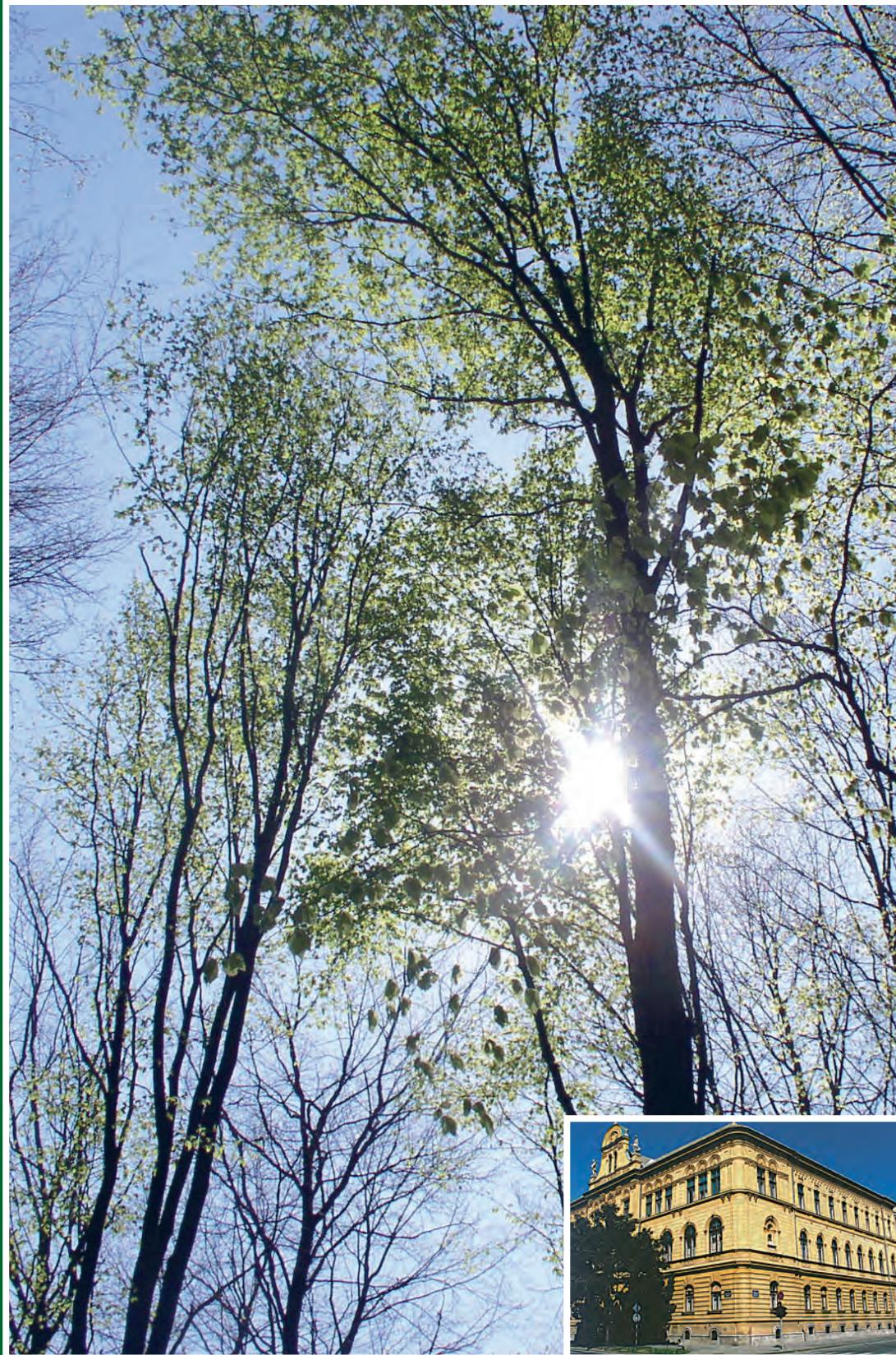


ŠUMARSKI LIST

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO



UDC 630*
ISSN 0373-1332



3-4

GODINA CXLVIII
Zagreb
2024



HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO

178. godina djelovanja
19 ogranačkih diliženja diljem Hrvatske
oko 2700 članova



www.sumari.hr



Naslovna stranica – Front page:

„Prolećna svjetlost“ – fotografija Bjelovarskog salona fotografija „Šuma okom šumara“
(Foto: [Marina Mamić](#))

„The Spring Light“ – a photograph of the Bjelovar Photography Salon „The Forest Through the Eyes of a Forester“ (Photo: [Marina Mamić](#))

IMENIK HRVATSKIH ŠUMARA

14055 osoba
22429 biografskih činjenica
14833 bibliografskih jedinica

ŠUMARSKI LIST

148. godina neprekidnog izlaženja
1117 svezaka na 85756 stranica
16374 članaka od 3395 autora

DIGITALNA ŠUMARSKA BIBLIOTEKA

4492 naslova knjiga, časopisa i medija
na 26 jezika od 3185 autora
izdanja od 1732. do danas

Uredništvo
ŠUMARSKOGA LISTA
HR-10000 Zagreb
Trg Mažuranića 11

Telefon: +385(1)48 28 359,
Fax: +385(1)48 28 477

e-mail: urednistvo@sumari.hr

Šumarski list online – Journal of forestry Online
Prijava radova – Manuscript submission

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

Izdavač:
HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO

Publisher:
CROATIAN FORESTRY SOCIETY

Suizdavač:
Hrvatska komora inženjera šumarstva i drvene tehnologije
Financijska pomoć Ministarstva znanosti i obrazovanja

Grafička priprema: LASERplus d.o.o. – Zagreb
Tisak: CBprint – Samobor

Naklada 1660 primjeraka

ŠUMARSKI LIST

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

Uređivački savjet – Editorial Council:

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

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

1. Šumske ekosustav – Forest Ecosystems

Prof. dr. sc. Joso Vukelić,

urednik područja – Field Editor

Šumarska fitocenologija – Forest Phytocoenology

Urednici znanstvenih grana – Editors of scientific branches:

Prof. dr. sc. Željko Škvorc,

Šumarska botanika – Forest Botany

Doc. dr. sc. Krinoslav Sever,

Fiziologija šumskoga drveća – Physiology of Forest Trees

Doc. dr. sc. Igor Poljak,

Dendrologija – Dendrology

Prof. dr. sc. Davorin Kajba,

Genetika i oplemenjivanje šumskoga drveća –

Genetics and Forest Tree Breeding

Prof. dr. sc. Darko Bakšić,

Šumarska pedologija i ishrana šumskoga drveća –

Forest Pedology and Forest Tree Nutrition

Prof. dr. sc. Marijan Grubešić,

Lovstvo – Hunting Management

2. Uzgajanje šuma i hortikultura – Silviculture and Horticulture

Akademik Igor Anić,

urednik područja – Field Editor

Silvikultura – Silviculture

Urednici znanstvenih grana – Editors of scientific branches:

Izv. prof. dr. sc. Damir Ugarković,

Ekologija i biologija šuma, bioklimatologija –

Forest Ecology and Biology, Bioclimatology

Doc. dr. sc. Sanja Perić,

Šumske kulture – Forest Cultures

Dr. sc. Vlado Topić,

Melioracije krša, šume na kršu –

Karst Amelioration, Forests on Karst

Izv. prof. dr. sc. Stjepan Mikac,

Uzgajanje šuma – Forest Silviculture

Doc. dr. sc. Vinko Paulić,

Urbane šume – Urban Forests

Prof. dr. sc. Ivica Tikvić,

Opća i krajobrazna ekologija, općekorisne funkcije šuma –

General and landscape ecology, Non-Wood Forest Functions

Izv. prof. dr. sc. Damir Drvodelić,

Sjemenarstvo i rasadničarstvo –

Seed Production and Nursery Production

Prof. dr. sc. Damir Barčić,

Zaštićeni objekti prirode, Hortikultura –

Protected Nature Sites, Horticulture

3. Iskorištavanje šuma – Forest Harvesting

Prof. dr. sc. Tomislav Poršinsky,

urednik područja – Field Editor

Urednici znanstvenih grana – Editors of scientific branches:

Prof. dr. sc. Tibor Pentek,

Šumske prometnice – Forest Roads

Prof. dr. sc. Dubravko Horvat,

Mehanizacija u šumarstvu – Mechanization in Forestry

Prof. dr. sc. Tomislav Sinković,

Nauka o drvu, Tehnologija drva –

WoodScience, Wood Technology

4. Zaštita šuma – Forest Protection

Prof. dr. sc. Boris Hrašovec,

urednik područja – Field Editor

Fitofarmacija u zaštiti šuma –

Plant protection products in forestry

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

Prof. dr. sc. Milan Glavaš,

Integralna zaštita šuma – *Integral Forest Protection*

Prof. dr. sc. Danko Diminić,

Šumarska fitopatologija – *Forest Phytopathology*

Dr. sc. Milan Pernek,

Šumarska entomologija – *Forest Entomology*

Prof. dr. sc. Josip Margaletić,

Zaštita od sisavaca (mammalia) –

Protection Against Mammals (mammalia)

Mr. sc. Petar Jurjević,

Šumski požari – *Forest Fires*

5. Izmjera i kartiranje šuma – Forest Mensuration and Mapping

Prof. dr. sc. Ante Seletković,

urednik područja – Field Editor

Daljinska istraživanja i GIS u šumarstvu

Remote Sensing and GIS in Forestry

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

Prof. dr. sc. Mario Božić,

Izmjera šuma – *Forest Mensuration*

Doc. dr. sc. Mario Ančić,

Izmjera terena s kartografijom –

Terrain Mensuration with Cartography

Prof. dr. sc. Anamarija Jazbec,

Biometrika u šumarstvu – *Biometrics in Forestry*

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

Izv. prof. dr. sc. Krunoslav Teslak,

urednik područja – Field Editor

Uređivanje šuma – *Theory of Forest Management*

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

Prof. dr. sc. Stjepan Posavec,

Šumarska ekonomika i marketing u šumarstvu –

Forest Economics and Marketing in Forestry

Prof. dr. sc. Ivan Martinić,

Šumarska politika i management – *Forest policy and management*

Branko Meštrić, dipl. ing. šum.,

Informatika u šumarstvu – *Informatics in Forestry*

Hranišlav Jakovac, dipl. ing. šum.,

Staleške vijesti, bibliografija, šumarsko zakonodavstvo, povijest šumarstva – *Forest-Related News, Bibliography, Forest Legislation, History of Forestry*

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

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

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

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

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

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

Glavni i odgovorni urednik – Editor in Chief

Prof. dr. sc. Josip Margaletić

Lektori – Lectors

Dijana Sekulić-Blažina, Nina Bađun

Tehnički urednik i korektor – Technical Editor and Proofreader

Branko Meštrić

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

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

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

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

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

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

SADRŽAJ

CONTENTS

Riječ uredništva – Editorial

- Što Hrvatsko šumarsko društvo očekuje od budućih nositelja vlasti? – What does Croatian Forestry Society expect from the future government? 117

Izvorni znanstveni članci – Original scientific papers

<https://doi.org/10.31298/sl.148.3-4.1>

Kristijan Cokoski, Dejan Beuković, Miroslava Polovinski-Horvatović, Vladimir Maletić, Marko Vukadinović, Elizabeta Dimitrieska-Stojković, Vangelica Enimiteva

- The levels of mercury (Hg) and arsenic (As) in wild boar's liver (*Sus scrofa*) in eleven hunting areas from the Republic of North Macedonia – Razine žive (Hg) i arsena (As) u jetri divlje svinje (*Sus scrofa*) na jedanaest lovnih područja iz Republike Sjeverne Makedonije 121

<https://doi.org/10.31298/sl.148.3-4.2>

Damir Drvodelić, Milan Oršanić, Ela Španjol, Marko Vuković, Tomislav Jemrić

- Fruit and seed morphological traits and duration effect of sulfuric acid seed scarification on some *Crataegus* Tourn. ex L. species – Morfološke osobine plodova i sjemena i trajanje učinka skarifikacije sjemena sumpornom kiselinom na neke vrste iz roda *Crataegus* Tourn. ex L. 131

<https://doi.org/10.31298/sl.148.3-4.3>

Yılmaz Türk, Harun Canyurt

- Capabilities of using UAVs to determine forest road excavation volumes in mountainous areas – Sposobnosti korištenja UAV-ova za određivanje volumena iskopa šumskih cesta u planinskim područjima 139

<https://doi.org/10.31298/sl.148.3-4.4>

Cansu Öztürk, Servet Caliskan

- Influence of desiccation sensitivity and critical moisture content on *Quercus cerris*, *Quercus petraea* and *Quercus robur* acorns – Utjecaj osjetljivosti na isušivanje i kritičnog sadržaja vlage na žireve vrsta *Quercus cerris*, *Quercus petraea* i *Quercus robur* 153

Prethodno priopćenje – Preliminary communication

<https://doi.org/10.31298/sl.148.3-4.5>

Kyriaki Kitikidou, Elias Milios

- LineFit.xls: a Microsoft Excel template for fitting 11 regression models to Y-X data – LineFit.xls: predložak programa Microsoft Excel za prilagodbu 11 regresijskih modela podacima Y-X 163

Pregledni rad – Review

<https://doi.org/10.31298/sl.148.3-4.6>

Krunoslav Teslak, Martina Teslak, Milan Vrbanus

220. godišnjica rođenja Antuna Tomića, istinskog šumarskog intelektualaca svevremenskih promišljanja o gospodarenju šumama – 220th birth anniversary of Antun Tomić, a true intellectual and the great mind of forestry science 171

Ne samo o šumama – Not only about forests

Damir Drvodelić

- Drača (*Paliurus spina-christi* Mill.) – neugledna, no vrlo korisna biljka 181

Iz drugih šumarstava – From other forestry

Harun Dinarević, Geoffrey Brossard Enigma nastanka vlašićke šume	183
---	-----

Znanstveni i stručni skupovi – Scientific and professional meetings

Stjepan Posavec, Andreja Đuka Obljetnica i znanstveno-stručni skup: 100 godina održavanja visokoškolske terenske nastave studija šumarstva na otoku Rabu	189
---	-----

IZ HŠD-a – From the Croatian Forestry Association

Oliver Vlainić Zimska šumarska skijaška natjecanja 2024. godine	194
Zapisnik 1. elektroničke sjednice Upravnog odbora HŠD 2024. godine.....	203
Zapisnik 1. elektroničke sjednice Skupštine HŠD 2024. godine	208

In memoriam

Martina Pavičić i prijatelji Sjećanje na Marinu: Marina Mamić, dipl. ing. šum. (1960. – 2024.)	209
Tomislav Dubravac Branko Trifunović, dipl. ing. šum. (10. 4. 1964. – 21. 8. 2023.)	211

RIJEČ UREDNIŠTVA

ŠTO HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO OČEKUJE OD BUDUĆIH NOSITELJA VLASTI?

Budući da se u travnju ove godine održavaju parlamentarni izbori, želimo javno priopćiti što Hrvatsko šumarsko društvo kao strukovna i staleška udruga očekuje od budućih nositelja vlasti u Republici Hrvatskoj, s ciljem daljeg una-predjenja potrajnog gospodarenja šumama i razvoja šumarskog i drvnotehnološkog sektora.

1. Vraćanje termina *šumarstvo* u naziv resornog ministarstva

Prošlo je više od desetljeća (od početka 2012. godine) kako je imenica *šumarstvo* nestala iz naziva resornog ministarstva. Šumarska struka stalno je na to upozoravala, a službeno je više puta zatražila povratak termina *šumarstvo* u naziv ministarstva. To nije samo pitanje simbolike, nego i pokazatelj koliko država cijeni šumarsku struku koja brine za gotovo polovicu kopnene površine Hrvatske na kojoj se nalaze šume i šumska zemljišta.

Šumarstvo u Hrvatskoj organizirano djeluje gotovo 260 godina. Kroz čitavo to vrijeme stvaralo je i čuvalo prirodne šume i omogućilo generacijama stanovništva zaposlenje, opskrbu drvnim i nedrvnim proizvodima, korištenje šumskih zemljišta za život i opstanak u svim dijelovima države, omogućilo razvoj šumarskog poduzetništva i drvne industrije u ruralnim područjima, financiranje brojnih infrastrukturnih projekata lokalnih zajednica kroz tzv. šumsku rentu, školovanje učenika i studenata te razvoj turizma, uz brojne druge općekorisne funkcije šuma i usluge šumskih ekosustava, kao što su očuvanje prirodne biološke raznolikosti, pročišćavanje vode i reguliranje njenog otjecanja, zaštita od erozije i bujica, pohranjivanje ugljika iz atmosfere u drvnoj biomasi i dr.

2. Uspostavu tržišnih odnosa u prodaji drvnih proizvoda državnih šuma i poboljšanje statusa šumarskih stručnjaka

Trenutno uspostavljeni sustav prodaje drvnih proizvoda iz državnih šuma temeljem višegodišnjih ugovora o dodijeljenim količinama uz fiksnu cijenu već godinama donosi manji prihod Hrvatskim šumama d.o.o., tvrtki koja gospodari državnim šumama i šumskim zemljištima, zbog netrižišnih cijena, dok istodobno povećava dobit privatnoj drvenoj industriji koja je dobrim dijelom u stranom vlasništvu i u kojoj radnici rade za niske plaće. Zbog toga je potrebno uspostaviti tržišni sustav prodaje drvnih proizvoda s licita-

cijama kakav postoji u gotovo svim zemljama EU, pa i u zemljama u okruženju, makar postojali ugovori za količine sirovine.

Time bi se omogućilo povećanje plaća svim zaposlenicima u Hrvatskim šumama d.o.o., povećala bi se privlačnost za rad u šumarstvu te bi se potaknuli razvoj ruralnih područja i zadržavanje ruralnog stanovništva. Drvnoj industriji treba pomoći drugim gospodarskim mjerama jer se do sada pokazalo da samo jeftina sirovina nije rezultirala njezinim napretkom. Hrvatski šumarski stručnjaci koji unatoč brojnim problemima i izazovima u gospodarenju šumama kao što su nevremena, bolesti, štetnici i požari, uspijevaju stabilno i pozitivno poslovati, te proizvode vrhunske proizvode za kojima je ogromna potražnja na domaćem i međunarodnom tržištu, moraju biti bolje plaćeni, jer bi se njihovi proizvodi mogli prodavati po znatno većim cijenama od sadašnjih i jer se bave jednim od najtežih poslova, za koje je sve teže biti mlade stručnjake i kvalitetne radnike koji su garancija buduće potrajnosti gospodarenja šumama u Hrvatskoj.

3. Strateško i zakonsko jačanje sektora šumarstva, lovstva i drvene industrije

Uprava za šumarstvo, lovstvo i drvenu industriju, kao saставni dio resornog ministarstva, vrh je piramide koja bi uz pomoć svih bitnih šumarskih institucija u Hrvatskoj trebala promišljati i strateški oblikovati budućnost šumarstva i pratećih djelatnosti. Zbog sve većeg proširivanja zakonskih i drugih okvira koji se nameću navedenim djelatnostima, kako zbog brojnih izvanrednih okolnosti kao što su klimatske promjene, vremenske nepogode, požari, bolesti i štetnici, tako i zbog sve većih zahtjeva po pitanju zaštite starih šuma, zaštite ugroženih vrsta i šumskih ekosustava, potrebno je u izradi zakonskih, podzakonskih, projektnih i strateških dokumenata u RH i EU koristiti najbolja znanja i ideje kako bi se ti sektori održivo razvijali u korist čitavog društva u Hrvatskoj, po uzoru na najrazvijenije zemlje EU.

4. Vraćanje naknade za općekorisne funkcije šuma (OKFŠ) na nekadašnju vrijednost i ravnomjernu raspodjelu sredstava naknade OKFŠ za sve potrebe

Naknada za općekorisne funkcije šuma, uvedena krajem 1990. godine, do danas je brojnim izmjenama Zakona o šumama gotovo izgubila svoju izvornu namjenu. Dobrim dijelom se ne koristi za gospodarenje šumama, nego za raz-

miniranje i opremanje vatrogasne operative. Danas su šume sve više ugrožene invazivnim bolestima i štetnicima, ekstremnim vremenskim nepogodama, požarima i ostalim negativnim utjecajima klimatskih promjena. Doprinos zajednice, odnosno cijelog gospodarstva, u njihovoj zaštiti i saniranju šteta više je nego potreban. Vjerojatno je u tom kontekstu EU i donijela plan o sadnji 3 milijarde novih staba. Umanjenje stope naknade OKFŠ-a i povećanje cenzusa na veličinu prihoda za koji se plaća OKFŠ stalno smanjuje iznos uplaćenih sredstava OKFŠ, a bitno ne rasterećuje poduzetnike.

Budući da se u strategiji EU za šume navodi naknada za OKFŠ u Hrvatskoj kao primjer dobre prakse u EU, smatramo da naknadu treba ponovno uvesti za sve tvrtke, formirati Fond za OKFŠ, javno objavljivati godišnja izvješća o korištenju sredstava naknade, a iznos stope naknade za OKFŠ izračunati s obzirom na stvarne potrebe i na temelju troškova u zadnjih 5 – 10 godina koji se odnose na ono za što je naknada namijenjena. Kao sličan primjer treba spomenuti Austrijski fond za šume koji je uveden prije nekoliko godina i koji je namijenjen za pomoć sektoru šumarstva prema potrebama. Isto tako očekujemo da se sektor šumarstva tretira najmanje jednako kao i drugi sektori poput poljoprivrede i vodoprivrede koji dobivaju poticaje i naknade. Dok se naknada za OKFŠ stalno smanjivala, naknada za obnovljive izvore energije se povećavala. Sma-

tramo da se obnova šuma nakon požara mora u potpunosti financirati iz naknade za OKFŠ i time u potpunosti biti u skladu sa Zakonom o šumama koji to propisuje.

5. Zaustavljanje davanja u zakup šumskog zemljišta i kontrolu postojećeg stanja

Prema podacima Ministarstva poljoprivrede RH oko 60.000 ha šumskog zemljišta dosada je dano u zakup za ispašu, dok se još 60.000 ha šumskog zemljišta planira dati u zakup. Napominjemo da zbog nekontroliranog kretanja životinja često dolazi do degradacije okolnih šuma, ali i do degradacije neobraslog šumskog zemljišta, do smanjenja prirodne biološke raznolikosti u šumama i na šumskom zemljištu, do smanjenog uroda šumskih plodova, do problema s prirodnom obnovom šuma i nemogućnosti kontroliranja domaćih životinja u šumama. Povijest pašarenja uči nas da je to neodrživo i nestručno s obzirom na namjenu šumskih zemljišta i ciljeve šumarstva, pogotovo zbog toga što postoje ogromne površine neobrađenog poljoprivrednog zemljišta iskoristive za tu namjenu.

O svemu navedenom više se puta pisalo u uvodnicima Šumarskog lista jer su to teme koje zaokupljaju hrvatske šumare i koje bi trebalo promijeniti u korist cijelog šumarstva, hrvatskog gospodarstva i svih ljudi u Hrvatskoj.

Uredništvo

EDITORIAL

WHAT DOES CROATIAN FORESTRY SOCIETY EXPECT FROM THE FUTURE GOVERNMENT?

Since parliamentary elections are to be held in April this year, we would like to publicly announce what Croatian Forestry Society, as a professional and guild association, expects from the future government of the Republic of Croatia, with the purpose of further advancing sustainable forest management and the development of the forestry and wood technology sector.

1. Putting back the term "forestry" in the name of the relevant ministry

It has been more than a decade (since the beginning of 2012) since the term "forestry" disappeared from the name of the relevant ministry. The forestry profession has constantly warned about this and has officially requested several times that the term "forestry" is put back into the name of the ministry. Not only for symbolical reasons, but also because this indicates how much the state values the forestry profession, which takes care of almost half of Croatia's land area covered by forests and forest land.

Forestry in Croatia has been providing organized activities for almost 260 years. Throughout this time, it has established and preserved natural forests, provided generations of people with employment, supplied them with timber and non-timber products, made forested areas suitable for living in all parts of the country, enabled the development of forestry entrepreneurship and wood industry in rural areas, funded numerous infrastructure projects of local communities through the so-called forest rent, provided education for pupils and students, and developed tourism, along with numerous other public non-market functions and services of forest ecosystems, such as preserving biological diversity, water purification and flow regulation, erosion and flood protection, carbon sequestration from the atmosphere into woody biomass, etc.

2. Establishment of a market system for selling timber products from state forests and the improvement of the status of forestry professionals

For years, the current system of selling timber products from state forests, based on multi-year contracts for allocated quantities at a fixed price, has been generating lower revenue for Croatian Forests Ltd., the company managing state forests. This is due to non-market prices that at the same time increase the profit of private wood industry companies, which are mostly foreign-owned and provide low salaries for their workers. Therefore, it is necessary to estab-

blish a market system for selling timber products through auctions, such as those existing in almost all EU countries and Croatia's neighbouring countries, regardless of contracts for raw material quantities.

This would enable an increase in salaries for all employees in Croatian Forests Ltd., make forestry as a profession more attractive, encourage the development of rural areas, and retain rural population. The wood industry needs to be supported by some other economic measures because providing low prices of timber materials has not resulted in its progress. Croatian forestry professionals, who despite numerous problems and challenges in forest management, such as severe weather, diseases, pests, and fires, manage to provide stable and positive work, producing top-quality products in high demand on Croatian and international markets, deserve better salaries because their products could be sold at much higher prices than the current ones. Also, they are engaged in one of the most difficult jobs, for which it is increasingly challenging to attract young professionals and quality workers, who will ensure the future sustainability of forest management in Croatia.

3. Strategic and legislative strengthening of the forestry, hunting, and wood industry sectors

The Directorate for Forestry, Hunting and Wood Industry, as part of the relevant ministry, is the top of the pyramid that, with the help of all significant forestry institutions in Croatia, should consider and strategically shape the future of forestry and the related activities. Since there has been an increasing expansion of legal and other frameworks imposed on these activities due to numerous extraordinary circumstances such as climate change, extreme weather conditions, fires, diseases, pests, as well as an increasing demand for the protection of old forests, endangered species and forest ecosystems, it is necessary in the preparation of legal, sublegal, project, and strategic documents of the Republic of Croatia and the EU to employ the best knowledge and ideas in order to ensure sustainable development of these sectors for the benefit of the entire society in Croatia, following the example of the most developed EU countries.

4. Restoring tax for non-market forest functions (NMFF) to the former value and equal distribution of NMFF funds for all purposes

Tax for non-market forest functions, introduced at the end of the 1990s, has almost lost its original purpose due to nu-

merous amendments to the Forest Law to date. It is mostly not applied to forest management but to demining and equipping firefighting operations. Today, forests are increasingly threatened by invasive diseases and pests, extreme weather conditions, fires, and other negative impacts of climate change. The contribution of the community, as well as of the entire economy, to forest protection and restoration is more than necessary. In that context, the EU has adopted a programme to plant 3 billion new trees. Reducing the tax of NMFF and increasing the income threshold for which NMFF is paid constantly reduces the amount of funds paid for NMFF, and does not significantly relieve entrepreneurs.

Since in the EU forest strategy, NMFF tax in Croatia is cited as an example of good practice in the EU, we believe that the tax should be reintroduced for all companies, that a NMFF fund should be established, annual reports on the use of NMFF funds should be publicly published, and the NMFF rate based on real needs and costs in the last 5-10 years should be calculated, based on what the funds were intended for. An example of similar practice is the Austrian Forest Fund, introduced several years ago, whose purpose is to help the forestry sector when necessary. Likewise, we expect that the forestry sector be treated at least equally as other sectors such as agriculture and water management, which receive incentives and funding. While the NMFF tax has constantly decreased, tax for renewable energy sources

has increased. We believe that forest restoration after fires should be fully funded from the NMFF tax, thus fully implementing the Forest Law that prescribes it.

