coastal area and on the islands was aided by the long-term degradation of holm oak forests through uncontrolled felling, browsing, grazing and fires.

The Aleppo pine forest represents a pioneer phase of the dynamic development of the Eu-Mediterranean forest. Its ecological task is the biological preparation of degraded habitat for the establishment or recovery of holm oak forest. Depending on habitat conditions and tending, an Aleppo pine forest can complete this task in one rotation. Forest fires sets the entire dynamic process back to the beginning.

Alepski bor prirodno se širi u sredozemnoj kamenjari, garigu i pseudogarigu. Na slici su prikazani mladi borovi uzrasli u pseudogarigu.

Aleppo pine grows naturally in Mediterranean bare karst, garrigue and pseudo-garrigue. The image shows young pine trees growing in pseudo-garrigue.



Češeri alepskog bora mogu ostati na stablu i više od 12 godina, a zatim se naglo otvoriti npr. usljed požara ili sječe i osloboditi još klijave sjemenke. Na slici je prikazan prirodni pomladak alepskog bora osam godina nakon šumskog požara.

Aleppo pine cones can remain on the tree for more than 12 years, then suddenly open, for example due to fire or felling, and release still-germinating seeds. The image shows naturally regenerated Aleppo pine eight years after a forest fire.



Prirodno pomlađivanje alepskoga bora pod zastorom krošnja starih stabala pokazuje da je stara sastojina zadržala pionirski status. Na slici je prikazano stanje prije dovršnog sijeka oplodne sječe.

The natural regeneration of Aleppo pine under the canopy of old trees shows that the old stand has retained its pioneer status. The image shows the state before the final felling of the uniform shelterwood system.



Prirodno pomlađivanje hrasta crnike i njegovih pratilica iz šumske zajednice pod zastorom krošnja starih stabala alepskog bora pokazuje prijelazni status borove sastojine. Na slici je prikazano stanje prije napludnog sijeka s ciljem prevođenja sastojinskog oblika.

The natural regeneration of holm oak and its associated species from the forest community under the canopy of old Aleppo pine trees shows the transitional status of the pine stand. The image shows the state before the secondary felling with the aim of converting the stand mixture.