5. Suspension of leasing of forest land and control of the existing situation

According to the data of the Ministry of Agriculture of the Republic of Croatia, about 60,000 hectares of forest land have been leased for pasture so far, while another 60,000 hectares of forest land are planned to be leased. The uncontrolled movement of cattle often leads do the degradation of surrounding forests, as well as the degradation of uncultivated forest land, the decrease of natural biodiversity in forests, reduced yields of forest products, problems with natural forest regeneration, and the inability to control domestic animals in forests. The history of pasture farming has taught us that such actions are unsustainable and unprofessional considering the purpose of forests and the goals of forestry, especially in the context of huge areas of uncultivated agricultural land which exist for that purpose. On many occasions it has been written about the aforementioned subjects in the editorials of the Forestry Journal because these issues occupy Croatian foresters and therefore should be improved to the benefit of the entire forestry, Croatian economy, and all people in Croatia.

Editorial Board

THE LEVELS OF MERCURY (Hg) AND ARSENIC (As) IN WILD BOAR'S LIVER (*Sus scrofa*) IN ELEVEN HUNTING AREAS FROM THE REPUBLIC OF NORTH MACEDONIA

RAZINE ŽIVE (Hg) I ARSENA (As) U JETRI DIVLJE SVINJE (*Sus scrofa*) NA JEDANAEST LOVNIH PODRUČJA IZ REPUBLIKE SJEVERNE MAKEDONIJE

Kristijan COKOSKI^{1*}, Dejan BEUKOVIĆ², Miroslava POLOVINSKI-HORVATOVIC², Vladimir MALETIĆ¹, Marko VUKADINOVIC², Elizabeta DIMITRIESKA-STOJKOVIC³, Vangelica ENIMITEVA³

SUMMARY

The monitors have recently been defined as the organisms in which changes in known characteristics can be measured to assess the extent of the environmental contamination. Among numerous game species, wild boar as an omnivore is characterized as an exceptionally good biomonitor. The concentrations of one heavy metal (Hg) and one metalloid (As) were measured using cold vapour atomic absorption spectrometer and atomic absorption spectrophotometry in the liver tissue of free-living wild boars. From 11 hunting areas that cover the whole territory of North Macedonia in a period of 7 years (2016–2022) a total of 608 wild boar liver samples were harvested during the regular hunting season. The mean concentration of Hg from 11 hunting grounds ranged from 12.7 µg/kg to 68.8 µg/kg, and mean concentration for all was 45.67 µg/kg. The average concentration of arsenic ranged from 22 µg/kg to 55.3 µg/kg, and mean concentration for all was 33.1 µg/kg. For mercury, 6.56% or 40 of the total number of samples (608) exceeded the maximum allowed limits, and for arsenic none of the examined samples exceeded the allowed limit. For both elements, a statistically significant difference was determined in relation to the years, with irregular oscillations from year to year. The mean values for mercury and arsenic are encouraging and generally indicate the relatively low contamination in the territory of the Republic of North Macedonia. However, the statistical differences due to the year as a factor suggest there is a need for further research.

KEY WORDS: wild boar, mercury (Hg), arsenic (As), hunting areas, liver

INTRODUCTION

UVOD

Most changes made by humans disrupt the natural balance of many ecosystems that have evolved over a long period

of time (Stafilov et al. 2010). The industrial activities that contribute to the pollution of the environment with heavy metals in the Republic of North Macedonia are mainly mining and metallurgical activities (Stafilov 2014). Most of these industries use raw materials or auxiliary chemical

¹ Kristijan Cokoski, MSc, Prof. Vladimir Maletić, PhD, Hans Em Faculty of Forest Sciences, Landscape Architecture and Environmental Engineering, Ss. Cyril and Methodius University in Skopje, 16 Makedonska brigada St. No. 1, Skopje, 1000, Republic of North Macedonia

² Assist. prof. Dejan Beuković, PhD, Miroslava Polovinski-Horvatović, PhD, Marko Vukadinović, MSc, Faculty of Agriculture, University of Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 8, 21 000 Novi Sad, Serbia

³ Elizabeta Dimitrieska-Stojković, PhD, Vangelica Enimiteva, Faculty of Veterinary Medicine, Ss. Cyril and Methodius University in Skopje, St. "Lazar Pop-Trajkov" 5-7, Skopje, Republic of North Macedonia

*Corresponding author: kristijancokoski@hotmail.com

substances in their operations. The waste from these industries is dangerous for people and the environment, often even in very small quantities. The main industrial facilities in the Republic of North Macedonia are located in Radovish (copper mine and flotation), Veles (abandoned lead-zinc and cadmium smelter), Kavadarci (ferronickel smelter), Skopje (steel and ferroalloy production and steel processing), Tetovo (abandoned ferrochrome smelter and current ferrosilicon smelter), and Kichevo and Bitola (thermal power plants, where lignite fuel is used). There are also three Pb-Zn mines and flotation plants (Sasa, Toranica, Zletovo), which are located in the eastern part of the country and the previously active As-Sb-Ti mine Allchar, which is located in the southern part of North Macedonia (Barandovski et al. 2020). The industrial and the agricultural activities (mining, smelting, etc.) are often associated with local contamination of water, soil, air and plants grown near these areas (Lénárt et al. 2023). The accumulation of toxic metals in plants, water and soil may increase the risk of its transfer to wild mammals and game animals as the results of the ingestion through diet (Bilandžić et al. 2010, Falandysz et al. 2005, Reglero et al. 2008). Especially dangerous are compounds that are easily accumulated in the living organisms, such as in the case of mercury and arsenic.

Mercury (Hg) is a global toxic pollutant, which tends to accumulate within the food chain. Its presence in humans and animals is an indicator of environmental pollution with mercury from both natural and anthropogenic sources, so the presence of this heavy metal in the natural environment is considered undesirable and potentially dangerous (Dobrowska and Melosik 2002). The inorganic mercury with high doses can affect the nervous, renal, cardiovascular and gastrointestinal system (Gupta 2012). The reproductive effects induced by the inorganic mercury include decreased fertility and reductions in both live births and litter sizes (Anonymous 2011). Arsenic is a metalloid from group V of the Periodic Table of Elements (Stafilov and Šajn 2016), so it is not classified as a heavy metal, but it is toxic and dangerous for human health and is often studied together with heavy metals. The inorganic arsenic (As) is an environmental toxicant that occurs naturally in soil, water and air and reaches consumers mostly through the food supply contaminated by anthropogenic activities and geological releases. Arsenic is an element, which tends to accumulate in the living tissue, i.e. once ingested by any organism it is passed out of the organism very slowly (Mandal and Suzuki 2002). The ingestion of large doses of As leads to gastrointestinal symptoms, disturbances of cardiovascular and nervous system functions, and eventually death (Gomez-Caminero et al. 2001).

The bioindicators have recently been defined as the organisms in which changes in known characteristics can be measured in order to assess the extent of the environmental contamination. In this way the conclusions can be drawn

about health implications for the other species in the environment as a whole (Baloš et al. 2015). The identification of heavy metal concentrations in the organs of free-living animals provides an indirect measure of environmental pollution, allowing the determination of the degree of exposure of animals to these elements in a given area (Wieczorek-Dąbrowska et al. 2013). Due to its biological characteristics (life habits, diet, relatively long lifespan) and relatively simple sampling procedure during the regular hunting season in the last decade, a significant number of studies have been done, in which game animals were used as bioindicators of environmental pollution, especially wild boar (*Sus Scrofa L.*), red deer (*Cervus Elaphus*) and roe deer (*Capreolus capreolus*) (Bilandžić et al. 2009, Gašparík et al. 2017, Markov and Ahmed 2019, Santiago et al. 1999, Srebočan et al. 2012). The long period of accumulation of the chemicals during their lifetime can provide an early warning of negative toxic effects in the ecosystem as a whole. In the Republic of North Macedonia the wild boar, one of the most numerous game species, is represented in the entire territory of the country, and in the last decade its number has increased drastically. This has been confirmed by the data of the State Statistics Office, where the population size increased 2 to 3 times from 2010 to 2020 (Anonymous 2021a). The largest number of hunters in North Macedonia are focused on wild boar hunting. Therefore, in the last few years, the number of harvested wild boars has increased 3 to 4 times compared to the previous years (Anonymous 2021b). For these reasons, it is very easy to obtain wild boar samples during the regular hunting seasons and to use this species for biomonitoring purposes.

The deposition of the heavy metals and their movement through the environment depends on many physical and biological processes and factors. In order to obtain a good assessment of the transfer and the potential of a particular pollutant, it is necessary to constantly monitor and measure various physical, chemical and biological properties of the ecosystem by means of appropriate bioindicators. The content of heavy metals in game tissues can serve as a good basis for providing the important data on their presence in ecosystems. In this study we used free-living wild boars to provide new data for the concentration of environmental contaminants Hg and As in the Republic of North Macedonia.

MATERIALS AND METHODS MATERIJALI METODE

Study area – *Studijsko područje*

The Republic of North Macedonia is a country situated in the central part of the Balkan Peninsula, bordering Serbia to the north, Bulgaria to the east, Greece to the south and Albania to the west, and it has a total area of 25,713 km². The country is mountainous and has deep basins and

valleys with three large lakes, and it is bisected by the Vardar River. It has a water area of 857 km², while its land area is 24,856 km² (Barandovski et al. 2020). This study was carried out on 11 hunting areas that cover the territory of the entire country (Figure 1), namely: **Pelagonisko hunting area** (1), a total area of 408,279 ha; **Ohridsko-Prespansko hunting area** (2), a total area of 183,743 ha; **Kičevsko-Brodsko hunting area** (3), a total area of 173,624 ha; **Pološko hunting area** (4), a total area of 168,717 ha; **Skopsko-Kumanovsko hunting area** (5), a total area of 276,105 ha; **Sredno-Vardarsko hunting area** (6), a total area of 220,525 ha; **Krivorečansko hunting area** (7), a total area of 109,524 ha; **Bregalnčko hunting area** (8), a total area of 214,435 ha; **Vlainsko-Maleševsko hunting area** (9), a total area of 139,233 ha; **Strumičko hunting area** (10), a total area of 168,695 ha; and **Dolno-Vardarsko hunting area** (11), a total area of 282,772 ha (Trpkov and Maletić 1997).

Sampling – Uzorkovanje

From the mentioned 11 hunting areas (number 1 to 11), a total number of 608 liver samples of wild boar (aged between 2 and 4 years), shot by the hunters, were collected during the regular hunting seasons (between 2016 and 2022). The collected samples did not have a normal distribution according to the hunting areas. Samples were collected, individually packed in polyethylene bags, and trans-

ferred to the laboratory in refrigerated bags. The tissue samples were frozen and stored at -20 °C until analysis. During sampling operations, special care was taken to avoid areas near the bullet pathway; all tissue samples were taken at least >40 cm away from areas of bullet damage (Danieli et al. 2012, Dobrowolska and Melosik 2008). It is important to emphasize that all samples were collected by active hunters during the regular hunting seasons and no wild boar was shot for the purpose of this research.

Analysis – Analiza

Sample preparation: Around 1 g of defrosted homogenized sample was weighted with an accuracy of ±0.01 g into a digestion vessel; 5 mL of concentrated HNO₃ with purity for atomic absorption and 1 mL of 30% hydrogen peroxide was added to the sample (both reagents supplied by Merck, Darmstadt). The digestion was performed with a high-performance microwave oven (model Ethos Up, Milestone Srl, Sorisole, Italy) according to the procedure given in EN 13805:2014 (Anonymous 2014). Briefly, the microwave temperature was ramped for 20 min up to 220 °C, followed by 15 min digestion step at the same temperature. The microwave potency was automatically adjusted by temperature/pressure control sensors in each digestion vessel. The cooled samples were diluted to a volume of 25 mL with Milli-Q quality deionized water. Analysis of As was perfor-

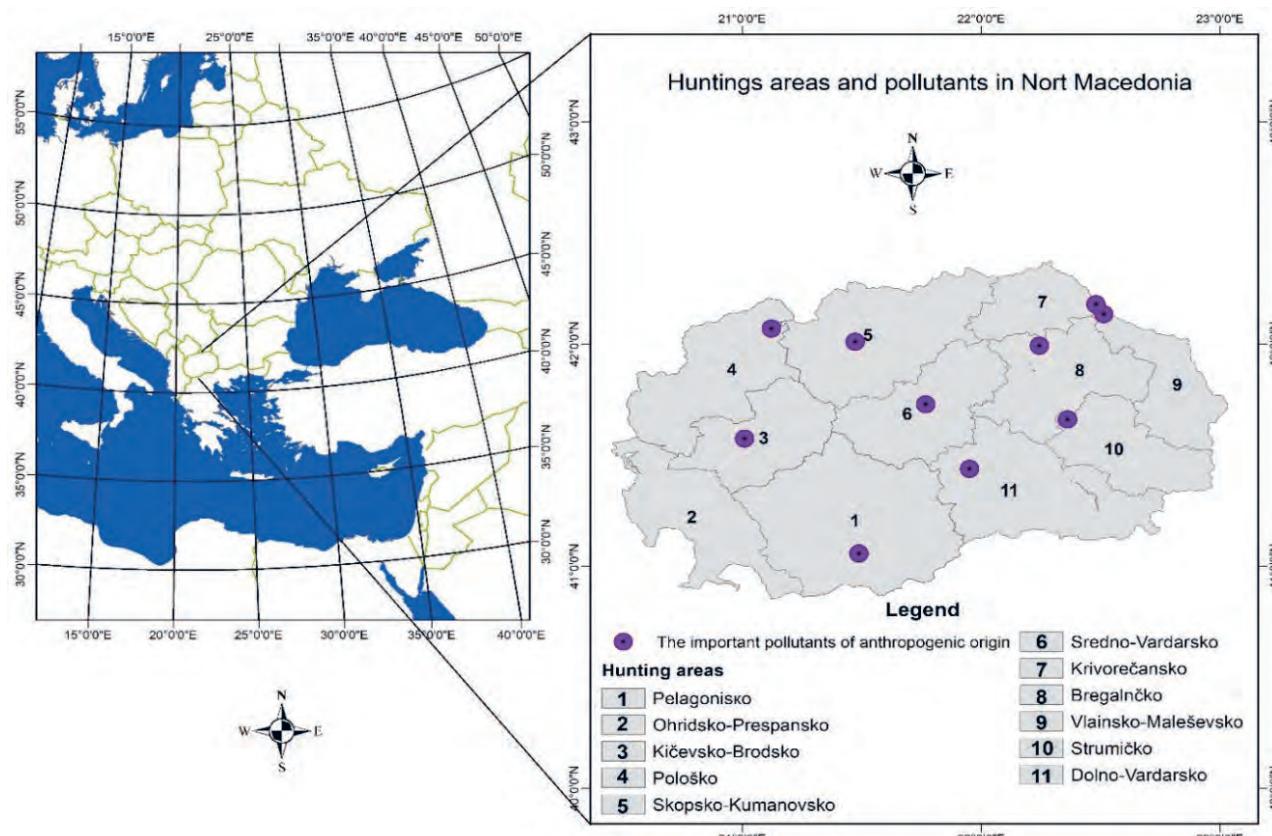


Figure 1. Eleven hunting areas (1-11) in the Republic of North Macedonia and the locations of pollutants

Slika 1. Jedanaest lovnih područja (1-11) u Republici Sjevernoj Makedoniji i lokacije zagadivača

Table 1. Furnace program for arsenic determination and FIMS program for mercury determination**Tablica 1.** Furnace program za određivanje arsena i FIMS program za određivanje žive

Furnace program for arsenic determination				
Step	Temperature (°C)	Ramp time (seconds)	Hold Time (seconds)	Internal flow (mL/min)
1	110	1	25	250
2	130	5	30	250
3	1350	35	20	250
4	2150	0	5	0
5	2450	1	3	250
6	20	15	20	0
FIMS program for mercury determination (sample volume 800 µL)				
Step	Time	Pump speed	Valve position	Read
Prefill	15	120	Fill	No
1	15	120	Fill	No
2	20	120	Inject	Yes
3	0	0	Fill	No

med by electrothermal atomic absorption spectrometer (ETAAS) model AAnalyst 600 (Perkin Elmer, Waltham, Massachusetts) with Zeeman background correction. As a matrix modifier for arsenic atomization at wavelength of 193.7 nm (slit width 0.7 nm), 0.005 mg Pd ((NO₃)₂) solution was used according to EN 14332:2004, (Anonymous 2004). Furnace program for As determination in the liver matrix was optimized for maximal method sensitivity (Table 1). Mercury was analyzed by cold vapour atomic absorption (CVAAS) technology (EN 13806:2002) (Anonymous 2002), using flow-injection analysis system for mercury, model FIMS 100 (Perkin Elmer, Waltham, Massachusetts). For Hg analysis, electrodeless discharge lamp at 253.7 nm was used, and slit width was 0.7 nm. The reagents used were 3% (V/V) HCl as carrier solution and 0.2% NaBH₄ in 0.05% NaOH as reducing reagent. The optimized FIMS 100 program for mercury determination is presented in Table 1. For instrument calibration, suitably diluted solutions of certified reference materials (CRM) of Hg and As (all purchased from Carl Roth GmbH, Karlsruhe, Germany) were used. Data acquisition and quantification of analyses was performed by WINLAB 32 software for AA, version 6.2.0.0079 (Perkin Elmer, Waltham, Massachusetts).

Method quality assurance: The methods for As and Hg determination were validated according the requirements proscribed by the Commission Regulation (Anonymous 2007). Method validation was performed by analysis of certified reference material (CRM) - offal liver FAPAS test material 07199. Thus, the method performance characteristics were the following: linearity from 5 calibration points was in the range of 0.018–20.0 µg/L for As and 0.014–5.0 µg/L for Hg, respectively, with R²> 0.99; limits of quantification were 0.66 µg/L (As) and 0.048 µg/L (Hg); the method pre-

cision (RSD) and recovery was 4.42% and 80.58% for As, and 5.06% and 91.1% for Hg, obtained from six replicate analyses of CRM. The obtained method performances fulfilled the requirements laid down in the respective regulatory (Anonymous 2007). Each batch of samples was followed by one reagent blank sample and one CRM sample, thus providing internal quality control of the analysis. External quality control was assured by participation in proficiency test organized by FAPAS-FERA (UKAS accreditation) and the European Union Reference Laboratory for metals, EUR-L-MN, DTU (DANAK accreditation). The method was accredited according to ISO/IEC 17025:2017 (Anonymous 2017).

Statistical analysis – *Statistička analiza*

Statistical analysis was performed using the Statistica software version 14 (StatSoft STATISTICA Software), while Microsoft Excel 2016 MSO (16.0.4312.1000) was used for descriptive analysis. To examine differences between sampling areas we used the two-way analysis of variance (ANOVA) test. Statistical significance was set at *p* ≤ 0.05.

RESULTS AND DISCUSSION

REZULTATI I RASPRAVA

The results of the analysis of Hg and As concentrations in wild boar liver tissues from 11 different hunting areas in the Republic of North Macedonia collected in the period of 7 years are presented in Tables 2 and 3, in the forms of the mean, median, minimum and maximum values. In our study, mercury was detected in 82.6% (502) of the total number of samples (N=608) and no statistically significant difference was found among all 11 hunting areas for this heavy metal. The mean concentration of Hg in livers of wild boar from 11 hunting areas was in the range from 12.7 µg/kg to 68.8 µg/kg and mean concentration for all was 45.67 µg/kg. The maximum mean value of 68.8 µg/kg was measured in hunting area number 5 (Skopsko-Kumanovsko).

The detected mercury values of 0.04 ± 0.03 mg/kg in the liver of wild boars on hunting ground of state forests of Slovakia (Gasparik et al. 2012) shows similar concentrations to our study. On the other hand, when determining the concentration of heavy metals in meat and organs of wild boar, lower values of mercury in the liver were determined by Florijancic et al. (2015) in a study conducted on hunting grounds in eastern Croatia with the mean range of 0.012 ± 0.002 to 0.026 ± 0.003 mg/kg, and by Durkalec et al. (2015) in a study conducted on three locations in Poland, with the mean range of 0.019 ± 0.013 to 0.027 ± 0.033 mg/kg. In another study, also done in Poland, on the basis of 14 samples originating from wild boars, it was determined that mercury values in the liver ranged (minimum-maximum) from 0.015 to 0.061, which is somewhat lower than our results (Dobrowolska and

Melosik 2002). However, drastically higher values, not only in relation to our results, but also in relation to the other mentioned studies, were obtained in the Russky Sever National Park (North-West of Russia). At this location, the mean value of mercury in the liver was 0.419 mg/kg, which is almost 10 times higher than the mean value in our results (Eltsova and Ivanova 2021).

The maximum level of Hg is not specified in the Commission Regulation (EC) no 1881/2006, setting the maximum level for certain contaminants in foodstuffs (Anonymous 2006). The situation is the same in the Republic of North Macedonia, because the regulation is fully harmonized with the European one. For that reason the suggestions of The European Union Reference Laboratory for Chemical Elements in Food of Animal Origin in Rome (EU-RL CEFAO) about the maximum level of Hg in the Commission Regulation (EC) no 149/2008 (Anonymous, 2008) should be respected. In this regulation specified for residues of pesticides in or on food and feed, of plant and animal origin, the maximum allowed level of Hg is 0.1 mg/kg of wet weight (Durkalec et al. 2015, Lénárt et al. 2023). In this study, looking at all locations, 6.56% (40/608) samples exceed the maximum allowed limits ($N > 0.1$ mg/kg). The maximum value

of 961 µg/kg, which is 9.5 times higher than the legal limit, was measured in hunting area number 1 (Pelagonisko). Accumulation and toxicity of Hg in aquatic biota, domestic animals, and humans have been well investigated and documented, but relatively little is known about these processes in wild terrestrial mammals. The concentration of heavy metals in animal tissue usually depends on the duration and speed of intake by the animal. Such bouncing values are probably the result of annual accumulation of mercury in the body through diet. As an omnivore, the wild boar eats both plant and animal food (Bilandžić et al. 2010, Lénárt et al. 2023), and searches for it on and below the surface of the soil. The strongly bound inorganic mercury in the soil may be the reason for this due to the wild boar's diet. Regarding all parts of plants (Florijancic et al. 2015), roots are the best known place of deposition of Hg, and are favourable food for wild boars. However, in the studies by Stafilov (2014), the occurrence of heavy metals such as mercury in the soil were relatively unimportant in the region of this hunting area where the maximum sample was determined. It is perhaps due to the nature of the wild boars' behavior and long-distance movement (maximum daily movement varies between 4 and 27 km, on average 5.4 km

Table 2. Mercury concentrations (µg/kg) in the livers of wild boars from 11 hunting areas in The Republic of North Macedonia, in a period of 7 years (2016-2022)

Tablica 2. Koncentracije žive (µg/kg) u jetrima divljih svinja iz 11 lovnih područja u Republici Sjevernoj Makedoniji, u razdoblju od 7 godina (2016.-2022.)

Locations Lokacije	N	N < LODs %	Concentration in µg/kg wet weight Mercury (Hg)				
			Mean Srednja v.	Median Medijan	Min	Max	N > Pv %
1	101	42 (6.9)	42.7	21.4	1	968.1	5 (0.82)
2	89	17 (2.79)	43.3	32.4	1	283	6 (0.98)
3	48	9 (1.48)	42.1	27.6	2.7	255.8	4 (0.66)
4	49	1 (0.16)	29.6	19	1	281.8	1 (0.16)
5	16	1 (0.16)	68.8	18.3	1,5	562.8	2 (0.32)
6	15	0	12.7	13	3.2	31.4	0
7	42	15 (2.46)	51.9	31	3.1	307.2	4 (0.66)
8	3	0	22.6	24.6	5.6	37.7	0
9	24	2 (0.33)	54.4	38.8	4.7	166.6	4 (0.66)
10	51	2 (0.33)	61.6	43.8	1	405.8	7 (1.15)
11	64	17 (2.79)	51.5	29	1	485.6	7 (1.15)
Σ	502	106 (17.4)	45.67	27.15	1	968.1	40 (6.56)
Years/Godine							
2016	25	4 (0.66)	45.07	32.8	7.1	112.7	1 (0.16)
2017	81	15 (2.47)	44.52	28,4	1,5	283	6 (0.98)
2018	85	18 (2.96)	39.84	21	1	562.8	5 (0.82)
2019	57	15 (2.47)	38.37	21.4	1	307.2	4 (0.66)
2020	82	30 (4.93)	42.07	31.9	1	282.1	5 (0.82)
2021	87	11 (1.8)	32.27	16.2	1	195.2	5 (0.82)
2022	85	13 (2.14)	74.89	41.20	1	968.1	14 (2.3)
Σ	502	106 (17.43)	45.67	27.15	1	968.1	40 (6.56)

1-11 Hunting areas; N – number of samples; N < LODs % - number of samples bellow the limit of detection (%); N > Pv % - number of samples exceeding the permitted value (%)

1-11 Lovna područja; N – broj uzoraka; N < LODs % - broj uzoraka ispod granice detekcije (%); N > Pv % - broj uzoraka koji premašuje dopuštenu vrijednost (%)

Table 3. Arsenic concentrations ($\mu\text{g}/\text{kg}$) in the livers of wild boars from 11 hunting areas in the Republic of North Macedonia, in a period of 7 years (2016–2022)

Tablica 3. Koncentracije arsena ($\mu\text{g}/\text{kg}$) u jetrima divljih svinja iz 11 lovnih područja u Republici Sjevernoj Makedoniji, u razdoblju od 7 godina (2016.–2022.)

Locations Lokacije	N	N < LODs (%)	Concentration in $\mu\text{g}/\text{kg}$ wet weight				
			Mean Srednja v.	Median Medijan	Min	Max	N > Pv (%)
1	94	49 (8.06)	30.8	22.9	2	247.9	0
2	85	21(3.45)	38.9	30.9	1	291.5	0
3	44	13 (2.14)	30.2	29	2	92.2	0
4	49	1 (0.16)	27.9	24.4	2	155.7	0
5	13	4 (0.66)	33.3	22.1	1.4	118.6	0
6	15	0	23.1	18	1.	80.5	0
7	37	20 (3.29)	35.9	29	4.3	261	0
8	3	0	22	26.6	3.6	35.9	0
9	19	7 (1.15)	55.3	56.8	9	100.8	0
10	40	13 (2.14)	27.8	22.1	1.5	91	0
11	59	22 (3.61)	32.3	19.7	1.2	465.5	0
Σ	458	150 (24.7)	33.1	27.1	1	465.5	0
Years/Godine							
2016	25	4 (0.66)	41.2	40.2	18.9	91	0
2017	74	22 (3.62)	35.3	32.1	1.4	86.1	0
2018	76	27 (4.44)	24.3	15.5	1	261	0
2019	53	19 (3.12)	13.2	7.3	2	91.3	0
2020	77	35 (5.75)	18.5	8.6	1.2	248.8	0
2021	85	13 (2.14)	37.3	34.3	2	122.5	0
2022	68	30 (4.93)	63.9	42.7	12.9	465.5	0
Σ	458	150 (24.7)	33.1	27.1	1	465.5	0

1-11 Hunting areas; N – number of samples; N < LODs % - number of samples bellow the limit of detection (%); N > Pv % - number of samples exceeding the permitted value (%)

1-11 Lovna područja; N – broj uzoraka; N < LODs % - broj uzoraka ispod granice detekcije (%); N > Pv % - broj uzoraka koji premašuje dopuštenu vrijednost (%)

according to Miettinen et al. 2023), so this concentration integrates the contamination of much larger areas.

The statistically significant difference was found in the mercury concentration of liver samples between the years, i.e. the mean value for this heavy metal in 2022 was significantly higher than those measured in 2018, 2019 and 2021. In the same year (2022), the largest number of mercury values exceeding the maximum permitted limits by the regulation were measured, i.e. 2.3% out of 6.56% or 14 out of a total of 40 samples exceeding the permitted limits ($N > 0.1 \mu\text{g}/\text{kg}$). Also, in the same year, the maximum value of 968.1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ and the maximum mean value of 74.89 $\mu\text{g}/\text{kg}$ was measured.

Although there are some values that exceed the maximum allowable limits, it is important to note that the mean values for mercury are almost two times lower than the allowable limits, and even the maximum mean value does not exceed the limit. It is much easier to determine the reason and make a conclusion when the concentration of some heavy metal has an excessive increase or decrease over the years. However, regarding the occurrence of mercury in our results, many factors have influence on the final re-

sult. These factors are the place of sampling (since the samples are collected during the regular hunting season, most of the time the number of samples is not evenly distributed between the compared hunting areas and over the years), the geological origin of the heavy metals (whether the investigated heavy metal is naturally present in that area), anthropogenic impact on that area (whether there is a potential pollutant for the given location/hunting ground in the researched area), the age of individuals (heavy metals accumulate in animals in the course of their lives, so older individuals often have higher concentrations) and many other factors that require separate additional research in order to obtain a correct conclusion about such oscillations.

Similarly to mercury, the maximum permissible level of arsenic is not regulated for mammal food-producing animals in the EU legal regulation for foodstuffs of animal origin, including muscle and fat tissue (Regulation (EC) No 1881/2006) (Anonymous 2006). Also, in the regulation of the Republic of North Macedonia, which is fully harmonized with the European one, the maximum allowable limits for arsenic in animal organs are not specified. However, the

national action level of arsenic in wild boar liver is 0.5 mg/kg in accordance with the Annual Plan for monitoring residues and illegal substances in live animals, products and raw materials of animal origin for 2020 (Anonymous 2020). Also, in the regulations for maximum allowed levels of certain contaminants of the Republic of Serbia, the maximum allowed level of arsenic is 0.5 mg/kg. For that reason, we have compared our results with this maximum level of As (0.5 mg/kg of wet weight). It is important to emphasize that from all the samples in which arsenic was detected (458 samples), none of them had the values which exceeded the maximum allowed limit ($N > 0.5$ mg/kg). It indicates a relatively good condition of the ecosystem based on this metalloid.

The arsenic was detected in 75.3% (458) of the total number of samples ($N=608$). The same as for mercury, no statistically significant difference was found between all 11 hunting locations for arsenic. The mean concentration of As in the livers of wild boar from 11 hunting locations was in the range from 22 µg/kg to 55.3 µg/kg and mean concentration for all was 33.1 µg/kg. The maximum mean value of 55.3 µg/kg was measured in the hunting area number 9 (Vlainsko-Maleševsko).

In the study conducted by Reglero et al. (2009), in the Pb mining area of the valley of Alcudia and the Sierra Madrona mountains (Southern Spain), the mean values obtained for arsenic in the liver of wild boars were two times higher than the results in this study, i.e. the mean values for arsenic were 0.062 mg/g (in the mining area) and 0.062 mg/g (in the control area). Almost seven times higher values for arsenic in wild boar liver (mean value of 0.21 mg/g) compared to our results were obtained by Piskorová, et al. (2003), in a study conducted in the Central Zemplín region of the Slovak Republic. However, lower values of arsenic in the wild boar livers were determined by Florijancic et al. (2015), in a study done on hunting locations from eastern Croatia, with the mean range of 0.013 ± 0.001 to 0.019 ± 0.0005 mg/kg.

In our results, similarly to mercury, the statistically significant difference was found in the arsenic concentration of liver samples between the years. The mean values for arsenic differed statistically in the following years: 2016 and 2019, 2017 and 2019/2022, 2019 and 2021, 2020 and 2021/2022. Although there are significant differences in mean arsenic values over the years, all mean values are well below the maximum levels allowed by law regulation, and this is clearly confirmed even by the maximum arsenic concentration of 465.5 µg/kg determined in 2022, which is also below the permissible limit. According to Stafilov and Šajn (2016), the mean value of arsenic content in topsoil in the Republic of North Macedonia was 9.2 mg/kg, which was lower than the European topsoil content of 12 mg/kg and it corresponds to our results knowing that the wild boar

usually looks for food on the surface and below the surface of the soil. Due to the fact that the occurrence of arsenic can be a result of geological representation or anthropogenic influence, and that in this study there was no statistically significant difference in terms of locations as we could take into account the possible sources of arsenic, it is very difficult to explain such multiple oscillations over the years, except for additional research on the factors that were mentioned in relation to mercury. Some European countries have a problem with the natural presence of arsenic, but from the results of this study it can be concluded that this is not the case for the Republic of North Macedonia.

In general, edible internal organs of game are rarely used for human consumption and therefore their potential negative impact on public health is minimal. The game meat, which is most often used in human consumption, in numerous studies had a much lower incidence of the occurrence and concentration of heavy metals compared to the internal organs of game (Bilandžić et al. 2009, Durkalec et al. 2015).

CONCLUSION ZAKLJUČAK

The results of this study are encouraging and it can be concluded that the Republic of North Macedonia does not have a problem with excessive contamination with the examined elements (Hg, As). Although in some samples the mercury values exceeded legal limits (number and %), the mean values for both mercury and arsenic were below the maximum allowable levels. Regarding these two elements, a statistically significant difference was not determined in relation to the locations, while the mean values in relation to the years differed statistically significantly. Therefore, additional research is needed, where a larger number of influential factors will be taken into account to determine the specific cause of such oscillations.

REFERENCES LITERATURA

- Anonymous, 2002: CEN, EN 13086, Foodstuffs – Determination of trace elements – Determination of mercury by cold-vapour atomic absorption spectrometry (CVAAS) after pressure digestion, European Committee for Standardization.
- Anonymous, 2004: CEN, EN 14332, Foodstuffs – Determination of trace elements – Determination of arsenic in seafood by graphite furnace atomic absorption spectrometry (GFAAS) after microwave digestion, European Committee for Standardization.
- Anonymous, 2006. Commission Regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs." Off. J. Eur. Union no. 364:5-24.
- Anonymous, 2007: Commission Regulation (EC) 333/2007 of 28 March laying down the methods of sampling and analysis for

- the official control of the levels of lead, cadmium, mercury, inorganic tin, 3-MCDP and benzo(a)pyrene in foodstuffs, OJ of the European Union, L88.
- Anonymous, 2008: Commission Regulation (EC) No 149/2008 of 29 January 2008 amending Regulation (EC) No 396/2005 of the European Parliament and of the Council by establishing Annexes II, III and IV setting maximum residue levels for products covered by Annex I thereto. Off." *J. Eur. Union*.
 - Anonymous, 2011: FAO World Health Organization, and WHO Expert Committee on Food Additives. Evaluation of certain contaminants in food: seventy-second [72nd] report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives: World Health Organization.
 - Anonymous, 2014: CEN, EN 13805, Foodstuffs – Determination of trace elements – Pressure digestion, European Committee for Standardization.
 - Anonymous, 2017: International Organization for Standardization, International Electrotechnical Committee ISO/IEC 17025., 2017. General Requirements for the Competence of Testing and Calibration Laboratories (Geneva: ISO/IEC).
 - Anonymous, 2020: The annual plan for monitoring residues and illegal substances in live animals, products and raw materials of animal origin for 2020". Skopje: ("Official Gazette of the Republic of North Macedonia" no. 26/2020)
 - Anonymous, 2021a: MakStatDatabase. Game population, by region, by year. State Statistical Office, North Macedonia. Available from: https://makstat.stat.gov.mk/PXWeb/pxweb/mk/MakStat/MakStat_Zemjodelstvo_LovRibolov/150_Lov_Reg_Brojna_sostojba_divech_god_ml.px/table/tableViewLayout2/?rxid=46ee0f64-2992-4b45-a2d9-cb4e5f7ec5ef.ż
 - Anonymous, 2021b: MakStatDatabase. Game shot, by region, by year. State Statistical Office, North Macedonia. Available from: https://makstat.stat.gov.mk/PXWeb/pxweb/en/MakStat/MakStat_Zemjodelstvo_LovRibolov/175_Lov_Reg_Otstrel_broj_god_ml.px/table/tableViewLayout2/?rxid=46ee0f64-2992-4b45-a2d9-cb4e5f7ec5ef.ż
 - Baloš Živkov, M., Ž. Mihaljev., S. Jakšić., N. Prica., G. Lazić., M. Kapetanov., J. Prodanov Radulović, 2015: The incidence of heavy metals and other toxic elements in roe deer (*Capreolus capreolus*) tissues. Archives of Veterinary Medicine no. 8 (2):3-10.
 - Barandovski, L., T. Stafilov, R. Šajn., M. Frontasyeva., K. Bačeva Andonovska, 2020: Atmospheric Heavy Metal Deposition in North Macedonia from 2002 to 2010 Studied by Moss Biomonitoring Technique. *Atmosphere* no. 11 (9):929.
 - Bilandžić, N., M. Sedak, M. Dokić., B. Simić, 2010: Wild boar tissue levels of cadmium, lead and mercury in seven regions of continental Croatia. *Bull Environ Contam Toxicol* no. 84 (6):738-43. br
 - Bilandžić, N., M. Sedak, D. Vratarić, T. Perić., B. Simić, 2009: Lead and cadmium in red deer and wild boar from different hunting grounds in Croatia. *Sci Total Environ* no. 407 (14):4243-7.
 - Danieli, PP., F Serrani., R Primi., MP. Ponzetta., B Ronchi., A. Amici, 2012: Cadmium, lead, and chromium in large game: a local-scale exposure assessment for hunters consuming meat and liver of wild boar. Archives of environmental contamination and toxicology no. 63:612-627.
 - Dobrowolska, A., M. Melosik, 2008: Bullet-derived lead in tissues of the wild boar (*Sus scrofa*) and red deer (*Cervus elaphus*). *European Journal of Wildlife Research* no. 54:231-235.
 - Dobrowolska, A., M. Melosik, 2002: Mercury contents in liver and kidneys of wild boar (*Sus scrofa*) and red deer (*Cervus elaphus*). *Zeitschrift für Jagdwissenschaft* no. 48 (1):156-160.
 - Durkalec, M., J. Szkoda, R. Kolacz, S. Opalinski, A. Nawrocka, and J. Zmudzki, 2015: Bioaccumulation of Lead, Cadmium and Mercury in Roe Deer and Wild Boars from Areas with Different Levels of Toxic Metal Pollution. *International Journal of Environmental Research* no. 9 (1):205-212.
 - Eltsova, L., E. Ivanova, 2021: Total mercury level in tissues of commercial mammalian species (wild boar, moose) of the Russky Sever National Park (North-West of Russia). *E3S Web Conf.* no. 265:05009.
 - Falandysz, J., K. Szymczyk-Kobrzyńska., A. Brzostowski, K. Zalewski, A. Zasadowski, 2005: Concentrations of heavy metals in the tissues of red deer (*Cervus elaphus*) from the region of Warmia and Mazury, Poland. *Food additives and contaminants* no. 22 (2):141-149.
 - Florijancic, T., S. Ozimec., D. Jelkic., N. Vuksic., N. Bilandzic., G Boskovic, I. Boskovic, 2015: Assessment of heavy metal content in wild boar (*Sus scrofa* L.) hunted in eastern Croatia. *Journal of Environmental Protection and Ecology* no. 16 (2):630-636.
 - Gašparík, J., Ł.J. Binkowski, A. Jahnátek, P. Šmehýl., M. Dobias, N. Lukáč., M. Błaszczyk., M. Semla., P. Massanyi, 2017: Levels of Metals in Kidney, Liver, and Muscle Tissue and their Influence on the Fitness for the Consumption of Wild Boar from Western Slovakia. *Biological Trace Element Research* no. 177 (2):258-266.
 - Gasparík, J., M. Dobias., M. Capcarova., P. Smehyl., J. Slamecka., J. Bujko., J. Gasparík Jr, 2012: Concentration of cadmium, mercury, zinc, copper and cobalt in the tissues of wild boar (*Sus scrofa*) hunted in the western Slovakia. *Journal of Environmental Science and Health, Part A* no. 47 (9):1212-1216.
 - Gomez-Caminero, A., P.D Howe., M. Hughes., E. Kenyon., DR. Lewis., M. Moore., A. Aitio., G.C Becking, J. Ng, 2001: Arsenic and arsenic compounds: World health organization.
 - Gupta, RC., 2012: Veterinary toxicology: basic and clinical principles. Academic press, p. 537-43.
 - Lénárt, Z., A. Bartha., Z. Abonyi-Tóth., J. Lehel, 2023: Monitoring of metal content in the tissues of wild boar (*Sus scrofa*) and its food safety aspect." *Environmental Science and Pollution Research* no. 30 (6):15899-15910.
 - Mandal, B.K., K.T. Suzuki, 2002: Arsenic round the world: a review. *Talanta* no. 58 (1):201-235.
 - Markov, G., A. Ahmed, 2019: Heavy metal residues in internal organs of roe deer (*Capreolus capreolus*) as a bioindicator of forest environmental contamination in West Stara Planina (West Bulgaria). *Annual of Sofia University "St. Kliment Ohridski" Faculty of Biology Book* no. 4 (104):308-314.
 - Miettinen, E., M. Melin., K. Holmala., A. Meller., V.M. Väänänen., O.Huitu., M. Kunnsranta, 2023: Home ranges and movement patterns of wild boars (*Sus scrofa*) at the northern edge of the species' distribution range. *Mammal Research* 68(4): 611-623.
 - Piskorová, L., Z. Vasilková., I. Krupicer, 2003: Heavy metal residues in tissues of wild boar (*Sus scrofa*) and red fox (*Vulpes vulpes*) from Slovakia. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* no. 45:261-267.

- vulpes*) in the Central Zemplin region of the Slovak Republic." Czech Journal of Animal Science no. 48 (3):134-138.
- Reglero, M.M., M.A. Taggart, L. Monsalve-Gonzalez, R. Mateo, 2009: Heavy metal exposure in large game from a lead mining area: effects on oxidative stress and fatty acid composition in liver. Environmental Pollution no. 157 (4):1388-1395.
 - Reglero, M.M., L. Monsalve-González, M.A. Taggart, R. Mateo, 2008: Transfer of metals to plants and red deer in an old lead mining area in Spain." Science of the Total Environment no. 406 (1-2):287-297.
 - Santiago, D., M. Motas., A. Reja., P. María-Mojica., B. Rodero., A. García-Fernández, 1999: Lead and Cadmium in Red Deer and Wild Boar from Sierra Morena Mountains (Andalusia, Spain). Bulletin of environmental contamination and toxicology no. 61:730-7.
 - Srebočan, E., Z. Janicki., A. P. Crnić., K. Tomljanović., M. Sebečić., D. Konjević, 2012: Cadmium, lead and mercury concentrations in selected red deer (*Cervus elaphus L.*) tissues from north-eastern Croatia. J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng no. 47 (13):2101-8.
 - Stafilov, T, 2014: Environmental pollution with heavy metals in the Republic of Macedonia. Contribution, Section of Natural, Mathematical and Biotechnical Sciences, Macedonian Academy of Sciences and Arts no. 35:81-119.
 - Stafilov, T., R. Šajn, 2016: Geochemical atlas of the Republic of Macedonia: Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Ss. Cyril and Methodius.
 - Stafilov, T., R. Šajn., Z. Pančevski., B. Boev, M.V. Frontasyeva., Strelkova, L. P, 2010: Heavy metal contamination of topsoils around a lead and zinc smelter in the Republic of Macedonia. Journal of hazardous materials no. 175 (1-3):896-914.
 - Trpkov, B., V. Maletić, 1997: General hunting management plan for the period 1997-2016. edited by Ministry of Agriculture Forestry and Water Management. Skopje: Government of the Republic of North Macedonia.
 - Wieczorek-Dąbrowska, M., A. Tomza-Marciniak, P. Bogumiła., A. Balicka-Ramisz, 2013: Roe and red deer as bioindicators of heavy metals contamination in north-western Poland. Chemistry and Ecology no. 29 (2):100-110.

SAŽETAK

Monitori se definiraju kao organizmi kod kojih se promjene poznatih karakteristika mogu mjeriti kako bi se procijenio intenzitet onečišćenja okoliša. Među brojnim vrstama divljači, divlja svinja kao svejed okarakterizirana je kao iznimno dobar biomonitor. Koncentracije jednog teškog metala (Hg) i jednog metaloida (As) izmjerene su pomoću atomskog apsorpcijskog spektrometra s hladnom parom i atomske apsorpcijske spektrofotometrije u tkivu jetre divljih svinja. Iz 11 lovnih područja koja pokrivaju cijeli teritorij Sjeverne Makedonije u razdoblju od 7 godina (2016-2022) prikupljeno je ukupno 608 uzoraka jetre divlje svinje izlovljene tijekom redovne sezone lova. Srednja koncentracija Hg iz 11 lovnih područja kretala se od 12,7 µg/kg do 68,8 µg/kg, a srednja koncentracija za sva iznosila je 45,67 µg/kg. Prosječna koncentracija As kretala se od 22 µg/kg do 55,3 µg/kg, a srednja koncentracija za sve iznosila je 33,1 µg/kg. Koncentracija žive kod 6,56 % (40) uzoraka prešla je dopuštenu granicu, dok za arsen ni jedan ispitani uzorak nije prešao dopuštenu granicu. Za oba elementa utvrđena je statistički značajna razlika u odnosu na godine, s nepravilnim oscilacijama iz godine u godinu. Srednje vrijednosti za živu i arsen ohrabrujuće su i općenito ukazuju na relativno nisku kontaminaciju na području Republike Sjeverne Makedonije. Međutim, statističke razlike zbog godine kao faktora ukazuju na potrebu za dalnjim istraživanjem.

KLJUČNE RIJEČI: divlja svinja, Hg, As, lovna područja, jetra

NEMAR JE PRVA ISKRA

Spriječi požar prije
no što nastane

U slučaju opasnosti
nazovi **193** ili **112**



PREDMETI KOJI MOGU IZAZVATI POŽAR



opusak
cigarette



iskra od
radova



odbačeno
staklo



izgubljen
upaljac



neugasen
plamen

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
- Razgovjerto 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 vazniji od imovine
- Izbjegavajte udisanje dima, on je cesto opasniji od plamena
- Ne ometajte vatrogasce u gasenju pozara
- Ne približavajte se vatri kako biste ju snimali



f in yt
Hrvatske Šume d.o.o.

HRVATSKE ŠUME



HRVATSKE ŠUME d.o.o.
Direkcija Zagreb
Ulica kneza Branimira 1,
10 000 Zagreb



REPUBLIKA HRVATSKA
Ministarstvo
turizma i sporta



Hrvatska
Puna Života

B
Istra

H
Hrvatske
šume

A
ZM
Upravljački
organ za
štite

FRUIT AND SEED MORPHOLOGICAL TRAITS AND DURATION EFFECT OF SULFURIC ACID SEED SCARIFICATION ON SOME *Crataegus* Tourn. ex L. SPECIES

MORFOLOŠKE OSOBINE PLODOVA I SJEMENA I TRAJANJE UČINKA SKARIFIKACIJE SJEMENA SUMPORNOM KISELINOM NA NEKE VRSTE IZ RODA *Crataegus* Tourn. ex L.

Damir DRVODELIĆ^{1*}, Milan ORŠANIĆ¹, Ela ŠPANJOL¹, Marko VUKOVIĆ², Tomislav JEMRIĆ²

SUMMARY

Hawthorn species (*Crataegus* Tourn. ex L.) are widely known for their medical, ecological, and economic benefits. The main issue of this study was to define the morphological characteristics of fruits and seeds as well as the impact of sulfuric acid (96% concentration) scarification with different time duration on seeds of three different hawthorn species (*C. crus-galli*, *C. monogyna*, *C. laevigata*). Statistically significant differences were reported for all measured fruit and seed morphological traits. The highest values of fruit weight, length and width were recorded for *C. crus-galli*, while the lowest for *C. monogyna*. Different sulfuric acid (96% concentration) scarification treatments were used for *C. crus-galli* (150 and 210 min), *C. laevigata*, and *C. crus-galli* (45, 75 and 105 min) seeds. Only significant differences were found in contrast to the control. Thickness of the tiniest part of the seed coat was significantly reduced in *C. crus-galic* and *C. laevigata* scarified seeds in contrast to the control. Thickness of the thickest part of the seed coat was significantly reduced only in *C. crus-galli* seeds scarified for 210 min in contrast to the control. Therefore, optimal duration of scarification treatment for *C. crus-galli* seeds should be 210 min. The results obtained in this study will contribute to a better knowledge of morphometric characteristics and the pre-sowing treatment of seeds of some *Crataegus* species which can be utilized in nursery production.

KEY WORDS: scarification, double dormancy of seeds, seeds, *Crataegus monogyna*, *Crataegus laevigata*, *Crataegus crus-galli*

INTRODUCTION

UVOD

Hawthorn (*Crataegus* Tourn. ex L.) is present worldwide with about 280 species. The most common species are *Crataegus monogyna* Jacq., *Crataegus laevigata* (Poir.), *Crataegus mexicana* Moc. & Sessé ex DC. and *Crataegus douglasii*

Lindl., grown in Europe, North Africa, West Asia and North America (Nazhand et al., 2020). *C. monogyna*, *C. laevigata*, and *C. crus-galli* are the main hawthorn species in Croatian agroecological conditions. People have known the benefits of using hawthorn's berries for centuries (Nazhand et al., 2020; Chang et al., 2005; Chang et al., 2002; Daliu et al., 2018; Martinelli et al., 2021).

¹ Assoc. Prof. Damir Drvodelić, Prof. Milan Oršanić, Ela Španjol, Bacc., University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology, Institute of Ecology and Silviculture, Svetosimunska c. 23, Zagreb 10000, Croatia

² Marko Vuković, PhD, Prof. Tomislav Jemrić, University of Zagreb Faculty of Agriculture, Division of Horticulture and Landscape Architecture, Department of Pomology, Svetosimunska c. 25, Zagreb 10000, Croatia

*Corresponding author: Damir Drvodelić, drvodelic.damir@gmail.com

C. monogyna commonly grows in temperate deciduous forests (Fichtner and Wissemann, 2021). It prefers sunny and semi-shade exposition, either in forests or at forest edges and in thickets (Fichtner and Wissemann, 2021). It inhabits almost all parts of Europe with the exception of the northern and eastern margins (Tutin et al., 1981). Its fruit are pomes; in Croatia, they are ripe in October. They are subglobose or ellipsoidal, generally bright red to deep red, shiny and glabrous (Idžočić, 2019). *C. laevigata* grows in a moderately cold climate area (Fichtner and Wissemann, 2021). The best conditions for it to thrive are loamy or heavy clay soils in the shade of forests and it is distributed mainly in western and central Europe (Christensen, 1984). Its fruits are pomes which are globose to ellipsoidal, generally red, shiny and glabrous. They mature in September and October. *C. crus-galli* grows in cold climate areas, on average to moderately moist soils with good drainage in sunny habitats. It is distributed in the eastern part of North America and in central and western Europe. The fruit are pomes that are globose or broadly ovoid, dull red and glabrous, maturing from September to October. Their core is stony, 1-seeded, embedded in flesh, except in the uppermost part (Idžočić, 2019). In general, the mature seeds have a seed coat which protects the endosperm, and within the endosperm the immersed embryo is present. Embryo consists of: plumula, radicle and cotyledons (Pelc and Ptak, 2014). *C. laevigata* and *C. monogyna* are widely spread throughout the world and hence have a major ecological and economic value. Both in China and Europe, hawthorn fruit is consumed not only for medicinal purposes but also as food-stuff (e.g., canned fruit, jam, jelly, beverages and wine) (Chang et al., 2002 according to Leung and Foster, 1996).

In the temperate zone, plants often develop dormant seeds and buds. All species of genus *Crataegus* have seeds with dormant embryos (Fichtner and Wissemann, 2021; Dickinson, 1985). Seeds of the *Crataegus* species exhibit both endogenous (related to immature embryos) and exogenous (related to seed coat properties) dormancy, which is then called double dormancy (Drvodelić et al., 2018). This can regulate the germination and dormancy of a seed. Scarification is necessary for thinning the seed coat and releasing

exogenous dormancy, that is, chemical scarification increases the permeability of water and gas to the seed through the corrosion of the seed coat (Olmez et al., 2007). Ultimately, it influences faster and more uniform germination. Scarification can be carried out on pre-dried seeds with sulfuric acid treatment (from 30 min up to 4 hours) (St Johns, 1983).

The main issue of this study was to determine morphological characteristics of fruits and seeds as well as the impact of treatment with sulfuric acid (96% concentration) scarification with different time duration on seeds of three different hawthorn species (*C. crus-galli*, *C. monogyna*, *C. laevigata*).

MATERIALS AND METHODS MATERIJALI I METODE

The fruits of three species of the genus *Crataegus* (Figure 1) were harvested from a wild population in October 2021 in Croatia, Zagreb, at the following coordinates: *C. laevigata* at 45°49'19.08" N, 16°1'5.08" E; *C. monogyna* at 45°49'18.13" N, 16°1'43.63" E; *C. crus-galli* at 45°47'44" N, 15°57'53" E. To ensure heterogeneity of the samples, around 3500 fruit in total have been collected from 20 different plants per each species. All analyses were conducted at the Laboratory of Forest Seed and Nursery Production of the Faculty of Forestry and Wood Technology, University of Zagreb, Department of Ecology and Silviculture.

Fruit morphological parameters were measured on 30 fruits per species. Fruit length and width (mm) were measured with a digital scrolling scale (Sylvac Pro) with an accuracy of 0.01 mm. For each fruit, two opposite lengths and widths were measured. Fruit weight was measured using a digital analytical balance (Kern Pls, Kern&Sohn GmbH, Germany) with an accuracy of 0.01 g.

Subsequently, all fruits were submitted to the seed extraction process, and each seed was manually extracted from the fruit. During that process, on the basis of 100 fruit per species, the number of seeds per each fruit was determined. Afterwards, all seeds were placed on the sterilised surface

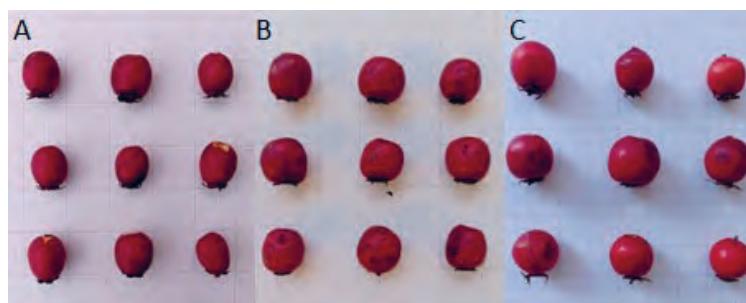


Figure 1. Fruit of *C. monogyna* (A), *C. laevigata* (B) and *C. crus-galli* (C)
Slika 1. Plodovi vrsta *C. monogyna* (A), *C. laevigata* (B) i *C. crus-galli* (C)



Figure 2. The process of reducing moisture content (8-14%) of hawthorn seeds at room temperature

Slika 2. Proces smanjenja sadržaja vlage (8-14 %) u sjemenu glogova pri sobnoj temperaturi

at room temperature to reduce their moisture content to 8-14%, which took several days (Figure 2, 3).

The weight of 1000 air-dried seeds was measured for each species according to ISTA rules (ISTA International Rules for Seed Testing, 2016) (8 measurements of 100 seeds per species) using a digital analytical balance (Kern PLS 4200-2F) with an accuracy of 0.01 g. The weight of each seed was randomly measured on 30 seeds per species using a digital analytical balance (Radwag AS R1 PLUS Analytical Balances, Poland with an accuracy of ± 0.1 mg). Subsequently, 100 randomly selected seeds per species were scanned for morphological measurements using the Epson scanner, Epson perfection V700 Photo (model: STD4800). The data were then analysed using WinSEEDLE 2011 software (Regent Instruments, Canada). In the mentioned software 23 morphological parameters per each seed were analysed.

In the second part of the study, the aforementioned seeds were subjected to the sulfuric acid (96% concentration) scarification process. Treatments were distinguished by the duration of the scarification process (immersion time), for *C. laevigata* and *C. monogyna* species of 45, 75 and 105 min,

while for *C. crus-galli* species the duration was 150 and 210 min. Random sampling (800 seeds per treatment) in three repetitions were made per species. The duration of scarification treatment for *C. crus-galli* was prolonged due to the greater thickness of the seed coat. Subsequently, the thickest and thinnest part of the walls of 10 seeds per treatment of each species was measured by cross-sectioning the seeds with a knife and a hammer. The aforementioned measurements were performed using a digital microscope (Dino-Lite Pro, Dino-Lite, The Netherlands) and the data were analysed using software (DinoCapture 2.0., Dino-Lite, The Netherlands).

Data were statistically analysed using SAS statistical software ver. 9.4 (SAS Institute, NC) by ANOVA and Tukey's HSD test ($P < 0.05$).

RESULTS

REZULTATI

According to ANOVA, species had a significant effect on all morphological and biological properties of fruits and

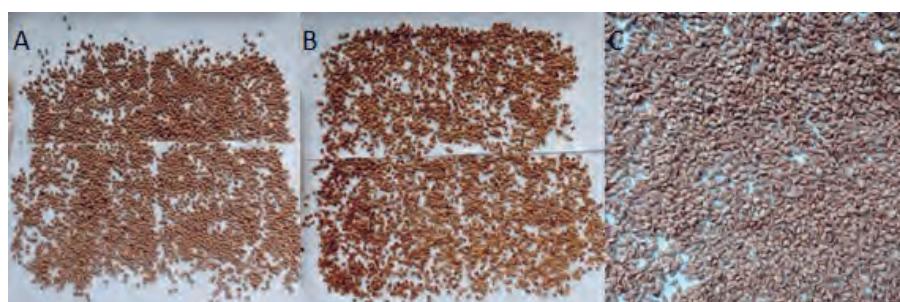


Figure 3. Seeds of *C. monogyna* (A), *C. laevigata* (B) and *C. crus-galli* (C)

Slika 3. Sjeme *C. Monogyna* (A), *C. laevigata* (B) i *C. crus-galli* (C)

seeds of some species of *Crataegus* Tourn. ex L., with the exception of the horizontal and vertical position of the seed (Tables 1, 2 and 3). According to the Tukey HSD test, all three species differ significantly between each other for most traits with the exception of fruit shape index, seed weight, seed curvature and horizontal and vertical position of the seed (Tables 1, 2 and 3). Since *Crataegus* species are mainly propagated generatively, it is important to contribute to further understanding pomological and morphological properties of fruits and seeds. The significantly highest fruit weight, length, and width were exhibited by fruit of *C. crus-galli*, and the lowest by those of *C. monogyna* (Table 1). The fruit shape index was significantly the smallest in the fruit of *C. monogyna*, while between the other two species no significant differences were recorded, meaning that *C. monogyna* has a more elliptical fruit shape compared to the other two species (Table 1). Significantly highest seed number and weight of 1000 seeds had *C. crus-galli* fruit, while the lowest *C. monogyna* and *C. laevigata* (respectively) (Table 1). The seed weight was significantly higher in the fruit of *C. crus-galli*, while no significant differences were recorded between two other species.

Significantly the highest projected seed area, the straight and curved length and width had *C. crus-galli* fruit, while

the lowest was recorded for *C. monogyna* (Table 2). The curvature of the seeds was significantly highest in the *C. crus-galli* fruit and the ratio of seed length/width in the *C. laevigata* fruit, while between the other two species for both traits, no significant differences were recorded (Table 2).

Significantly the highest volume and surface area of the seed circle, the surface area of the ellipse, the surface area of the triangle and the projected circumference had the fruit of *C. crus-galli*, while the lowest values were recorded for *C. monogyna* (Table 3). The projected circumference coefficient was highest in the *C. monogyna* fruit, while it was the lowest in the *C. crus-galli* fruit (Table 3)

According to ANOVA, treatment had a significant effect on the thinnest and thickest coat part of the *C. crus-galli* seeds as well as on the thinnest and thickest coat part of the *C. laevigata* seeds (Table 4).

According to Tukey's HSD test, the thinnest part of the *C. crus-galli* seeds was significantly reduced in both treatments (scarification 150 and 210 min) compared to the control, while no significant differences were recorded between treatments (Table 4). Although, according to ANOVA, treatment had a significant effect on the thickest part of the *C. crus-galli* seeds, according to Tukey's HSD test, no signifi-

Table 1: Morphological properties of fruits and seeds of three species of the genus *Crataegus*

Tablica 1: Morfološka svojstva plodova i sjemena tri vrste roda *Crataegus*

Species Vrsta	FW (g) MP (g)	FL (mm) DP (mm)	FW (mm) ŠP (mm)	FSI IOP	SN (pcs) BS (kom)	ISW (g) MPS (g)	W1000S (g) M1000S (g)
<i>C. crus-galli</i> L.	1.27 ± 0.27a	14.70 ± 0.92a	13.44 ± 1.07a	1.10 ± 0.07b	2.50 ± 0.52a	0.09 ± 0.02a	87.46 ± 1.04a
<i>C. laevigata</i> (Poir.) DC.	0.54 ± 0.09b	10.70 ± 0.57b	9.84 ± 0.67b	1.09 ± 0.06b	2.25 ± 0.52b	0.04 ± 0.01b	37.35 ± 0.64b
<i>C. monogyna</i> Jacq.	0.28 ± 0.04c	9.05 ± 0.47c	7.46 ± 0.44c	1.22 ± 0.08a	1.00 ± 0.00c	0.05 ± 0.01b	47.43 ± 1.22c
ANOVA							
Species – Vrsta	<.0001***	<.0001***	<.0001***	<.0001***	<.0001***	<.0001***	<.0001***

¹ Results are expressed as mean ± SD, with the exception of ANOVA, where they present the P value / Rezultati su izraženi kao srednje vrijednosti ± SD s izuzetkom ANOVA gdje predstavljaju P vrijednosti; ² Means followed by different letters within columns are significantly different (Tukey's HSD test; P < 0.05) / Srednje vrijednosti kojima je pridruženo različito slovo unutar stupca se signifikantno razlikuju (Tukey's HSD test; P < 0.05); ^{3***} significant at P < 0.001 / ***signifikantno pri P < 0.001; ⁴ Abbreviations / Kratice: FW/MP – fruit weight/masa ploda, FL / DP – fruit length / duljina ploda, FW / ŠP – fruit width / širina ploda, FSI / IOP – fruit shape index / indeks oblika ploda, SN / BS – seed number in individual fruit / broj sjemenki u pojedinačnom plodu; ISW / MPS – individual seed weight / masa pojedinačnog sjemena, W1000S / M1000S – weight of 1000 seeds / masa 1000 sjemenki

Table 2: Morphological seed properties of three species of the genus *Crataegus*

Tablica 2: Morfološka svojstva sjemena tri vrste roda *Crataegus*

Species Vrsta	PA (mm ²) PP (mm ²)	SL (mm) RD (mm)	CL (mm) ZD (mm)	SW (mm) RD (mm)	CW (mm) ZŠ (mm)	C (mm) Z (mm)	L-W D-Š
<i>C. crus-galli</i> L.	31.59 ± 4.73a	8.20 ± 0.53a	8.32 ± 0.56a	5.20 ± 0.63a	5.17 ± 0.63a	0.05 ± 0.04a	0.64 ± 0.07a
<i>C. laevigata</i> (Poir.) DC.	18.86 ± 3.13b	6.00 ± 0.39b	6.09 ± 0.39b	4.16 ± 0.53b	4.13 ± 0.53b	0.03 ± 0.02b	0.69 ± 0.07b
<i>C. monogyna</i> Jacq.	16.32 ± 1.92c	5.50 ± 0.32c	5.56 ± 0.32c	3.95 ± 0.31c	3.93 ± 0.31c	0.03 ± 0.02b	0.72 ± 0.04c
ANOVA							
Species – Vrsta	<.0001***	<.0001***	<.0001***	<.0001***	<.0001***	<.0001***	<.0001***

¹ Results are expressed as mean ± SD, with the exception of ANOVA, where they present the P value / Rezultati su izraženi kao srednje vrijednosti ± SD s izuzetkom ANOVA gdje predstavljaju P vrijednosti; ² Means followed by different letters within columns are significantly different (Tukey's HSD test; P < 0.05) / Srednje vrijednosti kojima je pridruženo različito slovo unutar stupca se signifikantno razlikuju (Tukey's HSD test; P < 0.05); ^{3***} significant at P < 0.001 / ***signifikantno pri P < 0.001; ⁴ Abbreviations / Kratice: PA/PP – projected area / projicirana površina, SL / RD – straight length / ravna duljina, CL / ZD – curved length / zakrivljena duljina, SW / RD – straight width / ravna duljina, CW / ZŠ – curved width / zakrivljena širina, C / Z – curvature / zakrivljenost, L-W / D-Š – ratio of length and width / omjer duljine i širine

Table 3: Morphological seed properties of three species of the genus *Crataegus***Tablica 3:** Morfološka svojstva sjemena tri vrste roda *Crataegus*

Species Vrsta	CV (mm ²) VK (mm ²)	CS (mm ²) PK (mm ²)	ES (mm ²) PE (mm ²)	TS (mm ²) PT (mm ²)	HP (mm) HP (mm)	VP (mm) VP (mm)	PC (mm) PO (mm)	CPC KPO
<i>C. crus-gali</i> L.	107.27 ± 28.19a	99.53 ± 15.02a	70.38 ± 10.62a	63.36 ± 9.56a	80.51 ± 37.45a	125.84 ± 48.80a	22.00 ± 1.46a	0.82 ± 0.05a
<i>C. laevigata</i> (Poir.) DC.	52.10 ± 14.84b	59.72 ± 9.86b	42.23 ± 6.97b	38.02 ± 6.28b	81.10 ± 33.41a	122.25 ± 47.28a	16.78 ± 1.33b	0.84 ± 0.04b
<i>C. monogyna</i> Jacq.	42.87 ± 8.55c	51.54 ± 6.31c	36.45 ± 4.46c	32.81 ± 4.02c	78.88 ± 35.98a	120.89 ± 50.01a	15.36 ± 1.00c	0.87 ± 0.04c
ANOVA								
Species – Vrsta	<.0001***	<.0001***	<.0001***	<.0001***	0.90n.s.	0.76n.s.	<.0001***	<.0001***

¹ Results are expressed as mean ± SD, with the exception of ANOVA, where they present the P value / Resultati su izraženi kao srednje vrijednosti ± SD s izuzetkom ANOVA gdje predstavljaju P vrijednosti; ² Means followed by different letters within columns are significantly different (Tukey's HSD test; P < 0.05) / Srednje vrijednosti kojima je pridruženo različito slovo unutar stupca se signifikantno razlikuju (Tukey's HSD test; P < 0.05); ^{3n.s.}, * , ** non significant or significant at P > 0.05 or P < 0.001 (respectively) / n.s., * , ** nesignificant ili signifikantno pri P > 0.05 ili P < 0.001 (respektivno); ⁴ Abbreviations / Kratice: CV/VK – circle volume / volumen kruga, CS / PK – circle surface / površina kruga, ES / PE – ellipse surface / površina elipse, TS / PT – triangle surface / površina trokuta, HP / HP – horizontal position / horizontalna pozicija, VP / VP – vertical position / vertikalna pozicija, PC / PO-projected circumference / projicirani opseg, CPC / KPO - coefficient of projected circumference / koeficijent projiciranog opsega

cant differences were recorded (Table 4). Scarification of seeds with sulfuric acid for 150 min led to an average reduction of the thinnest part of the seed coat by 0.23 mm

and the thickest by 0.39 mm. The scarification of the seeds for 210 min led to an average reduction of the thinnest part of the seed coat by 0.19 mm and the thickest by 0.62 mm.

Table 4: Influence of the duration of scarification with sulfuric acid on coating thickness of three species of the genus *Crataegus***Tablica 4:** Utjecaj trajanja skarifikacije sumpornom kiselinom na debljinu sjemene ljuške tri vrste roda *Crataegus*

Species Vrsta	Treatment	Thinnest coat part (mm) Najtanji dio sjemene ljuške (mm)	Thickest coat part (mm) Najdeblji dio sjemene ljuške (mm)
<i>C. crus-gali</i> L.	Control	0.62 ± 0.23a	2.42 ± 0.48a
	Kontrola		
	Scarification 150 min	0.39 ± 0.10b	2.03 ± 0.38ab
	Skarifikacija 150 min		
	Scarification 210 min	0.43 ± 0.14b	1.80 ± 0.38b
	Skarifikacija 210 min		
ANOVA			
<i>C. laevigata</i> (Poir.) DC.	Tretman	0.011*	0.01**
	Control		
	Kontrola	0.35 ± 0.10a	1.57 ± 0.15a
	Scarification 45 min	0.19 ± 0.05b	1.33 ± 0.21a
	Skarifikacija 45 min		
	Scarification 75 min	0.15 ± 0.02b	1.40 ± 0.24a
<i>C. monogyna</i> Jacq.	Skarifikacija 75 min		
	Scarification 105 min	0.16 ± 0.05b	1.41 ± 0.26a
	Skarifikacija 105min		
	ANOVA		
	Tretman	<.0001***	0.10n.s.
	Control		
	Kontrola	0.48 ± 0.10a	1.19 ± 0.18a
	Scarification 45 min	0.38 ± 0.18a	1.22 ± 0.18a
	Skarifikacija 45 min		
	Scarification 75 min	0.33 ± 0.16a	1.28 ± 0.27a
	Skarifikacija 75 min		
	Scarification 105 min	0.37 ± 0.13a	1.32 ± 0.17a
ANOVA			
	Tretman	0.14n.s.	0.47n.s.

¹ Results are expressed as mean ± SD, with the exception of ANOVA, where they present the P value / Resultati su izraženi kao srednje vrijednosti ± SD s izuzetkom ANOVA gdje predstavljaju P vrijednosti; ² Means followed by different letters within columns are significantly different (Tukey's HSD test; P < 0.05) / Srednje vrijednosti kojima je pridruženo različito slovo unutar stupca se signifikantno razlikuju (Tukey's HSD test; P < 0.05); ^{3n.s.}, * , ** non significant or significant at P > 0.05 or P < 0.001 (respectively) / n.s., * , ** nesignificant ili signifikantno pri P > 0.05 ili P < 0.001 (respektivno)

According to Tukey's HSD test, the thinnest part of the *C. laevigata* seeds was significantly reduced in three treatments (scarification 45, 75 and 105 min) compared to the control, while no significant differences were recorded between the treatments (Table 4). Although no significant differences were recorded for the part of the thickest seed coat, according to the average values, a trend is evident in which all treatments reduced the part of the thickest seed coat of the seed compared to the control.

DISCUSSION

RASPRAVA

The importance of this study was to contribute to a better knowledge of morphometric characteristics and pre-sowing treatment of seeds of some *Crataegus* species, which can be utilized in nursery production in order to increase and improve the results of seedling production in the nurseries.

According to Idžoitić (2019), *C. crus-galli* fruit are 8–12 mm long and 9 mm wide, *C. laevigata* fruit are 10–14 mm long and 8–12 mm wide and those of *C. monogyna* are 8–10 mm long and 7–9 mm wide. These results are notably different from the results obtained in this study (Table 1). Furthermore, the mentioned publication (Idžoitić, 2019) states that the weight of 1000 air dried seeds of *C. monogyna* is 66 g, which is also different from the results obtained in this study (Table 1). The reason for aforementioned may be due to tree maturity, agro-ecological conditions and genetic expression. In their study, Khadivi et al. (2019) stated that the average fruit length of *C. monogyna* was 8.29 – 15.14 mm and width 7.22 - 13.44 mm. Gundogdu et al. (2014) measured 13.12 mm and 12.55 mm, while Gokturk et al. (2017) measured 7.78 mm and 5.35 mm, respectively. Gundogdu et al. (2014) also reported that the average fruit weight of *C. monogyna* is 1.35 g and the average seed weight 0.29 g. Kheloufi et al. (2019) recorded that the average seed weight of *C. monogyna* was 0.25 ± 0.04 g, while Gokturk et al. (2017) determined 13.79 g for 100 seeds. The aforementioned results differ in comparison with those obtained in this study (as well as between each other), which is probably due to the agroecological conditions and hereditary factors.

In their publication, Khadivi et al. (2019) reported that *C. monogyna* fruit were mainly determined as elliptical, circular and medium-elliptical (41%, 30% and 29%, respectively). Moreover, in the research by Dvirna et al. (2021), the fruit shape index of *C. monogyna* was stated to be widely short- ellipsoidal to ovoid or rounded, while of *C. laevigata* it was spherical (short-ellipsoidal). These results are in agreement with this study (Table 1). The significance of the results obtained shows a large variability of fruits and seeds of species of the genus *Crataegus*. In regard to other studied morphological seed properties of three species of the genus

Crataegus (Table 2 and 3), there is, up to our knowledge, exceptional deficiency of available literature data for comparison.

The hawthorn genus (*Crataegus* L.) has poor seed germination due to stony endocarp and embryo dormancy (Ahmadloo et al., 2016). Hence, to lessen the rigidity of the endocarp, chemical scarification of the seed endocarp has been employed on the hawthorns (Mohammed, 2023). Therefore, in this study, the duration effect of sulfuric acid (concentration 96%) seed scarification was tested (Table 4). Only significant differences were found in contrast to the control. Thickness of the tiniest part of the seed coat was significantly reduced in *C. crus-galic* and *C. laevigata* scarified seeds in contrast to the control. Although scarification of the *C. monogyna* seeds did not significantly reduce thickness of the tiniest part of the seed coat, there is an evident trend, based on average values, that scarification treatments reduced it. Thickness of the thickest part of the seed coat was significantly reduced only in *C. crus-galli* seeds scarified for 210 min in contrast to the control. In other cases, no significant differences were recorded, but the same trend based on average values is evident for the seeds of *C. laevigata*. Therefore, optimal duration of scarification treatment for *C. crus-galli* seeds should be 210 min, while for other two species no clear conclusion can be made. Gokturk et al. (2017) reported that sulfuric acid scarification rate, measured as change in seed diameter and length, varied between *Cataergus* species. Those results are in agreement with this study. Up to our knowledge, there is scarcity of studies that evaluates the impact of scarification treatment on the thinnest and thickest part of the seed coat of the aforementioned species. For this reason, it is highly suggested that further research studies be conducted.

CONCLUSIONS

ZAKLJUČCI

The morphological properties of the fruits and seeds of *Crataegus* sp. are highly variable, which can be influenced by different habitat, habitus, genetic inheritance, exposition toward the solar radiation, maturity of the trees, microclimate of the area (the amount of rain or drought) etc. Optimal duration of scarification treatment for *C. crus-galli* seeds should be 210 min. However, for other two species no clear conclusion can be made, which emphasizes the need for further studies on this topic.

REFERENCES

LITERATURA

- Ahmado, F. M. Tabari Kochaksaraee, P. Azadi, A. Hamid, 2016: Improving Germination of Hawthorn (*Crataegus pseudoheterophylla* Pojark.) Seed by Potassium Nitrate, Sulfuric Acid and Stratification, Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology), 29: 254-263

- Chang, W. T., J. Dao, Z. H. Shao, 2005: Hawthorn: Potential roles in cardiovascular disease, Am. J. Chin. Med, 33: 1–10.
- Christensen, K. I., 1984: The morphological variation of some *Crataegus* populations (*Rosaceae*) in Greece and Yugoslavia, Nord. J. Bot.;4 585–595.
- Daliu, P., A. Santini, E. Novellino, 2018: A decade of nutraceutical patents: Where are we now in 2018?, Expert Opin. Ther. Pat.,28; 875–882.
- Dickinson, T. A., 1985: The biology of Canadian weeds. 68. *Crataegus crus-galli* L. sensulato, Can. J. Plant Sci., 65: 641–645.
- Drvodelić, D., M. Oršanić, M. Vuković, M.A. Jatoi, T. Jemrić, 2018: Correlation of fruit size with morphophysiological properties and germination rate of the seeds of service tree (*Sorbus domestica* L.), South-East Eur. For., 9: 47–54.
- Dvirna, T., O. Futorna, V. Minarchenko, I. Tymchenko, 2021: Morphological Features of Fruits and Seeds of Some Species of the Genus *Crataegus* L. of the Flora of Ukraine, ActaAgrobot., 74: 1–13.
- Fichtner, A., V. Wissemann, 2021: Biological Flora of the British Isles: *Crataegus monogyna*, J. Ecol., 109: 541–571.
- Gokturk, A., S. Guner, F. Yildirim, 2017: Seed properties of hawthorn (*Crataegus* sp.) species and effects of sulphuric acid pretreatments on seed coat thickness, Book of Proceedings of VIII International Scientific Agriculture Symposium, Agrosym 2017, Jahorina, Bosnia and Herzegovina, Faculty of Agriculture, University of East Sarajevo, pp. 733–738.
- Gundogdu, M., K. Ozrenk, S. Ercisli, T. Kan, O. Kodad, A. Hegedus, 2014: Organic acids, sugars, vitamin C content and some pomological characteristics of eleven hawthorn species (*Crataegus* spp.) from Turkey, Biol. Res., 47: 2–5.
- Idžoitić, M., 2019: Dendrology: Cones, Flowers, Fruits and Seeds; Elsevier: London, San Diego, Cambridge, Oxford, ISBN 978-0-444-64175-5.
- ISTA International Rules for Seed Testing, 2016: The International Seed Testing Association (ISTA) Richtiarkade 18, CH-8304 Wallisellen, Switzerland.
- Khadivi, A., P. Heidari, M. Rezaei, A. Safari-Khuzani, M. Sahebi, 2019: Morphological variabilities of *Crataegus monogyna* and *C. pentagyna* in northeastern areas of Iran. Ind. Crops Prod, 111531.
- Kheloufi, A., L. M. Mansouri, C. Vanbellinghen, 2019: Seed germination of *Crataegus monogyna* – a species with a stony endocarp, Reforesta, 7: 73–80.
- Leung, A.Y., S. Foster, 1996: Encyclopedia of Common Natural Ingredients: Used in Food, Drugs, and Cosmetics.; 2nd ed.; New York: John Wiley.
- Martinelli, F., A. Perrone, S. Yousefi, A. Papini, S. Castiglione, F. Guarino, A. Cicatelli, M. Aelaei, N. Arad, M. Gholami, S. A. Salami, 2021: Botanical, phytochemical, anti-microbial and pharmaceutical characteristics of hawthorn (*Crataegus monogyna* Jacq.), *Rosaceae*. Molecules, 26: 7266.
- Mohammed, A. A., 2023: A review of breaking seed dormancy in hawthorns (*Crataegus* spp.), Int. J. Adv. Res., 11(02): 495–500.
- Nazhand, A., M. Lucarini, A. Durazzo, M. Zaccardelli, S. Cristarella, S.B. Souto, A. M. Silva, P. Severino, E. B. Souto, A. Santini, 2020: Hawthorn (*Crataegus* spp.): An updated overview on its beneficial properties. Forests, 11: 564.
- Olmez, Z., F. Temel, A. Gokturk, Z. Yahyaoglu, 2007: Effects of sulphuric acid and cold stratification pretreatments on germination of pomegranate (*Punica granatum* L.) seeds, Asian J. Plant Sci., 6: 427–430.
- Pelc, S., K. Ptak, 2014: Development and structure of hawthorn seeds (*Crataegus* L.) from species occurring in Poland, Acta Soc. Bot. Pol., 50: 409–417.
- St Johns, S., 1983: Acid treatment of seeds of *Crataegus monogyna* and other *Crataegus* species, Comb. Proc. Int. Plant Propagators' Soc., 32: 203–205.
- Tutin, T. G., V. H. Heywood, N. A. Burges, D. M. Moore, D. H. Valentine, S. M. Walters, D. A. Webb, 1981: Flora Europaea, Volume 2, *Rosaceae* to *Umbelliferae*, 3rd edition, Cambridge University Press.

SAŽETAK

Vrste gloga (*Crataegus* Tourn. ex L.) su znane po njihovim pozitivnim medicinskim, ekološkim i ekonomskim svojstvima. Glavni cilj ovog istraživanja bio je definirati morfološke karakteristike ploda i sjemena te utjecaj skarifikacije sumpornom kiselinom (96%-tua koncentracija) različitog trajanja na sjeme tri vrste gloga (*C. crus-galli*, *C. monogyna*, *C. laevigata*). Utvrđene su statistički značajne razlike za sva mjerena morfološka svojstva ploda i sjemena. Najveću masu, duljinu i širinu ploda imala je *C. crus-galli*, a najmanju *C. monogyna*. Različita duljina trajanja skarifikacije sumpornom kiselinom (96%-tua koncentracija) primjenjena je na sjemenu *C. crus-galli* (150 i 210 min), *C. laevigata* i *C. crus-galli* (45, 75 i 105 min). Značajne razlike zabilježene su samo u odnosu na kontrolu. Debljina najtanjug dijela sjemene ljske bila je značajno smanjena u skarificiranom sjemenu *C. crus-galli* i *C. laevigata* za razliku od kontrole. Debljina najdebljeg dijela sjemene ljske bila je značajno smanjena samo kod sjemena *C. crus-galli* skarificiranom 210 minuta u odnosu na kontrolu. Shodno navedenome optimalno trajanje skarifikacije sjemena *C. crus-galli* trebalo bi biti 210 min. Rezultati dobiveni u ovom istraživanju doprinijet će boljem poznavanju morfologije i predsjetvenog tretmana sjemena nekih *Crataegus* vrsta koje se mogu koristiti u rasadničarskoj proizvodnji.

KLJUČNE RIJEČI: skarifikacija, dvostruka dormantnost sjemena, sjeme, *Crataegus monogyna*, *Crataegus laevigata*, *Crataegus crus-galli*

Šumarski radovi Josipa Kozarca

Tekst/foto: Lucija Vargović

Akademik Anić istaknuo rad šumara Kozarca

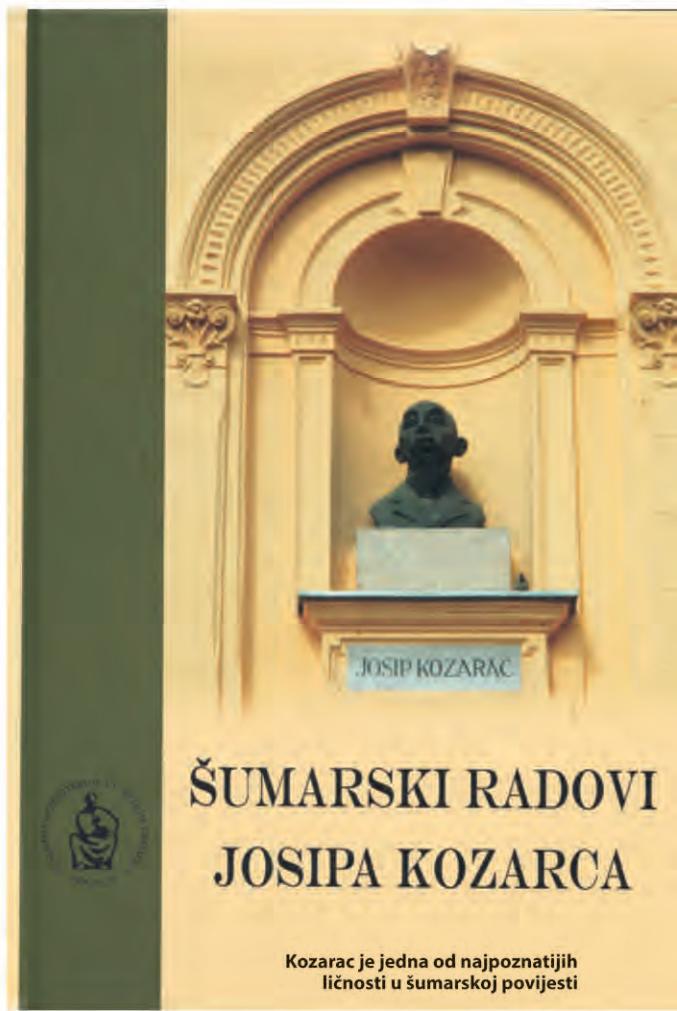
Knjiga koja će oduševiti širok krug čitatelja, od šumara do ljubitelja povijesti i filologije, ujedno doprinosi širokom radiusu od humanističkih do biotehnoloških znanstvenih grana.

Čitanje knjige Šumarski radovi Josipa Kozarca, autora akademika Igora Anića i dr. sc. Anice Bilić, otvara sasvim nove poglede na rad, ali i ličnost Josipa Kozarca. Po prvi su put sabrana Kozarčeva stručna djela koja podsjećaju na njegov kredibilitet šumarskog stručnjaka koji zbog širokih stručnih interesa, promišljanja, analitičnosti i kontinuirane inicijative za unapređenje gospodarenja šumama zaslužuje značajno mjesto u povijesti šumarstva. Nakladnik knjige je Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Centar za znanstveni rad u Vinkovcima, a prijeđlog zbirke Kozarčevih šumarskih radova seže u 1926. godinu i, srećom, do danas nije bio zaboravljen. Sakupljanje, prijepis, sistematiziranje i obradu radova započeo je Nikola Šegedi, stručni suradnik za šumarstvo u Centru, a posao su nastavili i završili urednici ove knjige I. Anić i A. Bilić uz pomoć suradnice Ksenije Petričić. Temelj za prikupljanje građe bio je zbornik „Josip Kozarac književnik i šumar“ iz 1988. godine autora Martina Kaminskog te izdanja Hrvatskoga šumarskoga društva posvećena Kozarcu.

Na 627 stranica objedinjeno je 88 radova objavljivanih od 1883. do 1906. godine na hrvatskom, njemačkom i mađarskom jeziku koji daju uvid u tadašnje gospodarenje šumama i metode koje je Kozarac implementirao u gospodarenje šumskim sastojinama. Oko 70 % Kozarčevih radova objavljeno je u Šumarskom listu, zatim u *Lugarskom viestniku*, mađarskom časopisu *Erdészeti lapok*, austrijskim *Österreichische Forst (und Jagd) Zeitung*, *Centralblatt für das Gesamte Forstwesen* te u časopisima *Dom i svjet*, *Vienac i Priroda*. Osim autorskih radova tu su i njegovi prijevodi inozemnih radova, te radovi na njemačkom i mađarskom koji su za ovu knjigu prevedeni na hrvatski jezik. Kozarac je pisao kritičke osvrte na domaće, ali i europske metode, politike upravljanja, načine gospodarenja, analize od ekonomskih do šumsko-uzgojnih, a uz to sve dodavao je i neke literarne crtice i pripovijetke, također objavljivane u stručnim glasilima. Već kao vježbenik pisao je stručne rasprave, a zanimljivo je kako se prva od njih odnosi na slatkovodno ribarstvo s kojim i započinje ovaj opus radova. Prijepis radova završava ilustriranim preslikama poznate pripovijetke Slavonska šuma, objavljene u časopisima *Vienac* i *Priroda*.

Posljednja poglavija knjige sadrže osvrte autora čija je analiza sabranih Kozarčevih radova itekako značajna i za danas aktualne probleme s kojima se šumarstvo susreće. Životopis Josipa Kozarca s aspekta Kozarca kao šumarskog stručnjaka, pripremio je akademik Anić u poglavljju Život i rad. Izdvojio je najvažnija povjesna događanja, pojasnio kontekst šumarstva te pomogao čitatelju da razumije zašto

Akademik Anić: „Čitajući šumarske rade Josipa Kozarca osjetit ćemo jednako zadovoljstvo kao i kod čitanja njegove beletristike. Jer u njima ima – osim strogo stručnih stavova – i poezije, i emocija, i humora. Naučit ćemo mnogo i o prirodi, ili će nam se u svijesti iskrystalizirati neke stvari koje smo i sami u šumi zapazili, ali nismo imali ni motivacije ni pisateljskih sposobnosti da ih zabilježimo, pa su one ostale kao nejasna slika u našoj podsvijesti.“



ŠUMARSKI RADOVI JOSIPA KOZARCA

Kozarac je jedna od najpoznatijih ličnosti u šumarskoj povijesti

CAPABILITIES OF USING UAVS TO DETERMINE FOREST ROAD EXCAVATION VOLUMES IN MOUNTAINOUS AREAS

SPOSOBNOSTI KORIŠTENJA UAV-OVA ZA ODREĐIVANJE VOLUMENA ISKOΠA ŠUMSKIH CESTA U PLANINSKIM PODRUČJIMA

Yılmaz TÜRK^{1*}, Harun CANYURT²

SUMMARY

Decision support systems based on spatial data are widely used in some countries for planning production activities in forestry and designing forest roads. In recent years, Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) have been playing an active role in the production of high resolution and accurate digital elevation models (DEMs) of forested areas. In the preparation of progress payments for forest road construction works, the workload is high, while the fee that has to be paid to the contractor company after the completion of the road construction is determined according to the final cost in the progress payment schedules. In this study, the applicability of UAV technology for determining forest road cut volume and land classification was investigated. A 640-meter section of the forest road coded 001 of Taşlıyayla Forest Management Sub-Directorate (Bolu/Türkiye) was examined in the study. Flights with an UAV (drone) were carried out in autonomous mode before and after the construction of the road examined in the study. In addition, in order to determine the amount of cut, measurements of the geometric characteristics of the road were made in the field after the road construction. As a result of the study, 2189 m³ cut volume was found with the UAV data with an average error of 3 cm. According to the field measurement results, the amount of cut was determined as 2080 m³. A difference of +5% was found between the UAV data and the field measurement results. In addition, using the JavaScript coding language on the Google Earth Engine platform, soil (46%) and loose soil (54%) land classification was identified from the orthophoto images. The obtained results reveal the usability of UAVs in determining forest road volumes.

KEY WORDS: UAVs, cut volume, forest roads, digital elevation model, Türkiye

INTRODUCTION

UVOD

Forest roads are important structures that provide transportation from the establishment stage of the forest to the production stage. Road planning and production activities are important elements of forestry activities (Abdi et al., 2009). Planning of forest roads is of great importance in order to carry out production processes efficiently, safely, comfortably and economically (Abeli et al., 2000; Aruga et al., 2005).

For a long time, the economic feasibility of forestry production works has been the main objective in the establishment and maintenance of forest road networks (Weston et al., 2004; Palmgren et al., 2004; Huang et al., 2006; Saari et al., 2007; Pentek et al., 2007; Demir, 2007; Acar and Ünver, 2007; Gümüş et al., 2008). However, recently, the use of new techniques (Wallace et al., 2016; Wilkinson et al., 2016; Akgül et al., 2017; Türk, 2019; Yurtseven et al. 2019; Türk et al., 2022; Eker, 2023) has led to the evaluation of

¹ Dr Yılmaz Türk, Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry, Duzce University, 81620 Duzce, Türkiye

² Harun Canyurt, Düzce University, Institute of Postgraduate Education, 81620 Düzce, Türkiye

* Corresponding author: Yılmaz Türk, yilmazturk@duzce.edu.tr

different factors. One of these techniques is the use of UAV systems on forest roads.

In some forestry studies, decision support systems based on spatial data and computer-aided decision support systems have been widely used. In order to use these new systems successfully and effectively, the topographical features of the forested areas should be represented in the computer in the way closest to reality with the help of DEMs. UAV systems can produce DEMs with high resolution and accuracy.

New generation image processing techniques have a significant impact on the widespread use of UAV platforms. The increasing use of the structure-from-motion (SfM) algorithm, which is considered as the development of photogrammetry, in the digital environment is of great importance in the development of UAV systems (Gülcü et al., 2021). High resolution DEMs and orthophotos can be easily created with many commercial or open source software programs based on SfM logic (Shervais, 2015; Wallace et al., 2016).

Globally, studies on forest roads using UAV systems have been increasing recently. Buğday (2018) found the cut and fill volumes of a forest road with UAV. Studies on UAV-based road surface deformation monitoring were carried out by Türk et al. (2019a), Türk et al. (2019b) and Eker (2023). In these studies, the amount of erosion and accumulation on the road surface was determined. Yurtseven et al. (2019) stated that in a point cloud-based study on forest road sur-

face modelling, the road surface models obtained with a terrestrial laser scanner and UAV were close to each other in terms of precision, and that UAV systems can be used in forest roads. In addition to UAVs, there are also studies on forest roads using terrestrial photogrammetry.

In the construction of forest roads, the most important component of road construction cost is cutting work (FAO, 1992). Cut earthworks constitute the largest economic item of the forest road construction cost. Therefore, accurate estimation of excavation volumes is important (Gümüş et al., 2003; Contreras et al., 2012). In the construction of a forest road, the determination of land classifications and the amount of cut is essential for the determination of the road construction cost and the correct calculation of the payment to be made to the contractor company (Acar and Karabacak, 2012).

In this study, the usability of UAV technology in determining forest road cut volume, the comparison of UAV and field measurement results, and the determination of land classifications from UAV images were investigated.

MATERIALS AND METHODS MATERIJALI I METODE

Study area – Područje istraživanja

Taşhyayla Forest Management Sub-Directorate, which was selected for the study area, is located within the borders of

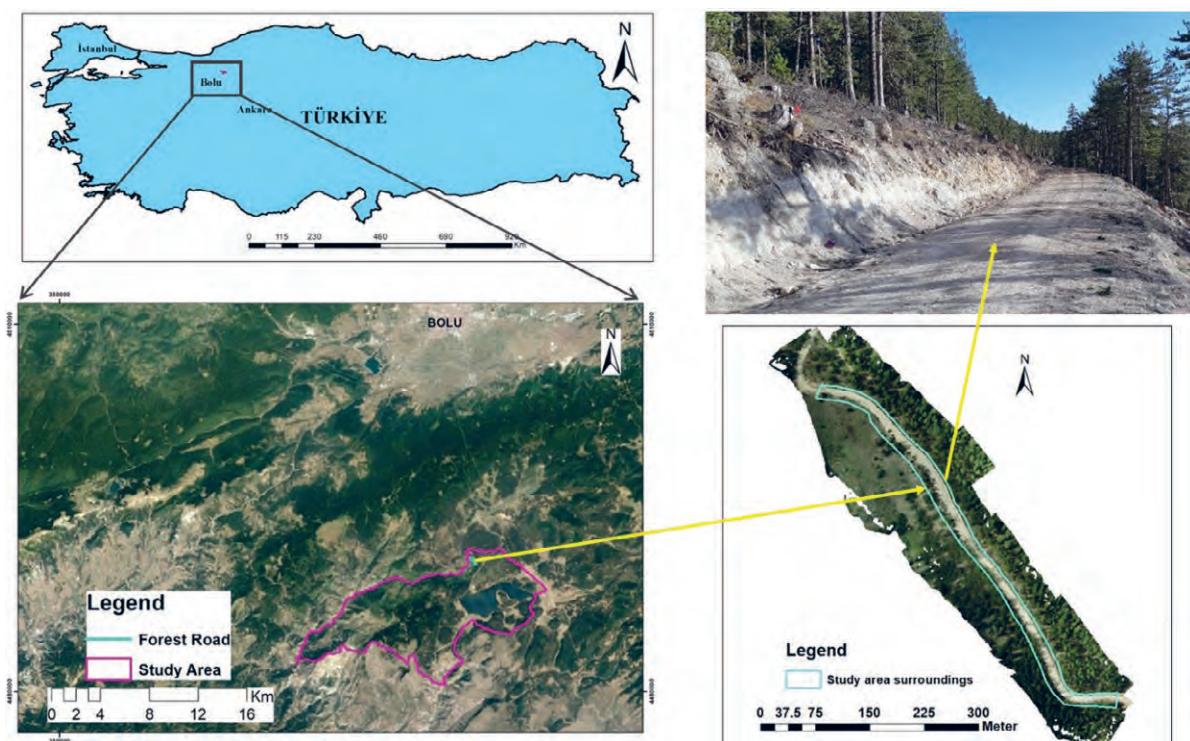


Figure 1. Study area and its surroundings

Slika 1. Područje istraživanja i njegova okolina

Bolu Province, Türkiye (Figure 1). Geographical coordinates are $31^{\circ} 27' 33''$ - $31^{\circ} 41' 57''$ to the east and $40^{\circ} 27' 55''$ - $40^{\circ} 34' 00''$ to the north. Within the scope of the study, 640 m of the secondary forest road, which is an unpaved road, was classified as a type B forest road with 5-m platform width according to Communiqué 292 in Turkey. The roads are used for secondary transport. The longitudinal slope of the road where the study was carried out is on average 2.19% and the dominant aspect is west. The average altitude of the study area is 1400 m. According to the climate data of the nearest meteorological station, the average annual temperature is 11.7°C and the average annual precipitation is 439 mm. The total size of Taşlıyayla Forest Management Sub-Directorate is 10310 ha, of which 7202 ha is forested area and 3108 ha is unforested area. The existing forest road length in the sub-directorate is 42 km and the density per hectare of forest roads in active use is 7.59 m/ha (Anonymous, 2018). The main tree species of the region are Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), Caucasian fir (*Abies nordmanniana* subsp. *Bornmülleriana* Mattf), sessile oak (*Quercus petraea*), and poplar (*Populus*).

Taking digital images with UAV system – Snimanje digitalnih slika pomoću UAV sustava

The basic steps of image acquisition with UAV are: pre-field preparation, preparation of flight plans, realisation of the flight with field work, and post-flight operations (Eker et al., 2018). In the pre-field preparation phase, some necessary preliminary information such as weather conditions and topography of the relevant area should be obtained before travelling to the field (Lindner et al., 2016; Eker et al., 2018).

In the study, the first flight was carried out on 17.04.2019 before the road construction and the second flight was

carried out on 13.09.2020 after the road construction. The first flight was performed with the DJI Mavic Pro model over the road construction area cleared of trees. The flight was planned adaptively to allow image acquisition with a fixed 1.5 cm local resolution and using UgCS 2.18.98 flight planning software. In this context, a flight plan with 75% front and side overlap was created at an altitude of 80 m AGL (above ground level) in relation to the DEM.

The second flight was performed with another UAV platform, the DJI Phantom 4 RTK system, after the road construction was completed, and the flight planning process was created with the DJI GS RTK application from the control of the DJI Phantom 4 RTK system. In this context, firstly, the DEM data of the site (SRTM DEM with 30 m resolution) and the vector data (in KML format) covering the boundaries of the flight area were transferred to the controller via SD card in Global Mapper software. Then, using these data, a topography-adaptive flight with 75% front and side overlap ratios and 100 m AGL was planned.

Before the flight of both UAV platforms in the field, 6 ground control points (GCPs) were selected on the road platform so that they would be clearly visible in the images to be taken with the UAV. In order to minimise the UAV errors and to obtain the closest data to the reality, the following procedure was conducted. The X, Y, and Z coordinates of each GCP established on the road platform with red spray paint in the TUREF TM33 coordinate system were measured horizontally and vertically by a CHCN X91 GNSS receiver (horizontal and vertical accuracy: <0.05 m RMS) with an error of 1-2 cm. When using the GNSS system, TUSAGA-Active (CORS-TR) system was used for accuracy correction. Figure 2 shows the locations of the GCPs. Flights were carried out after the completion of the land application of the GCPs to the terrain.

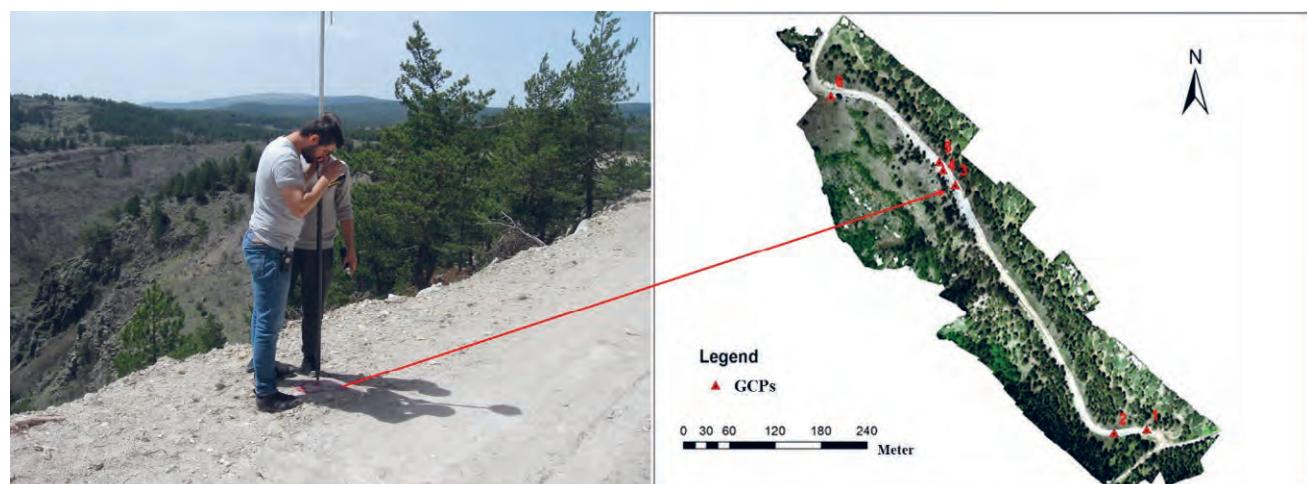


Figure 2. The GCPs were marked in the area and their coordinates were measured with RTK-GNSS receiver
Slika 2. GCP su označene na području i njihove koordinate su izmjerene RTK-GNSS prijemnikom

Processing of digital images taken by UAV – *Obrada digitalnih slika snimljenih UAV-om*

Agisoft Metashape Professional Version 1.5.2 software was used to process the images taken by the UAV and produce point clouds, DEMs and orthophoto images of high resolution and accuracy (Figure 3). The software was run on the Windows 10 64-bit operating system. While the accuracy level of the image orientation process was set as medium, the quality settings were selected as high for the other depth map generation and dense cloud generation stages. A 48 GB Intel® Xeon® CPU E5-1650 v3 @ 3.50GHz processor model and 4 GB AMD FirePro W5100 graphics card workstation were used for processing, visualisation and analysis of UAV data.

Since the first flight was flown by GNSS, the GCPs were defined, whereas in the second flight the GCPs were only used as control points to ensure the georeferencing error of the model. The outputs of the photogrammetric analysis of the images were dense point cloud data in LAS format, and DEMs and orthophotos in TIFF format. Then, all DEMs and orthophotos were reduced to the same size by using vector data representing the study area in SHP format to ensure spatial consistency in the analyses. In addition, since there is forest cover outside the road construction area, the DEMs and orthophotos were produced without vegetation cover by performing ground classification (Classify Ground Point) in Agisoft software after the dense cloud generation stage in order to calculate the material volume more accurately (Figure 4).

Determination of geometric properties of the road – *Određivanje geometrijskih svojstava ceste*

After the construction of the road examined in the study was completed, measurements were made related to the geometric properties of the road. These include: longitudinal slope of the road, road width, and width, height and slope of the cut slope. In addition, land classes were also observed and the determined classification was noted in %. Measurements and observations were made at 20 m intervals on the road cross section. The obtained data were recorded in the field report prepared in advance. Clinometer, laser meter and lath were used in the measurements related to the road. The other method used to determine land classes was performed on the Google Earth Engine platform (Figure 5) using JavaScript coding language. The orthophoto image produced from the second flight data was utilised on the platform.

The Google Earth Engine platform offers the possibility to obtain satellite images more easily (Xiong et al., 2017). In addition, it allows the data to be processed in the cloud base and allows easier data to be obtained from high-capacity images on the petabyte scale. In addition, it allows the use of JavaScript and Python coding languages (Agapiou, 2017). The interface of the platform has areas where work files are kept and processed and the result files are stored, and it works in connection with the platform where the result files are stored (Tamiminia et al., 2020).

The obtained image was classified with random forest (RF). RF is the most preferred method in decision trees in general. It is also highly preferred in remote sensing and is

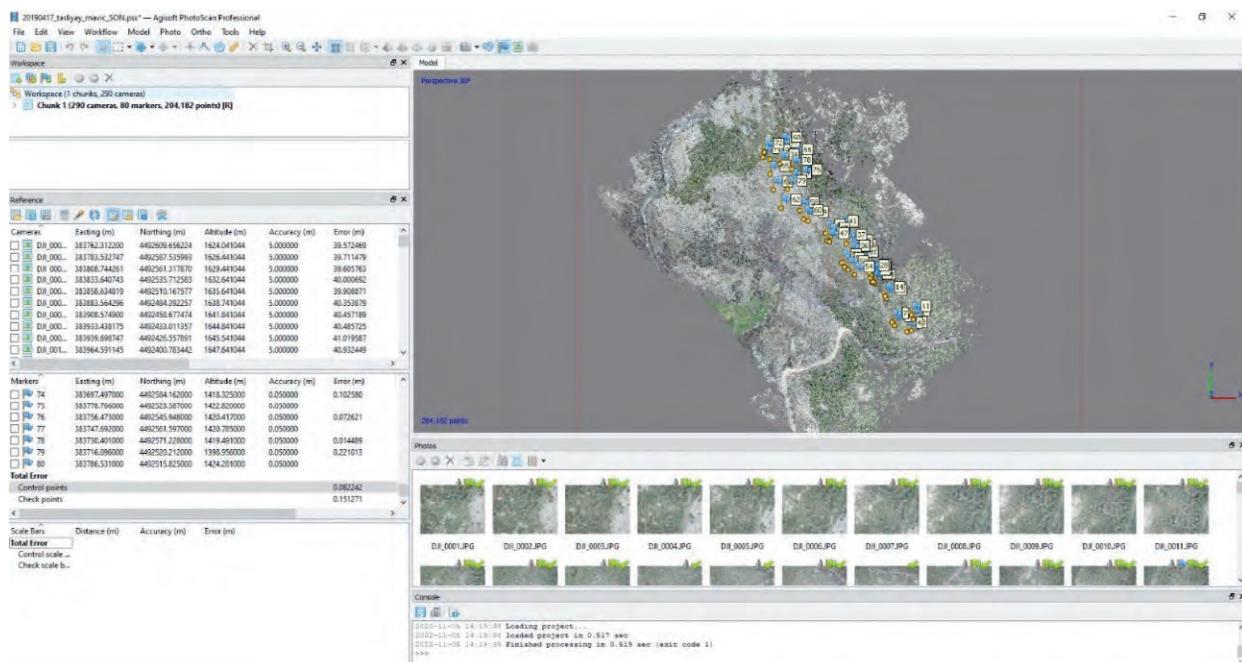


Figure 3. Data processing in Agisoft Photoscan Professional version 1.5.2 software

Slika 3. Obrada podataka u softveru Agisoft Photoscan Professional, verzija 1.5.2

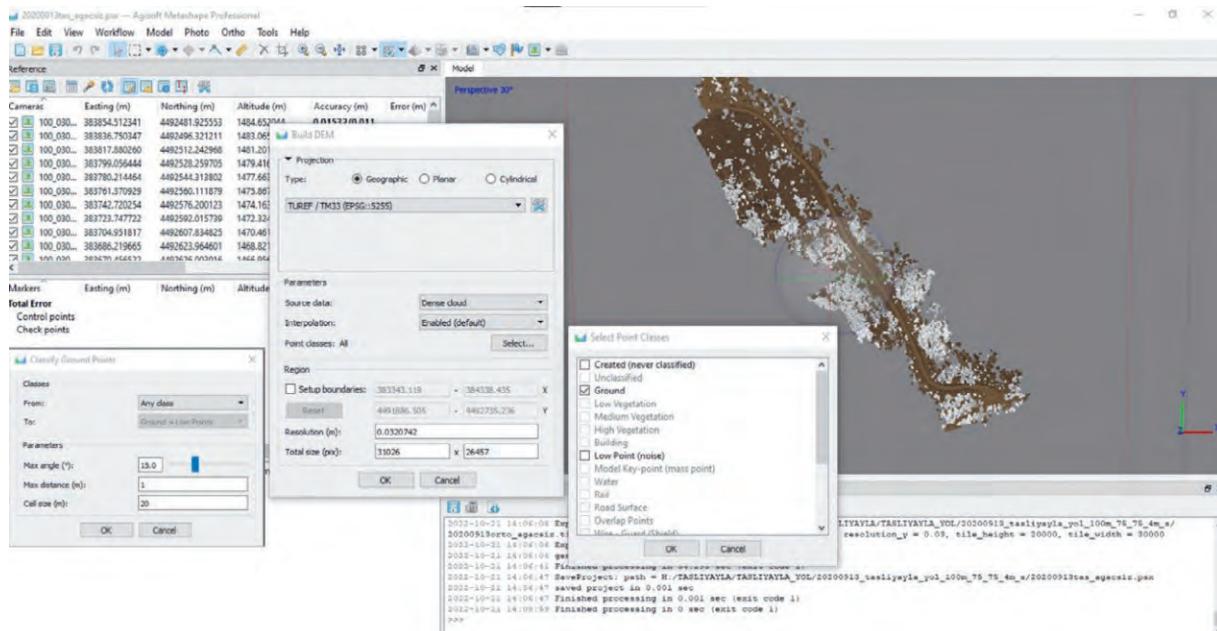


Figure 4. Ground classification in Agisoft Photoscan Professional version 1.5.2 software

Slika 4. Klasifikacija tla u softveru Agisoft Photoscan Professional, verzija 1.5.

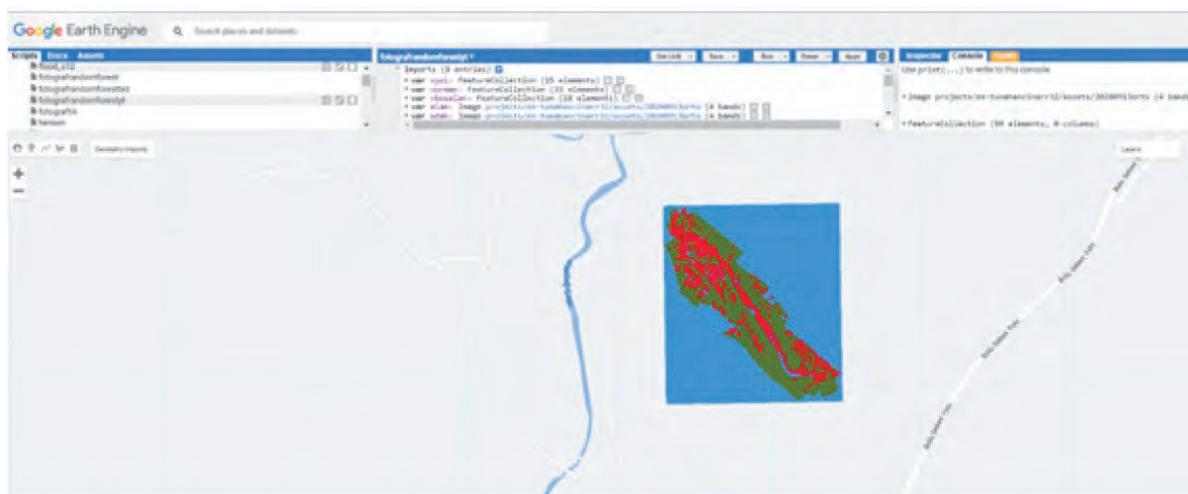


Figure 5. Google Earth Engine platform interface

Slika 5. Sučelje platforme Google Earth Engine

widely used in pixel-based classification in forested areas (Breiman 1999; Breiman 1996). The RF algorithm is based on the Gini index. The Gini index measures the purity of an attribute with respect to classes, and for a given training set T , a random selection of pixels is said to belong to class C_i and C_j . The Gini index was formulated as follows:

$$\Sigma \sum_{j \neq i} (f(C_i, T) / |T|) (f(C_j, T) / |T|) \quad (1)$$

In the formula, $(f(C_i, T) / |T|$) is the probability that the selected states belong to C_i , while $(f(C_j, T) / |T|$, which is a different case shown in the formula, shows the probability of belonging to C_j . Due to this situation, each different situation selected is subjected to different classes within itself (Breiman et al., 1984; Pal, 2005).

In the accuracy assessment phase, kappa analysis was used. Kappa analysis is among the most widely used techniques for accuracy assessment (Foody, 2020). Kappa analysis gives the kappa (κ) estimate, which is a measure of agreement and accuracy, and is applied at the stage of obtaining accuracy information about the analysis (Congalton, 1991; Rwanga and Ndambuki, 2017). The formula applied in the kappa analysis was as follows:

$$\kappa = \Pr(a) - \Pr(e) / (1 - \Pr(e)) \quad (2)$$

In the formula, $\Pr(a)$ is defined as the proportion of two observed matches or total accuracy, while $\Pr(e)$ is defined as the probability of this match occurring randomly, i.e., of random accuracy (Gwet, 2001; Sim and Wright, 2005; Gwet, 2010).

Determination of cut volume – Određivanje volumena usjeka

Determination of cut volumes from UAV data - Određivanje volumena usjeka pomoću podataka UAV-a

In the study, the DEM differences method was used to determine the cut volume. In this process, the DEM is applied by subtracting the value of each pixel (in the DEM, this value is the height above sea level) that constitutes the DEM data produced in raster format from the value of the overlapping pixel in the other DEM in the time series. DEM differences were subtracted from the second flight based on the first flight data (Figure 6).

The boundaries of the study area were cut and subtracted from the generated DEM difference data. Then, the volume

and area of the cut was determined. For the determination of volume and area, a plug-in in the form of a toolbox was designed within the ArcMap module of ArcGIS software with Python programming language (Türk et al., 2022).

From the generated algorithm difference data, the accumulated volume and area were calculated for all pixels with positive difference values and the eroded volume and area were calculated for all pixels with negative values (Figure 7-a). The algorithm saved the volume and area information as a text file (.txt extension) defined as workspace. In the text file, the lower (0.93 m) and upper limit (2.75 m) values were determined according to the cut slope heights (Figure 7-b). In addition, areal and volumetric maps were created by classifying the cut and fill of the road separately with

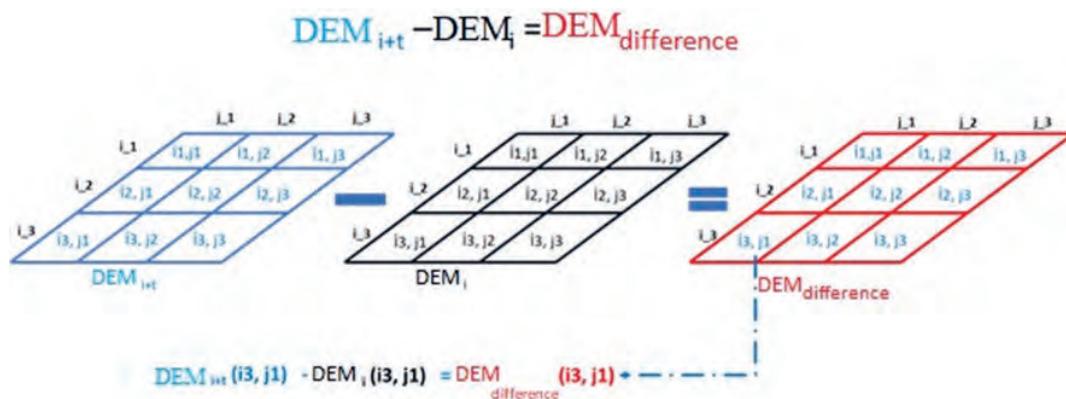


Figure 6. DEM difference data generation

Slika 6. Generiranje DEM podataka razlike

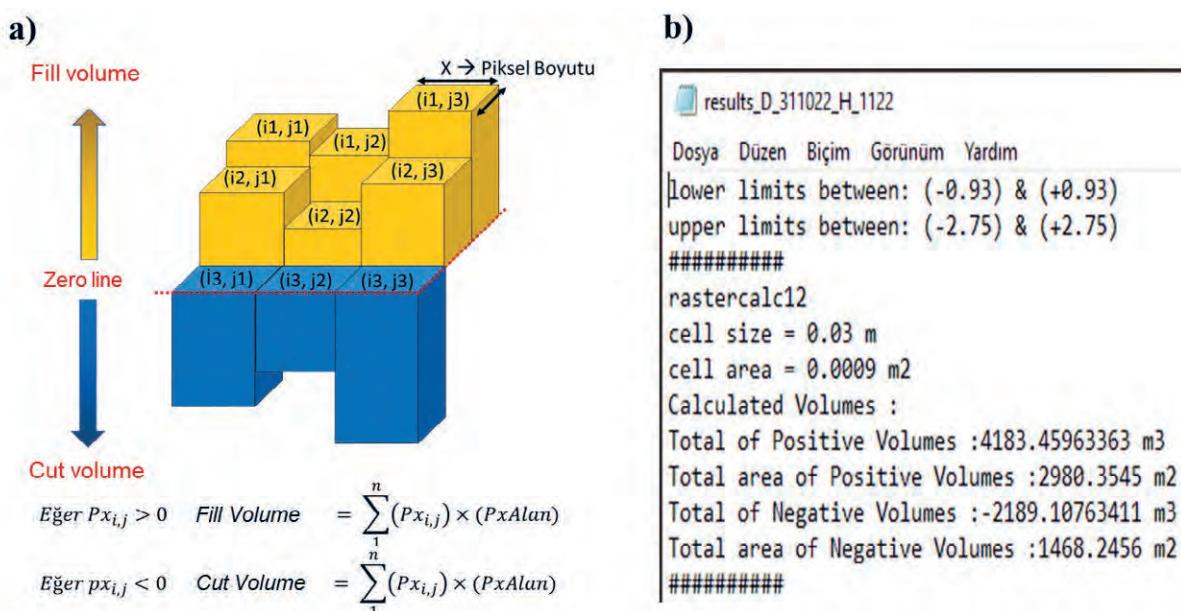


Figure 7. Analyses for the determination of cut and fill volume: a) Obtaining cut and fill volumes and areas from DEM difference data, b) Text file of toolbox output

Slika 7. Analize za određivanje volumena usjeka i nasipa: a) Dobivanje volumena i površina usjeka i nasipa iz DEM podataka razlike, b) Tekstualna datoteka s izlaznim podacima



Figure 8. Measurement of cut slope width and height

Slika 8. Mjerenje širine i visine usjeka

ArcGIS software. The orthophoto image produced from the flight data after the road construction was completed and used to determine the land classes.

Determination of cut volume from field measurements – *Određivanje volumena usjeka pomoću terenskih mjerena*

In the study, measurements were made to determine the cut, since the knowledge of the cut volume and land classifications are the most important components of the road construction cost. In the study area, profile points were marked on the road surface every 20 m from the starting point of the road. Taking into account the right triangle calculation, at the marked profile points, the cut width of the road (a) was measured with a laser meter and the cut slope height (h) was measured with a lath (Figure 8). While determining the cut width, the part of the road remaining in the cut, in other words, the part where the cut ends and the

fill begins, was taken into consideration. In line with the obtained data, the areas of each profile were found by using the triangular area calculation (Figure 9). Then, the average area of the two profiles was multiplied by the intermediate distance (20 m) to calculate the volume between the two profiles. In addition, the average ditch volume between each profile ($0.18 \text{ m}^2 * 20 = 3.6 \text{ m}^3$) was added to this amount calculated in accordance with the Communiqué No. 292 of the General Directorate of Forestry of Türkiye.

RESULTS AND DISCUSSION

REZULTATI I DISKUSIJA

Findings on forest road characteristics and digital elevation modelling – *Rezultati karakteristika šumskih cesta i digitalnog modeliranja elevacije*

Findings related to some geometrical properties of the road examined in the study are given in Table 1. When Table 1 is considered; the longitudinal slope of the road, which also has a negative slope, was measured as 2.19% on average, while maximum slope was 8.15%, minimum slope -0.2% and the road width 5.23 m on average. The average length of the cut slope was 3.53 m, the average height was 1.70 m and the gradient was 67%. Apart from these, soil classes were also observed and it was determined that approximately 48% of the road consisted of soil and 52% of the road consisted of loose soil. Figure 10 shows the land classes in the orthophoto and field images of the forest road examined in the study. In order to obtain more accurate results in the determination of soil classes, JavaScript coding language was used on the Google Earth Engine platform by utilising the orthophoto image. According to these results, 46% of the cut slope was determined as soil (0.04591 ha) and 54% as loose soil (0.05482 ha). The results are in close agreement with the field observations. In addition, the ve-

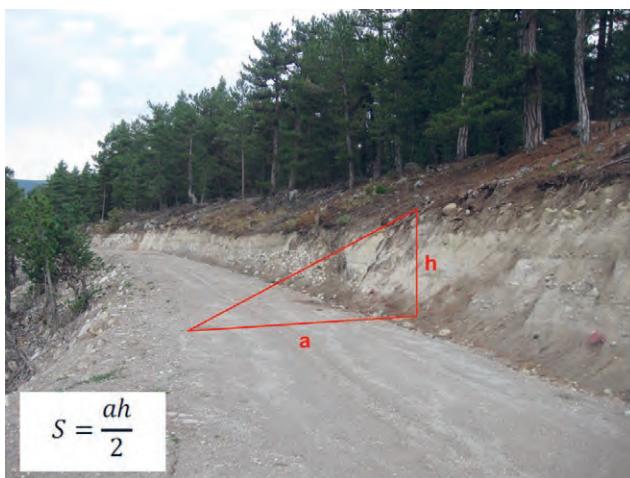


Figure 9. Triangular area formula for calculation of excavation area

Slika 9. Formula površine trokuta za izračun površine iskopa

gation on the slope was determined as 0.002 ha in the classification. In the accuracy assessment phase of the classification, the overall accuracy coefficient was 89.09 and the kappa coefficient was 0.86. The agreement power of the values is very high (0.81-1.00). Figure 11 shows the land classes map.

The images obtained from the flights in the study area were geo-referenced and a point cloud was created with the SfM algorithm. Then, the DEMs and orthophotos of the road were produced (Figure 12 and Figure 13). According to the first flight results, the DEMs and orthophotos were obtained with 10 cm and 5 cm resolution, respectively. Accor-

Table 1. Findings related to some geometrical properties of the road and land classes

Tablica 1. Rezultati vezani uz odredena geometrijska svojstva cesta i klasa zemljišta

Profile No Profil Br.	Intermediate Distance – Srednja udaljenost (m)	Longitudinal Slope of the Road – Uzdužni nagib ceste (%)	Road Width – Širina ceste (m)	Width of the Cut Slope – Širina usjeka (a) (m)	Height slope of the Cut Slope – Visinski nagib usjeka (h) (m)	Slope of the Cut Slope – Nagib usjeka (%)	Soil – Tlo (%)	Loose soil – Rahlo tlo (%)
1	–	-1.20	5.27	3.84	1.7	68	–	–
2	20	-7.20	5.158	3.84	2.12	69	45	55
3	20	-4.6	5.088	3.20	1.65	62	40	60
4	20	-1.10	5.157	3.23	1.32	65	50	50
5	20	-0.90	5.849	3.66	1.78	66	45	55
6	20	-0.55	5.52	3.57	2.28	69	55	45
7	20	0.55	5.41	3.34	1.95	70	50	50
8	20	1.85	5.104	3.91	2.08	68	40	60
9	20	2.65	5.267	3.34	1.95	67	40	60
10	20	5.30	5.294	3.52	1.85	71	50	50
11	20	3.35	5.109	3.86	1.69	70	40	60
12	20	1.20	5.465	3.59	1.47	69	60	40
13	20	2.10	5.303	3.75	1.74	70	50	50
14	20	2.45	5.36	3.81	1.71	63	45	55
15	20	2.40	5.164	3.79	1.72	65	60	40
16	20	2.95	5.113	3.41	1.55	64	45	55
17	20	1.95	5.461	3.41	1.91	68	40	60
18	20	5.60	5.364	3.66	1.78	63	30	70
19	20	8.15	5.078	3.81	1.71	71	40	60
20	20	3.50	5.77	4.30	2.45	70	40	60
21	20	4.40	5.189	3.83	2.75	68	50	50
22	20	4.60	5.279	3.54	1.84	72	45	55
23	20	4.20	5.234	3.36	1.94	69	60	40
24	20	5.85	5.14	3.58	1.82	70	70	30
25	20	5.85	5.192	3.64	1.79	68	60	40
26	20	2.55	5.117	3.75	1.74	67	50	50
27	20	7.90	5.406	3.32	1.59	65	60	40
28	20	3.45	5.057	3.25	1.31	68	40	60
29	20	0.95	5.034	3.05	1.12	64	50	50
30	20	1.45	5.107	2.97	0.93	65	45	55
31	20	0.75	4.842	3.35	1.02	64	50	50
32	20	-0.20	4.921	2.91	0.95	67	40	60
33	20		4.85	2.91	0.95	66	45	55
Average Prosjek		2.19	5.23	3.53	1.70	67	48	52



Figure 10. Land class status of the study area in orthophoto (a) and in the field (b)
Slika 10. Status klase zemljišta na području istraživanja na ortofoto snimku (a) i na terenu (b)

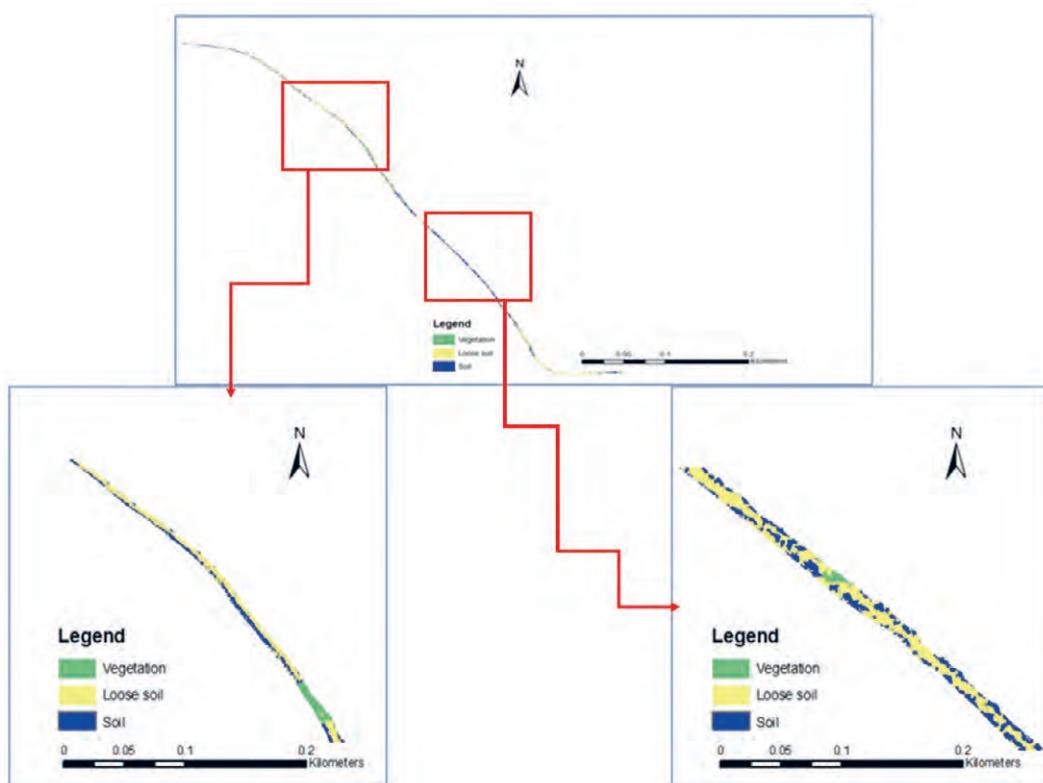


Figure 11. Map of land classes
Slika 11. Karta klasa zemljišta

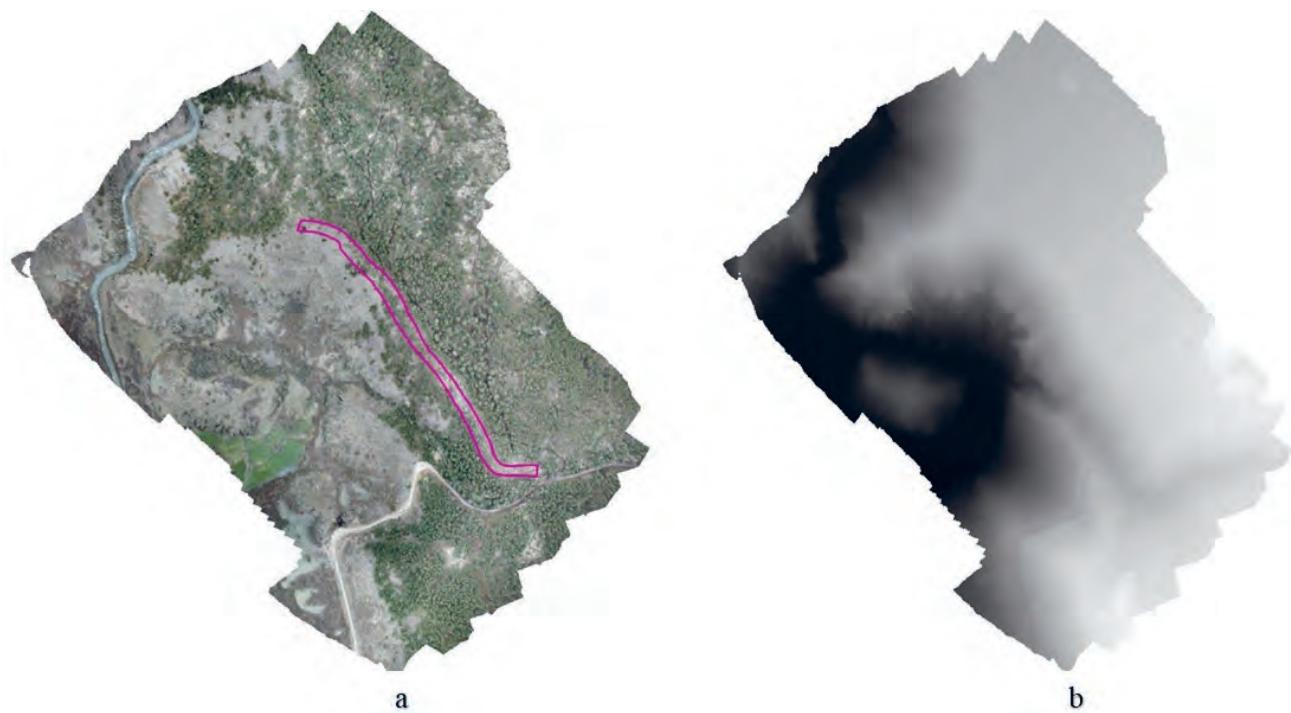


Figure 12. Orthophoto (a) and DEM data (b) of the study area before the road was constructed
Slika 12. Ortofoto (a) i DEM podaci (b) područja istraživanja prije izgradnje ceste



Figure 13. Orthophoto (a) and DEM data (b) of the study area after road construction
Slika 13. Ortofoto (a) i DEM podaci (b) područja istraživanja nakon izgradnje ceste

ding to the results of the second flight, the DEMs and orthophotos were produced with 3 cm and 1.5 cm resolution, respectively. At the beginning and end points of the road before the forest road was constructed, the lowest land ele-

vation was 1417 m and the highest land elevation was 1428 m in the DEM. After the forest road was constructed, the lowest land elevation was found to be 1417 m and the highest land elevation was found to be 1431 m in the DEM.

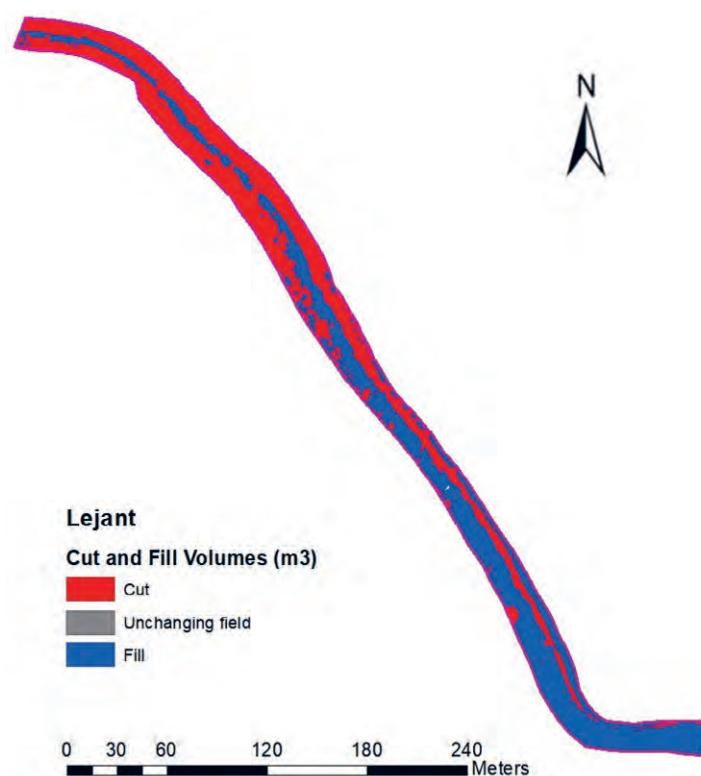


Figure 14. Volumetric cut and fill map of the UAV

Slika 14. Volumetrijska karta usjeka i nasipa pomoću UAV-a

In order to determine the image accuracy, the error rates of the UAV time series GCP Z differences were also investigated in the study. For this purpose, the Z values of the GCP points that were fixed in nature (tree roots, rocks, etc.) were utilised. The amount of error in the DEMs produced using UAVs was analysed by examining the differences between the fixed points of the GCPs. As a result of the analysis, the average error of the DEMs was found to be 3 cm.

Findings related to cut volumes – *Rezultati vezani uz volumene usjeka*

Findings on volumes obtained from UAV data – *Rezultati volumena dobiveni pomoću podataka UAV-a*

According to the results obtained from the UAV data in the study; 2189 m^3 cut and the cut area were calculated as 1468 m^2 (Figure 14).

There are limited studies on the determination of cut volume with UAV (Akgül et al., 2017; Anurogo et al., 2017). Gülcü and Kilinç (2018) evaluated soil pile volume measurements with UAV, and as a result of the study, a 38.56 m^3 volume was found, while the difference between total station measurement was 1.94 m^3 . Generally, there are studies on the deformation of forest roads using UAV and terrestrial photogrammetry in the literature. This and other studies have shown that UAVs can play an important role

in volume calculations on forest roads. In addition, land classes, which are important in determining the progress payment costs, were easily determined with UAV data in this study.

Findings on volumes obtained from field measurements – *Rezultati volumena dobiveni terenskim mjerjenjima*

According to the results of the field measurements, the average profile area of the road was 3.23 m^2 and the total cut volume was 2080 m^3 , of which 996 m^3 was soil and 1084 m^3 was loose soil (Table 2).

Findings on the comparison of cut volume data – *Rezultati usporedbe podataka o volumenu usjeka*

When the cut volume data after the forest road construction were compared, the cut volume calculated from the UAV flight data was found to be 2189 m^3 and the cut volume calculated from the field measurements was found to be 2080 m^3 . It was determined that there was a difference of 110 m^3 between the amount calculated as a result of the flights performed by UAV and the amount calculated by using field measurement data. The UAV results were about 5% higher than the field measurement results. It is estimated that this difference is small enough to be insignificant in forest road volumetric studies and that the reason for this difference may be human errors in field measurements.

Table 2. Findings related to excavation area and volume

Tablica 2. Rezultati vezani uz površinu i volumen iskopa

Profile No Profil br.	Intermediate Distance – Srednja udaljenost (m)	Cut Area – Područje usjeka (m ²)	Average Cut area of Two Profiles – Prosječna površina usjeka dvaju profilu (m ²)	Cut Volume – Volumen usjeka (m ³)	Soil Amount – Količina tla (m ³)	Soil Loose Amount – Količina rahlog tla (m ³)
1	–	3.44	–	–	–	–
2	20	4.25	3.845	76.9	34.605	42.295
3	20	2.82	3.535	70.7	28.28	42.42
4	20	2.31	2.565	51.3	25.65	25.65
5	20	3.44	2.875	57.5	25.875	31.625
6	20	4.25	3.845	76.9	42.295	34.605
7	20	3.44	3.845	76.9	38.45	38.45
8	20	4.25	3.845	76.9	30.76	46.14
9	20	3.44	3.845	76.9	30.76	46.14
10	20	3.44	3.44	68.8	34.4	34.4
11	20	3.44	3.44	68.8	27.52	41.28
12	20	2.82	3.13	62.6	37.56	25.04
13	20	3.44	3.13	62.6	31.3	31.3
14	20	3.44	3.44	68.8	30.96	37.84
15	20	3.44	3.44	68.8	41.28	27.52
16	20	2.82	3.13	62.6	28.17	34.43
17	20	3.44	3.13	62.6	25.04	37.56
18	20	3.44	3.44	68.8	20.64	48.16
19	20	3.44	3.44	68.8	27.52	41.28
20	20	5.45	4.445	88.9	35.56	53.34
21	20	5.45	5.45	109	54.5	54.5
22	20	3.44	4.445	88.9	40.005	48.895
23	20	3.44	3.44	68.8	41.28	27.52
24	20	3.44	3.44	68.8	48.16	20.64
25	20	3.44	3.44	68.8	41.28	27.52
26	20	3.44	3.44	68.8	34.4	34.4
27	20	2.82	3.13	62.6	37.56	25.04
28	20	2.31	2.565	51.3	20.52	30.78
29	20	1.89	2.1	42	21	21
30	20	1.56	1.725	34.5	15.525	18.975
31	20	1.89	1.725	34.5	17.25	17.25
32	20	1.56	1.725	34.5	13.8	20.7
33	20	1.56	1.56	31.2	14.04	17.16
	640	3.23	3.25	2079.8	995.95	1083.86

CONCLUSION ZAKLJUČCI

In this study, the amount of forest road cut and land classes, which are important in determining unit prices in forest road construction, were determined by UAV and field measurements, and the usability of UAV was investigated by comparing the two different methods. A total of two flights were carried out before (April 2019) and after (September 2020) the construction of the forest road examined in the study.

According to the UAV flight data and field measurement results, the total cut volume was found to be 2189 m³ by

UAV and 2080 m³ by field measurement. There is a difference of +5% between the UAV data and the currently used method (field measurement). Since this difference is negligible, it validates the usability of the UAV. In addition, land classes were also easily identified from the orthophoto images produced. Google Earth Engine platform was used for the first time in the determination of forest road land classes and gave successful results. In similar studies, this platform should be used by integrating with UAV data.

Determining the amount of cut in forest road construction is time-consuming and labour-intensive in terms of land

measurements. In addition, the experience of the personnel making measurements on the field is important. The results of this study show that negative experiences can be eliminated with the use of UAVs.

In this study, as an alternative to the traditional cut amount determination method, the amount of excavation in forest road construction was determined with UAV. In order to calculate the amount of cut of forest roads with UAV, the stand must be removed from the area before the road construction is started. Otherwise, it should be taken into consideration that flight difficulties and problems in image capture may occur. If it is not possible to remove the stand in the construction area before road construction, more accurate DEM data can be obtained by changing the UAV camera (LIDAR camera) even if there is forest cover.

ACKNOWLEDGMENTS

ZAHVALA

This study was part of the master's thesis entitled "Determination of Forest Road Cut and Fill Volumes with Unmanned Aerial Vehicle (A Case Study in the Bolu-Taşlıyayla)" prepared for the Duzce University Institute of Science and Technology, Department of Forest Engineering. We are very grateful to the Duzce University Scientific Research Projects Commission Presidency and we would like to thank them for supporting this study (Project No. 2021.02.02.1174).

REFERENCES

LITERATURA

- Abeli, W.S., Meiludie, O., Kachwele, R, 2000: Road Alignment and Gradient Issues in the Maintenance of Logging Roads in Tanzania, International Journal of Forest Engineering, 11(2): 22-29., Minnesota
- Acar, H.H., S. Unver, 2007: Evaluation and Grading of Existing Forest Roads, Turk J For Eng., 44: 37-38.
- Acar, H. H., M. Karabacak, 2012: The investigation of approximate cost and progress payment for forest road building in Lakes Region of Turkey, Turkish Journal of Forestry, 13(1): 21-27, Is-parta
- Agapiou, A. 2017: Remote sensing heritage in a petabyte-scale: Satellite data and heritage Earth Engine applications, International journal of digital earth, 10(1): 85-102
- Akgül, M., H. Yurtseven, S. Akburak, M. Demir, , H. K. Cigizoglu, , T. Öztürk, M. Ekşi, A. O. Akay, 2017: Short term monitoring of forest road pavement degradation using terrestrial laser scanning, Measurement, 103: 283–293
- Anonymous, 2018: Taşlıyayla Forest Management Chief's Functional Forest Management Plan, Seben Forest Management Directorate, Seben
- Anurogo, W, M.Z. Lubis, Khoirunnisa, H., Pamungkas, D.S., Hanafi, A., Rizki, F., Surya, G., Situmorang, A.D.L., Timbang, D., Sihombing, P.N., Lukitasari, C.A., Dewanti, N.A., 2017: A Simple Aerial Photogrammetric Mapping System Overview and Image Acquisition Using Unmanned Aerial Vehicles (UAVs), Geospatial Information, 1(1): 11-18.
- Aruga, K., J. Sessions, A.E. Akay, 2005: Heuristic Planning Techniques Applied to Forest Road Profiles, Journal of Forest Research, 10(2): 83-92
- Breiman, L., 1996: Bagging predictors, Machine Learning, 26: 123-140
- Breiman, L., 1999: Random forests—random features, Technical Report 567, Statistics Department, University of California, Berkeley
- Breiman, L., J.H. Friedman, R.A. Olshen, C.J. Stone, 1984: Classification and Regression Trees, Monterey, CA: Wadsworth
- Bugday, E., 2018: Capabilities of using UAVs in forest road construction activities, European Journal of Forest Engineering, 4(2): 56-62
- Congalton, R. G., 1991: A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. Remote Sensing of Environment, 37: 35-46
- Contreras, M., P. Aracena, W. Chung, 2012: Improving accuracy in earthwork volume estimation for proposed forest roads using a high resolution digital elevation model, Croatian Journal of Forest Engineering, 33(1): 125-142.
- Demir, M., 2007: Impacts, Management and Functional Planning Criterion of Forest Road Network System in Turkey, Transportation Research Part A: Policy and Practice, 41(1): 56-68.
- Eker, R., A. Aydin, J. Hübl, 2018: Unmanned aerial vehicle (UAV)-based monitoring of a landslide: Gallenzerkogel landslide (Ybbs-Lower Austria) case study, Environmental Monitoring and Assessment, 190(1): 28
- Eker, R., 2023: Comparative use of PPK-integrated close-range terrestrial photogrammetry and a handheld mobile laser scanner in the measurement of forest road surface deformation, Measurement, 206, 112322: 281-290.
- FAO, 1992: Cost control in forest harvesting and road construction, FAO Forestry Paper 99, Rome.
- Foody, G. M., 2020: Explaining the unsuitability of the kappa coefficient in the assessment and comparison of the accuracy of thematic maps obtained by image classification, Remote Sensing of Environment, 239: 111630.
- Gülcü, S., G. Kılınç, 2018: Assessment Of Drone-Assisted Soil Stockpile Volume Measurement, International Academic Research Congress, 30 Oct-03 Nov. 2018.
- Gülcü, S., H. Yurtseven, M. Akgül, 2021: Assessment of Pre-Flight Block Planning For Lowcost Unmanned Air Vehicles, Turkish Journal of Forest Science, 5(1): 114-126.
- Gümüş, S., H.H. Acar, M. Tunay, A. Ateşoğlu, 2003: Calculation of cut and fill volumes by GIS in forest road projecting, XII World Forestry Congress, Quebec City, Canada (21-28).
- Gümüş, S., H.H. Acar, D. Toksoy, 2008: Functional Forest Road Network Planning by Consideration of Environmental Impact Assessment for Wood Harvesting, Environ-mental Monitoring and Assessment, 142(1-3): 109-119.
- Gwet, K., 2001: Statistical Tables for Inter-Rater Agreement. Gaithersburg: StatAxis Publishing.
- Gwet, K., 2010: Handbook of inter-rater reliability. Gaithersburg, MD: STATAxis Publishing Company, 223-246.
- Huang, B., L. Yao, K. Raguraman, 2006: Bi-Level GA and GIS for Multi Objective TSP Route Planning, Transportation Planning and Technology, 29(2): 105-124.

- Lindner G., K. Schraml, R. Mansberger, J. Hübl, 2016: UAV monitoring and documentation of a large landslide, *Applied Geomatics*, 8(1): 1-11.
- Pal, M., 2005: Random forest classifier for remote sensing classification, *International journal of remote sensing*, 26(1): 217-222.
- Palmgren, M., M. Ronnqvist, P. Varbrand, 2004: A Near-Exact Method for Solving the Log-Truck Scheduling Problem, *International Transactions in Operational Research*, 11(4): 447-464.
- Pentek, T., D. Picman, I. Potocnik, P. Dvorscak, H. Nevecerel, 2007: Analysis of an Existing Forest Road Network, *Croatian Journal of Forest Engineering*, 26(1): 39-50.
- Rwanga, S. S., J.M. Ndambuki, 2017: Accuracy assessment of land use/land cover classification using remote sensing and GIS, *International Journal of Geosciences*, 8(04), 611.
- Saari, A., M. Lettenmeier, K. Pusenius, E. Hakkarainen, 2007: Influence of Vehicle Type and Road Category on Natural Resource Consumption in Road Transport, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 12(1): 23-32.
- Shervais, K., 2015: Structure from Motion, Introductory Guide, Erişim 27 Temmuz 2016, <<https://www.unavco.org/education/resources/educational-resources/lesson/field-geodesy/module-materials/sfm-intro-guide.pdf>>.
- Sim, J., C.C. Wright, 2005: The kappa statistic in reliability studies: use, interpretation, and sample size requirements, *Physical therapy*, 85(3): 257-268.
- Tamiminia, H., B. Salehi, M. Mahdianpari, L. Quackenbush, S. Adeli, B Brisco, 2020: Google Earth Engine for geo-big data applications: A meta-analysis and systematic review, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 164: 152-170.
- Türk, Y., 2019: Forest road design with cad software: a case study in the western black sea region of Turkey, *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(3): 1743-1751.
- Türk, Y., A. Aydin, R. Eker, M. Bodur, 2018: Evaluation of UAV Usage Possibility in Determining the Environmental Impacts of Construction Activities of Forest Roads: Preliminary Results, *International Ecology 2018 Symposium* (ss. 469).
- Türk, Y., F. Boz, A. Aydin, R. Eker, 2019a: Evaluation of UAV usage possibility in determining the forest road pavement degradation: preliminary results, *3rd International Engineering Research Symposium* (630-633).
- Türk, Y., A. Aydin, R. Eker, 2019b: Effectiveness of open top culverts in forest road deformations: preliminary results from a forest road section, *2nd International Symposium of Forest Engineering and Technologies* (147-152).
- Türk, Y., H. Canyurt, E. Remzi, A. Aydin, 2022: Determination of forest road cut and fill volumes by using unmanned aerial vehicle: A case study in the Bolu-Taşlıyayla, *Turkish Journal of Forestry Research, Special Issue*, 97-104.
- Wallace, L., A. Lucieer, Z. Malenovské, D. Turner, P. Vopěnka, 2016: Assessment of forest structure using two UAV techniques: a comparison of airborne laser scanning and structure from motion (SfM) point clouds, *Forests*, 7: 1-16.
- Weston, S., P. Geo, D. Reeve, 2004: Forest road assessment Cougar Lake, Madrone Environmental Services Ltd.
- Wilkinson, M. W., Jones, R. R., Woods, C. E., Gilment, S. R., McCaffrey, K. J. W., Kokkalas, S., Long, J. J. (2016). A comparison of terrestrial laser scanning and structure-from-motion photogrammetry as methods for digital outcrop acquisition. *Geosphere*, 12(6), 1865-1880.
- Xiong J, PS. Thenkabail, J.C. Tilton, M.K. Gumma, P. Teluguntla, A. Oliphant, R.G. Congalton, K. Yadav, N. Gorelick, 2017: Nominal 30-m cropland extend map of continental Africa by integrating pixel-based and object-based algorithms using Sentinel-2 and Landsat-8 data on Google Earth Engine, *Remote Sensing*, 9(10): 1065.
- Yurtseven, H., M. Akgul, A.O. Akay, S. Akburak, H.K. Cigizoglu, M. Demir, M. Eksi, 2019: High accuracy monitoring system to estimate forest road surface degradation on horizontal curves, *Environ. Monit. Assess.*, 191 (1): 1-17.

SAŽETAK

Sustavi za podršku u odlučivanju koji se temelje na prostornim podacima naširoko se koriste u nekim zemljama za planiranje proizvodnih aktivnosti u šumarstvu i projektiranje šumskih prometnica. Posljednjih godina bespilotne letjelice (UAV) igraju aktivnu ulogu u proizvodnji preciznih digitalnih modela elevacije (DEM) šumskih područja u visokoj rezoluciji. Priprema postupnog plaćanja prilikom izgradnje šumskih cesta iziskuje mnogo posla. Osim toga, naknada koja se plaća izvođaču radova nakon završetka izgradnje ceste utvrđuje se prema konačnom trošku u postupnom plaćanju. U ovom radu istražena je primjenjivost UAV tehnologije za određivanje volumena usjeka i nasipa šumskih cesta te za klasifikaciju zemljišta. Istraživanje je provedeno na dionici od 640 metara šumske ceste kodirane 001 pod Podupravom za uređenje šuma Taşlıyayla (Taşlıyayla Forest Management Sub-Directorate - Bolu/Turska). Letovi s UAV-om (dronom) obavljeni su pomoću autonomnog načina rada prije i nakon izgradnje ceste. Osim toga, kako bi se utvrdio volumen usjeka, izmjerene su geometrijske karakteristike ceste nakon što je izgrađena. Prema rezultatima istraživanja, izmjereno 2189 m^3 volumena usjeka pomoću podataka UAV-a s prosječnom pogreškom od 3 cm. Pomoću terenskih mjerjenja utvrđen je volumen usjeka od 2080 m^3 . Između podataka UAV-a i rezultata terenskih mjerjenja utvrđena je razlika od +5%. Osim toga, korištenjem programskog jezika JavaScript na platformi Google Earth Engine, klasifikacija tla (46%) i rahlog tla (54%) identificirana je pomoću ortofoto snimaka. Dobiveni rezultati ukazuju na upotrebljivost bespilotnih letjelica u određivanju volumena šumskih cesta.

KLJUČNE RIJEĆI: bespilotne letjelice, volumen usjeka, šumske ceste, digitalni model elevacije, Turska

INFLUENCE OF DESICCATION SENSITIVITY AND CRITICAL MOISTURE CONTENT ON *Quercus cerris*, *Quercus petraea* AND *Quercus robur* ACORNS

UTJECAJ OSJETLJIVOSTI NA ISUŠIVANJE I KRITIČNOG SADRŽAJA VLAGE NA ŽIREVE VRSTA *Quercus cerris*, *Quercus petraea* I *Quercus robur*

Cansu ÖZTÜRK¹*, Servet CALISKAN²

SUMMARY

In this study, critical moisture contents and desiccation sensitivity of *Quercus cerris* (Turkey oak), *Quercus petraea* (sessile oak), *Quercus robur* (pedunculate oak) seeds were determined to see how desiccation affects acorn moisture content and germination behaviour. The moisture content of the harvested acorns was found to be 41% for *Q. cerris*, 46% for *Q. petraea* and 45% for *Q. robur*. The acorns were separated into sublots, sprayed with distilled water to reach their maximum moisture content and then left to dry for 18 days. There were statistically significant differences in germination as a function of desiccation time and decreasing moisture content. Initial germinations were delayed. The highest moisture contents were 48% for *Q. cerris*, 51% for *Q. petraea* and 49% for *Q. robur* acorns. The highest water uptake was 17% in *Q. cerris*, 11% in *Q. petraea* and the lowest was 9% in *Q. robur*. The moisture content with a germination percentage below 50% was considered as the critical moisture content. In a period of 12–15 days after the beginning of the drying process, the acorns reached the critical moisture content. The germination percentage decreased from 83% to 43% for *Q. cerris*, from 100% to 44% for *Q. petraea* and from 97% to 43% for *Q. robur* as the moisture content decreased from the maximum to the critical moisture content. For *Q. cerris*, *Q. petraea* and *Q. robur*, the critical moisture contents at which acorns begin to lose viability were between 28–31%, 31–36% and 32–37%, respectively. The results of the present study provide guidance for nursery practices carried out on oak species, from acorn harvesting to seeding and post-seeding care.

KEY WORDS: germination, oak, pedunculate oak, sessile oak, Turkey oak, seed, recalcitrant seed

INTRODUCTION

UVOD

Oak is one of the most common broadleaf forest trees in the northern hemisphere, represented by about 500 species worldwide (Bonner and Vazzo, 1987; Pang et al. 2019; Wang et al. 2022). In Türkiye, it is represented by 17 species (23 taxa in total) (Yilmaz, 2014). The General Directorate of

Forestry's 2022 statistics reveal that oak is present on 6.8 million hectares of land, with 41% of high forest and 59% of coppice forest (OGM, 2023). In recent years, with the demand for increasing forest areas in oak species, the use of acorn material has also increased. Acorns cannot survive on the ground for long due to their recalcitrant seed characteristics. Even if buried under the soil surface by factors

¹ Cansu Öztürk, İstanbul University-Cerrahpaşa, Institute of Graduate Studies, Avcılar, 34325 İstanbul, Türkiye

² Prof. Dr. Servet Caliskan, İstanbul University-Cerrahpaşa, Faculty of Forestry, Department of Silviculture, 34473, İstanbul, Türkiye

*Corresponding author: Cansu Öztürk, cansu.ozturk1@ogr.iuc.edu.tr, cozturk@sinop.edu.tr

such as climatic conditions, wild animals, or people, they are still exposed to desiccation conditions during shedding (Tweddle et al. 2003). Species with high carbohydrate nutrient reserves, such as oak, lose moisture quickly (Bonner, 1996). Therefore, it is recommended to harvest acorns as soon as they physiologically mature (Bonner and Vazzo, 1987). Acorns are generally recalcitrant seeds and lose their ability to germinate when they lose moisture (Bonner and Vazzo 1987; Bonner 1996). Recalcitrant seeds are a short-lived class of seeds that should not fall below a certain moisture content and have a high moisture content when they mature or shed (Berjak et al. 1989; Suszka et al. 1996; Bonner, 2008; Boydak and Çalışkan, 2021). When the acorns are mature, white oaks contain ~50% moisture and red oaks contain ~40% moisture (Bonner and Vazzo, 1987). However, viability is lost when the moisture of the acorns decreases below 25–40%, depending on the species (Boydak and Çalışkan, 2021). The moisture content of acorns can vary depending on seasonal precipitation, evapotranspiration, and climatic conditions over the years (Tweddle et al. 2003). Seed desiccation damage is the main cause of this loss of viability (Finch-Savage, 1992). Loss of viability in recalcitrant seeds is a direct result of seed desiccation damage (Finch-Savage, 1992), and the sensitivity of these seeds to desiccation is so great that they can suffer fatal damage even at 5% moisture loss (Connor and Sowa, 2003; Bonner, 2008; Xia et al. 2012; Bewley et al. 2012). When the seeds begin to dry out, their viability somewhat decreases at first due to the decrease in moisture content, but then the viability significantly decreases at a certain moisture content. This is called “critical moisture content” or “lowest safe moisture content” (Fing-Savage, 1992; Hong et al. 1996). Viability is lost as desiccation time increases.

The study has three main objectives. Firstly, to determine the changes in moisture loss over time. Secondly, to investigate the effect of moisture loss due to desiccation on germination behaviour. And thirdly, to identify the highest moisture content and critical moisture content of acorns of *Q. cerris*, *Q. petraea* and *Q. robur*.

MATERIAL AND METHODS

MATERIJALI I METODE

Study sites and acorn collections – *Područje istraživanja i prikupljanja žira*

Acorns were collected in October 2022 from natural distribution of *Q. cerris*, *Q. petraea*, and *Q. robur* in the Sinop province. The collection sites were Sinop-Central ($41^{\circ} 57' 21''$ N, $34^{\circ} 48' 26''$ E; Karacaköy, 45 m a.s.l.) for *Q. cerris*, Sinop-Ayancık ($41^{\circ} 56' 41''$ N, $34^{\circ} 44' 14''$ E; Ağaçlı village, 65 m a.s.l.) for *Q. petraea*, and Sinop-Central ($41^{\circ} 57' 58''$ N, $35^{\circ} 05' 12''$ E; Çiftlik village, 30 m a.s.l.) for *Q. robur*. Acorns

were collected from 10 mature trees of each of oak species, with a minimum distance of 50 m between them. Approximately 1500 acorns were collected from each oak species. The collection sites exhibit the characteristics of the Black Sea climate in coastal areas and the continental climate in the inner regions. Based on climate data from the Turkish General Directorate of Meteorology between 1992 and 2022, the annual average precipitation is 735 mm and the annual average temperature is 14.8°C. Erinç (1965) defines precipitation efficiency as the ratio of annual average precipitation and annual average maximum temperature. According to Erinç (1965), Sinop has a precipitation efficiency index of 29.5, indicating a semi-humid climate.

Acorns were transferred to Sinop University Ayancık Vocational School Forestry Laboratory for measurement and laboratory testing. Acorns with abnormal discolouration and insect damage were removed. Only healthy acorns were used and identified through a flotation test (Bonner, 2003). For each species, 1500 seeds were stored in sealed polyethylene bags in a refrigerator at +2°C until the tests were carried out.

Acorn morphological measurements and initial moisture content – *Morfološka analiza žira i početni sadržaj vlage*

Acorn length and width were measured using digital calipers (aogo) on 100 randomly selected acorns from each species. The weight of 1000 acorns was determined, and the moisture content was measured using 25 acorns (5 replicates of 5 acorns) for each species. The fresh weight (FW) of the acorns was recorded on a precision scale, and after they were dried in an oven at 105 ± 2 °C for 18 hours, their dry weight was measured and moisture determinations were made (Bonner, 2008).

Desiccation treatments – *Tretmani isušivanja*

The highest and the lowest moisture content of the acorns were determined in two stages. The acorns were divided into sub-seed lots of 30 acorns in polyethylene bags. The highest moisture content of the seedlots was determined using precision scales, and the acorns were then stored in sealed bags in a refrigerator at +2°C. The acorns' outer surface was sprayed repeatedly with distilled water until it was completely wet (about 10–15 ml per treatment). The weight of acorns was measured daily, and the process of spraying distilled water was repeated according to the established procedures (Finch-Savage, 1992; Suszka et al. 1996, Yilmaz, 2005). The bags were renewed once a week to prevent the spoilage of acorns by pathogens. The final moisture content of the acorns was determined when their weight remained constant, and the highest moisture content was found.

The second step was to determine critical moisture content. The acorns that reached the highest moisture content were

left to desiccate at 30-35% relative humidity and at 15-18°C for 18 days. The weight of the acorns in each seedlot was then measured to determine the rate of acorn moisture loss as a function of time on the control day (D1), the 3rd day (D3), the 6th day (D6), the 9th day (D9), the 12th day (D12), the 15th day (D15) and the 18th day (D18) (Bonner, 1996; Ganatsas et al., 2017). Before performing the germination test on the acorn lots, they were dried in an oven at 105±2 °C for 16-18 hours and their moisture was determined. In the present study, the approximate moisture content reached with the germination percentage falling below 50% was determined as the critical moisture content (Bonner, 1996). The new moisture contents depending on the weight change of the sub-seed lots with known weight and moisture values were calculated according to the formulas below (Suszka et al. 1996).

$$FW2 = FW1X \frac{100 - MC1}{100 - MC2}$$

$$MC2 = 100 - \frac{FW1X(100 - MC1)}{FW2}$$

MC1: initial moisture content (%), MC2: new moisture content (%), FW1: initial weight (gr), FW2: new weight (gr)

Germination tests – Ispitivanja kljavosti

Each germination test included 100 acorns of *Q. cerris*, *Q. petraea* and *Q. robur* (4 replicates x 25 acorns). Sterilized river sand in approximately 2 l plastic containers was used as a germination medium. Germination tests were carried out at a constant temperature of 20°C in the dark in a germination cabinet (NBİOTECH, NB-2050Q). The germinations were checked and recorded at regular intervals (Suszka et al. 1996). Acorns that had at least 5 mm radicles and showed geotropism were considered germinated (Caliskan, 2014). The germination tests were terminated after 28 days. The germination percentage and mean germination time (MGT) for each treatment were determined using the formula below (Bewley and Black, 1994).

$$MGT = \sum (t \times n) / \sum n$$

MGT: mean germination time (day), t: number of days since the test started, n: number of acorns germinated that day

Statistical Analysis – Statistička analiza

The effects of changes in acorn moisture on germination percentage and mean germination time were determined using an ANOVA test. ANOVA for germination characteristics is based on the following model: $Y_{lk} = \mu + M_l + e_{lk}$, where Y_{lk} is the observed value. μ is the overall mean, M_l is the moisture content effect and e_{lk} is the error. Duncan's post hoc test was applied to determine statistically significant differences in germination characteristics ($\alpha=0.05$). Acorn moisture loss due to desiccation time was evaluated by linear regression analysis. SPSS 2021 software was used for statistical analysis.

RESULTS

REZULTATI

The average length, width, weight of 1000 acorns and moisture content of the acorns are given in Table 1. The highest moisture contents found amounted to 48.3% in *Q. cerris*, 51.1% in *Q. petraea* and 49.2% in *Q. robur* on D1 (Figure 1). The maximum moisture content was reached in 11 days for *Q. cerris*, 8 days for *Q. petraea*, and 10 days for *Q. robur*. Moisture levels in *Q. cerris*, *Q. petraea*, and *Q. robur* show a linear decrease after 18 days of desiccation. Acorns that were left to desiccate at their maximum moisture content reached their harvested moisture content after 3 to 6 days for *Q. cerris*, and after 1 to 3 days for *Q. petraea* and *Q. robur* (Figure 1). The effects of changes in the moisture contents of acorns in *Q. cerris*, *Q. petraea* and *Q. robur* on the germination percentage and mean germination time are given in Table 2.

There were significant differences found in the desiccation treatments between the oak species in terms of GP and MGT. Decreases in germination percentages due to moisture loss in *Q. cerris*, *Q. petraea* and *Q. robur* are given in Figure 2. The effects of moisture content loss on MGT showed a similar pattern to the relationship between moisture content on germination percentage. The MGT increased as the moisture content decreased (Figure 3, Table 3).

Desiccation time had a notable impact on both the onset of germination and the overall germination percent-

Table 1. Morphometric characteristics of *Quercus cerris*, *Quercus petraea*, and *Quercus robur* acorns

Slika 1. Morfometrijske karakteristike žira vrsta *Quercus cerris*, *Quercus petraea* i *Quercus robur*

Species	Acorn width (cm)		Acorn length (cm)		Weight of 1000 acorn (gr)	Moisture content* (%)
	Mean±Se	Range	Mean±Se	Range		
<i>Q. cerris</i>	2.95±0.04	1.9-3.7	1.64±0.02	1.1-2.4	6200	41
<i>Q. petraea</i>	2.84±0.05	1.9-3.8	1.4±0.02	1-1.9	4400	46
<i>Q. robur</i>	3.61±0.06	2.3-4.7	1.72±0.02	1.2-2.1	7100	45

*Moisture content of acorns when harvested. ± indicates the standard error.

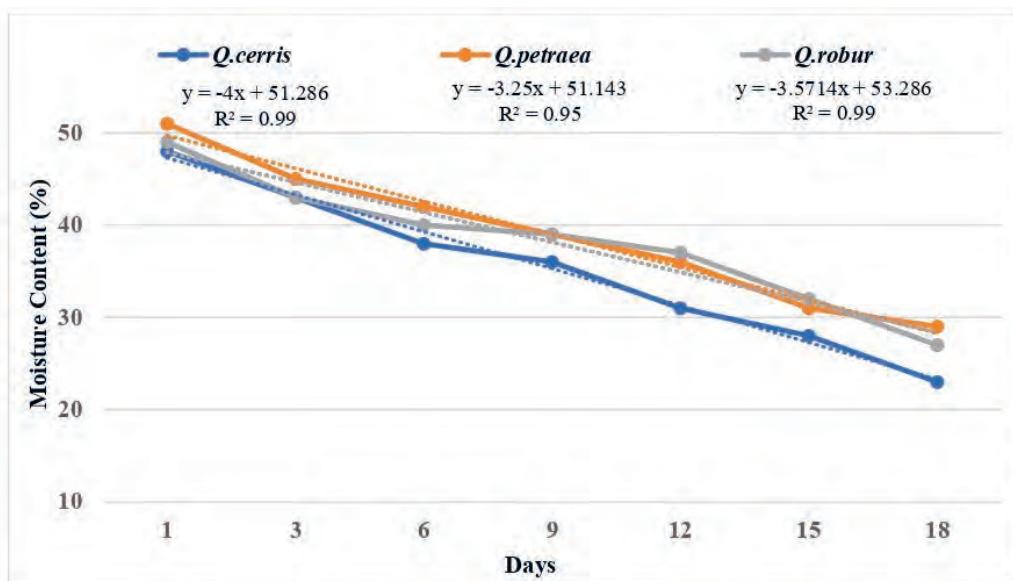


Figure 1. Acorn moisture content loss of oak species (*Q. cerris*, *Q. petraea*, *Q. robur*) at 15–18°C during 18 days of desiccation treatment
Slika 1. Gubitak vlage žira tri vrste hrasta (*Q. cerris*, *Q. petraea*, *Q. robur*) na 15–18 °C tokom 18 dana tretmana isušivanja

Table 2. ANOVA results regarding the effect of moisture content loss in *Q. cerris*, *Q. petraea*, and *Q. robur* acorns on germination percentage (GP) and mean germination time (MGT)

Tablica 2. Rezultati ANOVA testa koji prikazuju učinak gubitka sadržaja vlage žira *Q. cerris*, *Q. petraea* i *Q. robur* na postotak klijavosti i srednje vrijeme klijanja

	<i>Q. cerris</i>			<i>Q. petraea</i>			<i>Q. robur</i>			
	df	MS	F	p-value	MS	F	p-value	MS	F	p-value
GP	6	0.1511	65.70	0.000	0.3553	444.1250	0.000	0.2005	66.8333	0.000
Error	21	0.0023			0.0008			0.0030		
MGT	6	42.6964	48.756	0.000	65.8807	38.3429	0.000	18.2490	8.0141	0.000
Error	21	0.8757			1.7182			2.2771		

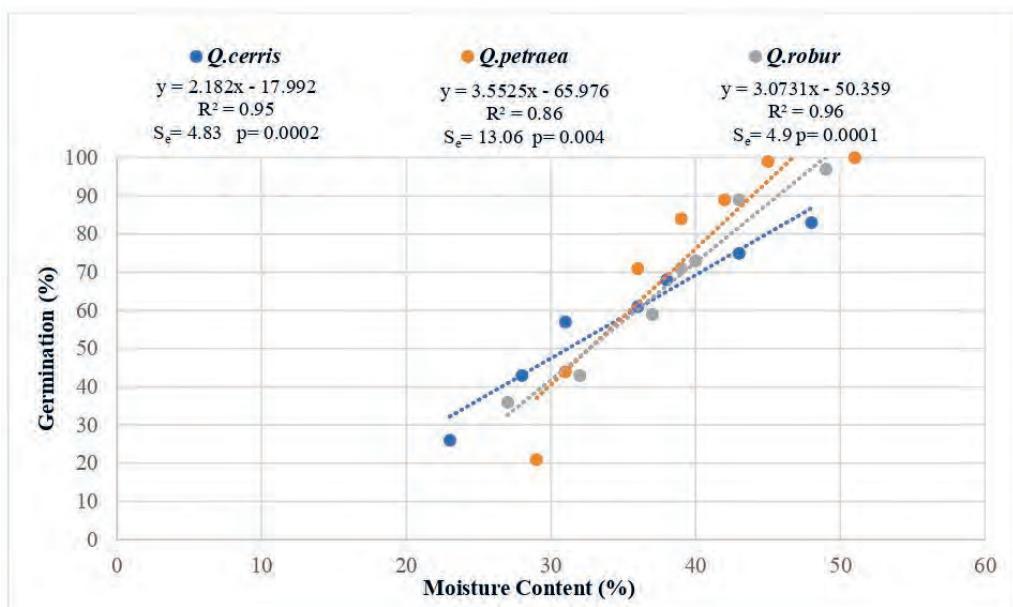


Figure 2. Effect of desiccation treatments on acorn germinations of *Q. cerris*, *Q. petraea*, and *Q. robur*

Slika 2. Učinak tretmana isušivanja na klijanje žira kod vrsta *Q. cerris*, *Q. petraea* i *Q. robur*

Table 3. The effect of acorn desiccation treatments on germination percentage and mean germination time in of *Q. cerris*, *Q. petraea*, and *Q. robur*
Tablica 3. Učinak tretmana isušivanja žira na postotak klijavosti i srednje vrijeme klijanja kod vrsta *Q. cerris*, *Q. petraea* i *Q. robur*

Day	<i>Q. cerris</i>			<i>Q. petraea</i>			<i>Q. robur</i>		
	MC (%)	GP (%)	MGT	MC (%)	GP (%)	MGT	MC (%)	GP (%)	MGT
D1	48.3	83±0.07f	13.2±0.88a	51.1	100±0.00f	8±0.83a	49.2	97±0.03d	13.2±1.73a
D3	42.9	75±0.05de	13.7±1.07a	44.7	99±0.02f	9.2±1.20a	43.3	89±0.05d	15.4±1.34b
D6	38.2	68±0.03cd	16.9±1.55b	41.6	89±0.02e	11.1±0.66ab	40	73±0.02c	16.5±2.47bc
D9	36.1	61±0.04c	19.6±0.69c	39.3	84±0.03d	11.8±1.35bc	38.9	71±0.04c	16.6±1.14bc
D12	31.4	57±0.04c	19.8±0.36c	35.5	71±0.05c	13.2±0.29cd	37.4	59±0.04b	17.2±0.59bc
D15	28.4	43±0.07b	20.8±0.91c	31.4	44±0.03b	18±2.14e	32.1	43±0.08a	18.2±1.16bc
D18	23.2	26±0.02a	20.9±0.60c	29.2	21±0.02a	18.4±1.73e	27.4	36±0.09a	20±1.43cd

The means in the same column followed by the same letters are not statistically different in Duncan's post hoc test ($P<0.05$); \pm indicates the standard deviation.

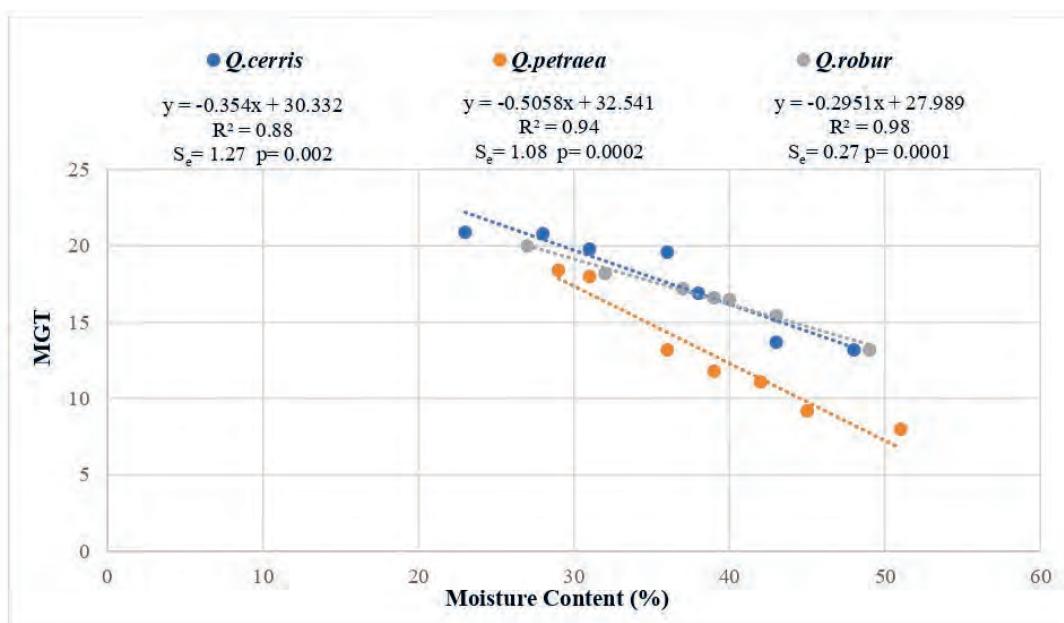


Figure 3. Effect of desiccation treatments on mean germination time of acorns of *Q. cerris*, *Q. petraea*, and *Q. robur*
Slika 3. Učinak tretmana isušivanja na srednje vrijeme klijanja žira kod vrsta *Q. cerris*, *Q. petraea* i *Q. robur*

age across all oak species, as shown in Figure 4. The initiation and completion of acorn germination shifted towards the final days of the germination test.

DISCUSSION RASPRAVA

In terms of acorn size, *Q. robur* has larger acorns than *Q. cerris* and *Q. petraea*. There is a positive correlation between

acorn size and 1000 seed weight (Bonner, 2003). In the present study, 1000 seed weights of *Q. robur* and *Q. cerris* were greater than that of *Q. petraea*. Ganatsas et al. (2017) found that large and heavy acorns had lower moisture loss. Devetaković et al. (2019) stated that germination in the group of large acorns was more than twice as high as in the group of smaller acorns. Additionally, nursery studies have reported that using large acorns has a positive effect on seedling quality (Roth et al. 2009; Roth et al. 2011).

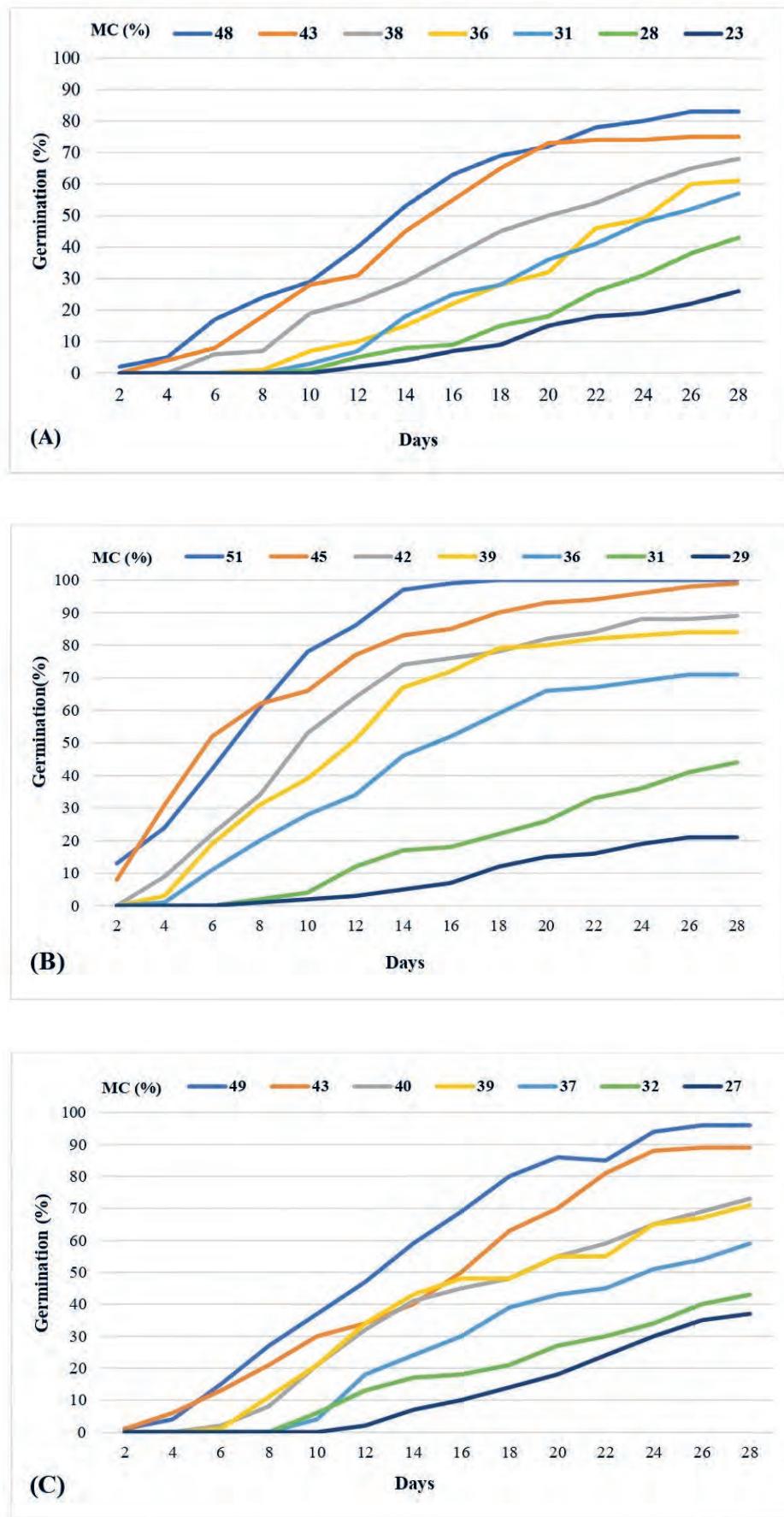


Figure 4. Acorn germinations of *Q. cerris* (A), *Q. petraea* (B), and *Q. robur* (C) as affected by desiccation treatments
Slika 4. Utjecaj tretmana isušivanja na klijanje žira kod vrsta *Q. cerris*, *Q. petraea* i *Q. robur*

In the present study, *Q. cerris*, *Q. petraea*, and *Q. robur* had an average moisture content of 41-46% at the time of harvesting. In some studies, the initial moisture content at the time of the collection was determined as 35% in *Q. petraea* (Tilki, 2010), 33-35% in *Q. ithaburensis* (Ganatsas et al. 2017), and 44% in *Q. ilex* (Leon-Lobos and Ellis, 2018), and it was found that there were different values between species. The highest moisture content (D1) had the highest germination percentage in *Q. cerris*, *Q. petraea*, and *Q. robur*. It was reported that the germination performance of *Q. robur* seeds increased in the first days after being saturated (Özbingöl and O'Reilly, 2005). On the other hand, *Q. ithaburensis*, acorn moisture content increased by 5.7%-6.9% in 24 hours (Ganatsas et al. 2017). In the present study, the highest water imbibition was observed in *Q. cerris* (17%), and then *Q. petraea* (11%), while the lowest water uptake was observed in *Q. robur* (9%). It was stated that the difference in water imbibition rates among species is due to the characteristics of the pericarp (Xia et al. 2012; Ganatsas et al. 2017).

In the present study, the acorn moisture contents of *Q. cerris*, *Q. petraea*, and *Q. robur* followed a similar linear pattern by decreasing with desiccation according to the days. The study results confirm that acorn behaviour against moisture loss is similar in acorn studies conducted by Suszka et al. (1996), Xia et al. (2012), and Chmielarz et al. (2022). The moisture content of *Q. cerris*, *Q. petraea* and *Q. robur* decreased by about 50% (48%-57%-55%) at the end of 18 days. It was reported that the reason for the change in acorn desiccation rates between and within the species was not related to acorn oil content and acorn weight, but this change was mostly related to the acorn surface area, volume and coat properties (Ganatsas and Tsakaldimi, 2013; Ganatsas et al. 2017). *Q. petraea* rapidly lost moisture and had lower germination percentage than *Q. cerris* and *Q. robur*. The loss of viability due to desiccation and the variation in moisture content may vary depending on the year of collection, origin and species (Leon-Lobos and Ellis, 2018). Differences in the rate of moisture loss may be due to the high moisture content of the acorn at the time of shedding and the characteristics of acorn coats of the species (Suszka et al. 1996, Xia et al. 2012, Ganatsas and Tsakaldimi, 2013). The germination percentage significantly decreased with moisture loss in *Q. cerris*, *Q. petraea*, and *Q. robur* (Figure 2, Table 3). While there were linear gradual decreases in moisture contents during the first 6 days of desiccation, the content of moisture loss increased from the 9th day. After the 12th day, the effect of desiccation significantly affected the germination percentages. It has been statistically observed that germination percentage is highly dependent on moisture content. The decrease in moisture content is associated with the loss of viability in acorns. Bonner and Vazzo (1987) and Suszka et al. (1996) reported that germination is reduced by half when the moisture content is below 30% and there is a complete

loss of viability when the moisture content is below 25%. Similar results were found for *Q. cerris*, *Q. petraea* and *Q. robur* in the present study. In addition, even when the moisture content was less than 30%, germination of the acorns was observed, albeit at a low germination rate. These results can be explained by the presence of acorns with a high moisture content still in the batch, as well as by the presence of acorns with different sensitivity and different tolerance to desiccation (Finch-Savage, 1992; Xia et al., 2012). In the present study, as the moisture content decreased, germination percentage decreased and the MGT increased (Table 3). In different studies, the effect of decrease in moisture on MGT is similar (Connor and Sowa, 2003; Özbingöl and O'Reilly, 2005, Ganatsas and Tsakaldimi, 2013). After 15 days of desiccation, MGT increased from 4.4 days to 10 days in *Q. coccifera*, from 2 days to 7.6 days in *Q. pubescens* and from 4.4 days to 6.8 days in *Q. pedunculiflora*. However, *Q. pedunculiflora* was less affected by moisture loss than *Q. coccifera* and *Q. pubescens* (Ganatsas and Tsakaldimi, 2013).

The moisture content of *Q. cerris* in groups D3 and D6 was close to the moisture content at harvest time (41%). Rapid loss of acorn moisture after D15 showed statistically rapid decrease in germination percentages. According to Leon-Lobos and Ellis (2018), desiccation of the moisture content from 47.5% to 31% in *Q. cerris* reduced the germination percentage from 93% to 50%, therefore suggesting that the safest moisture content is approximately 40%. Despite the decrease in moisture content (51%-45%) in *Q. petraea* in D1 and D3 groups, no significant differences were observed in the germination percentage and MGT. The greatest effect on acorn moisture loss was observed when it dropped from D12 to D15. According to Suszka et al., (1996), *Q. petraea* acorns had 50% or more moisture content at the time of shedding, and the critical moisture content was 40-42%. In *Q. robur*, there was no significant difference between moisture loss and germination percentages in D1 and D3 groups, but there was a significant difference between moisture loss and MGT. It can be stated that the effect of moisture loss after D12 was high. In the present study, *Q. robur* was at 27% moisture content in D18, the germination percentage was 36%, while according to Suszka et al. (1996), the germination percentage was 14% at the same moisture content. Besides, Suszka et al. (1996) suggested that the moisture content of *Q. robur* acorns should not fall below 40%. Finch-Savage (1992) reported that the viability of *Q. robur* acorns was completely lost at 19% moisture content, and Xia et al. (2012) reported that it could tolerate desiccation up to approximately 20% moisture content.

On the other hand, in the case of different oak species, Bonner (1996) stated that the critical moisture content of *Q. nigra* was 10-12%, while Tilki and Alptekin (2006) stated that the critical moisture content of *Q. vulcanica* was 16%. Connor and Sowa (2003) stated that the acorn viability of *Q. alba* de-

creased significantly when the acorn moisture dropped below 30%. In *Q. fabri*, when the acorn moisture content decreased from 46% to 22%, the germination percentage decreased from 95% to zero, and when the moisture content was 32%, the germination percentage was more than 50% (Tian and Tang, 2010). Ganatsas and Tsakaldimi (2013) stated that the critical moisture content was 26% during the desiccation period of 5–7 days in *Q. coccifera* and *Q. pubescens*. They determined that the germination rate of *Q. ithaburensis* subsp. *macrolepis* was 100% when the moisture content was 35%, and at the end of 15 days of desiccation, 25% germination occurred at 15% moisture content, while the limit moisture at which germination percentages started to decrease was 25%. *Q. ithaburensis* subsp. *ithaburensis* was not affected by desiccation at room temperature for 15 days (GP 97%).

CONCLUSION ZAKLJUČAK

The critical moisture contents for *Q. cerris*, *Q. petraea*, and *Q. robur* were in the ranges of 28–31%, 31–36%, and 32–37%, respectively. Germination percentage significantly dropped if the moisture content fell below the critical level. For *Q. cerris*, the germination percentage decreased from 83% to 43% as the critical moisture content decreased. For *Q. petraea*, the germination percentage decreased from 100% to 44%, and for *Q. robur*, it decreased from 97% to 43%. One limitation of this study is that it only includes one region for *Q. cerris*, *Q. petraea*, and *Q. robur* species. More detailed results can be obtained by conducting studies on different populations of these three species. The present study provides guidance for nursery studies on *Q. cerris*, *Q. petraea* and *Q. robur*, from acorn harvest to post-seeding care.

ACKNOWLEDGMENTS ZAHVALA

The present manuscript was prepared on the basis of the PhD thesis conducted at İstanbul University-Cerrahpaşa, Graduate Education Institute, Forestry Engineering Doctorate Program by Cansu Öztürk under the supervision of Prof. Dr. Servet Çalışkan. We would like to thank Semra Aliusta and Jelena Batelić for their contributions. The authors would like to thank the anonymous reviewers and the editor for their valuable comments, which significantly improved the original manuscript.

REFERENCES LITERATURA

- Berjak, P., Farrant, J. M., Pammenter, N. W. 1989: The basis of recalcitrant seed behaviour: cell biology of the homoiohydrous seed condition. Recent advances in the development and germination of seeds, Plenum Press, 89–108. New York.
- Bewley, J. D., Black, M. 1994: Seeds: Physiology of development and germination, Plenum Press, 445 p, New York.
- Bewley, J. D., Bradford, K., Hilhorst, H., Nonogaki, H. 2012: Seeds: physiology of development, germination and dormancy (Third Edition), Springer Science & Business Media, 703 p, New York.
- Bonner, F. T., Vozzo, J. A. 1987: Seed biology and technology of *Quercus*. General technical report SO-66. U. S. Department of Agriculture, Forest Service, 21 p, Southern Forest Experiment Station, New Orleans.
- Bonner, F. T. 1996: Responses to drying of recalcitrant seeds of *Quercus nigra* L. ANN. BOT-LONDON, 78(2), 181–187.
- Bonner, F. T. 2003: Collection and care of acorns: a practical guide for seed collectors and nursery managers. Recuperado de <http://www.nsl.fs.fed.us>.
- Bonner, F. T. 2008: The woody plant seed manual (No. 727). Forest Service, 1223 p.
- Boydak, M., Çalışkan, S., 2021: Ağaçlandırma, OGEM-VAK, ISBN: 978-605-70802-0-2, 728 p, Ankara.
- Calışkan, S. 2014: Germination and seedling growth of holm oak (*Quercus ilex* L.): effects of provenance, temperature, and radicle pruning. iForest, 7(2), 103.
- Connor, K. F., Sowa, S. 2003: Effects of desiccation on the physiology and biochemistry of *Quercus alba* acorns. Tree Physiol., 23(16), 1147–1152.
- Chmielarz, P., Suszka, J., Wawrzyniak, M. K. 2022: Desiccation does not increase frost resistance of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) seeds. Ann. For. Sci., 79(1), 1–12.
- Devetaković, J. R., Nonić, M., Prokić, B., Šijačić-Nikolić, M., Popović, V. 2019: Acorn size influence on the quality of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) one-year old seedlings. Reforesta, (8), 17–24.
- Erinç, S. 1965: Yağış müessiriyeti üzerine bir deneme ve yeni bir indis. İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları No:41, İstanbul.
- Finch-Savage, W. E. 1992: Embryo water status and survival in the recalcitrant species *Quercus robur* L: evidence for a critical moisture content. J. Exp. Bot., 43(5), 663–669.
- Ganatsas, P., Tsakaldimi, M. 2013: A comparative study of desiccation responses of seeds of three drought-resistant Mediterranean oaks. For. Ecol. Manag., 305, 189–194.
- Ganatsas, P., Tsakaldimi, M., Zarkadi, P., Stergiou, D. 2017: Intraspecific differences in the response to drying of *Quercus ithaburensis* acorns. Plant Biosyst. 151(5), 878–886.
- Hong, T. D., Linington, S., Ellis, R. H. 1996: Seed storage behavior: a compendium, IPGRI, 104 p, Roma.
- Leon-Lobos, P., Ellis, R. 2018: Comparison of seed desiccation sensitivity amongst *Castanea sativa*, *Quercus ilex* and *Q. cerris*. Seed Sci. Technol., 46, 233–237.
- OGM, 2023. Orman alanlarının ağaç türlerine göre dağılımı. Ormancılık İstatistikleri, 2022. <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikler>, (Access Date: 27.09.2023).
- Özbingöl, N., O'reilly, C. 2005: Increasing acorn moisture content followed by freezing-storage enhances germination in pedunculate oak. Forestry, 78(1), 73–81.

- Pang, X., Liu, H., Wu, S., Yuan, Y., Li, H., Dong, J., Liu, Z., An, C., Su, Z., Li, B. 2019. Species identification of oaks (*Quercus* L., Fagaceae) from gene to genome. Int. J. Mol. Sci., 20(23), 5940.
- SPSS. 2012: IBM SPSS statistics 21 core csystem user's guide, SPSS Inc., Chicago.
- Suszka, B., Muller, C., Bonnet-Masimbert, M. 1996: Seeds of forest broadleaves: from harvest to sowing. Editions Quae, 294 p, Paris.
- Tweddle, J.C., Dickie, J.B., Baskin, C.C., Baskin, J.M., 2003: Ecological aspects of seed desiccation sensitivity. J. Ecol., 91, 294–304.
- Tian, M. H., Tang, A. J. 2010: Seed desiccation sensitivity of *Quercus fabri* and *Castanopsis fissa* (Fagaceae). Seed Sci Technol, 38(1), 225-230.
- Tilki, F., Alptekin, C. U. 2006: Germination and seedling growth of *Quercus vulcanica*: effects of stratification, desiccation, radicle pruning, and season of sowing. New Forests, 32, 243-251.
- Tilki, F. 2010: Influence of acorn size and storage duration on moisture content, germination and survival of *Quercus petraea* (Matschka), J. Environ. Bio., 31(3), 325-328.
- Yılmaz, M. 2005: Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) Tohumlarının Fizyolojisi Üzerine Araştırmalar. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (M.; 180 s.)
- Yılmaz, H. 2014. *Quercus* L. (Editör) Akkemik, Ü, 2014: Türkiye'nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalıları I, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, 678-702 s, Ankara.
- Xia, K., Daws, M. I., Hay, F. R., Chen, W. Y., Zhou, Z. K., Pritchard, H. W. 2012: A comparative study of desiccation responses of seeds of Asian Evergreen Oaks, *Quercus* subgenus Cyclobalanopsis and *Quercus* subgenus *Quercus*. S. AFR. J. BOT, 78, 47-54.
- Wang, Y., Xu, C., Wang, Q., Jiang, Y., & Qin, L. 2022. Germplasm resources of oaks (*Quercus* L.) in China: utilization and prospects. Biology, 12(1), 76.

SAŽETAK

U ovome radu određeni su kritični sadržaj vlage i osjetljivost na isušivanje sjemena vrsta *Quercus cerris* (hrast cer), *Quercus petraea* (hrast kitnjak) i *Quercus robur* (hrast lužnjak) kako bi se istražio utjecaj isušivanja na sadržaj vlage u žiru i na klijanje. Sadržaj vlage u ubranom žiru iznosio je 41 % za *Q. cerris*, 46 % za *Q. petraea* i 45 % za *Q. robur*. Žirovi su raspoređeni u podgrupe, poprskani destiliranom vodom kako bi se postigao maksimalan sadržaj vlage i zatim ostavljeni da se suše 18 dana. Dobivene su statistički značajne razlike u klijavosti u ovisnosti o vremenu isušivanja i smanjenju sadržaja vlage, a početak klijanja je odgođen. Najveći udio vlage u žiru iznosio je 48 % za *Q. cerris*, 51 % za *Q. petraea* i 49 % za *Q. robur*. Najveći unos vode iznosio je 17 % za *Q. cerris*, 11 % za *Q. petraea*, a najmanji 9 % za *Q. robur*. Sadržaj vlage s postotkom klijavosti ispod 50 % smatra se kritičnim sadržajem vlage. U razdoblju od 12 do 15 dana od početka procesa isušivanja žirovi su dosegli kritičnu vlagu. Postotak klijavosti smanjio se s 83 % na 43 % za *Q. cerris*, sa 100 % na 44 % za *Q. petraea* i s 97 % na 43 % za *Q. robur*, ovisno o tome kako se sadržaj vlage smanjio od maksimalnog do kritičnog sadržaja vlage. Za *Q. cerris*, *Q. petraea* i *Q. robur* kritični sadržaji vlage pri kojima žir počinje gubiti vrijabilnost iznosili su 28-31 %, 31-36 %, odnosno 32-37 %. Rezultati ovog istraživanja pružit će smjernice za rasadničke prakse koje se primjenjuju na vrstama hrasta, od berbe žira do sječe i njege nakon sječe.

KLJUČNE RIJEČI: klijavost, hrast, hrast kitnjak, hrast lužnjak, hrast cer, sjeme, rekalcitrantno sjeme



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

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

Članovi Komore:

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

Stručni poslovi (Zakon o HKIŠDT, članak 1):

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

Javne ovlasti Komore:

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

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

Ostali poslovi koje obavlja Komora:

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

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

- Razred inženjera šumarstva,
- Razred inženjera drvne tehnologije.

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

LINEFIT.XLS: A MICROSOFT EXCEL TEMPLATE FOR FITTING 11 REGRESSION MODELS TO Y-X DATA

LINEFIT.XLS: PREDLOŽAK PROGRAMA MICROSOFT EXCEL ZA PRILAGODBU 11 REGRESIJSKIH MODELIMA PODACIMA Y-X

Kyriaki KITIKIDOU^{1*}, Elias MILIOS¹

SUMMARY

An essential challenge in any environmental field (forestry, agriculture, etc.), which places an emphasis on data analysis for the purpose of decision-making and problem-solving, is the estimation of a dependent environmental variable (Y) through an independent one (X). In this work, a Microsoft Excel template is proposed for assessing a set of eleven popular regression Y-X models. Any researcher could use LineFit.xls as a modeling tool for assessing these eleven regression models and selecting the one that best fits their data by running tests on all regression assumptions and comparing models using the most common fitting comparison criteria. Microsoft Excel, being a widely used and user-friendly program, makes it easy to update, expand, and personalize the tests to meet specific needs.

KEY WORDS: data fitting, data modeling, fit comparison, MS Office software

INTRODUCTION

UVOD

All environmental sciences rely heavily on methods that estimate the value of a dependent variable (Y) using a value for a related independent variable (X).

For instance, Freese (1964) noted that in the field of forestry, the volume of a tree (Y) may be described as a function of its breast height diameter (X), the strength of wood (Y) as a function of its specific gravity (X), and the cost of logging (Y) as a function of its proximity to hard-surfaced roads (X).

In agriculture, for example, soil organic matter (Y) may be expressed as a function of time (X), net photosynthesis (Y) can be related to irradiance (X), and respiration (Y) can be described as a function of temperature (X) (Archontoulis and Miguez, 2015).

Environmentalists might greatly benefit from a modeling tool that allows them to compare and assess a set of common regression models using the most frequently used fitting comparison criteria and conduct tests on all regression assumptions to see which one best fits their data.

Given Excel's popularity and ease of use, it would be an excellent option to provide a template for assessing a collection of such regression models.

MATERIALS AND METHODS

MATERIJALI I METODE

Within the LineFit.xls template, we suggest conducting tests on 11 different regression models (SPSS, 2007), as shown in Table 1

¹ Prof. Dr. Kyriaki Kitikidou, PhD, Prof. Dr. Elias Milius, PhD, Democritus University, Department of Forestry and Management of the Environment and Natural Resources, 68200, Orestiada, Greece

* Corresponding author: Kyriaki Kitikidou, kkitikid@fmenr.duth.gr

Table 1. Models assessed with the LineFit template
Tablica 1. Modeli ocijenjeni pomoću predloška LineFit

No. Br.	Model Model	Y-X Y-X
1	Linear	$Y = b_0 + b_1 X$
2	Logarithmic	$Y = b_0 + b_1 \ln X$
3	Inverse	$Y = b_0 + \frac{b_1}{X}$
4	Quadratic	$Y = b_0 + b_1 X + b_2 X^2$
5	Cubic	$Y = b_0 + b_1 X + b_2 X^2 + b_3 X^3$
6	Compound	$Y = b_0 b_1^X$
7	Power	$Y = b_0 X^{b_1}$
8	S-curve	$Y = e^{\frac{b_0 + b_1}{X}}$
9	Growth	$Y = e^{b_0 + b_1 X}$
10	Exponential	$Y = b_0 e^{b_1 X}$
11	Logistic	$Y = \frac{1}{1 + b_0 b_1^X}$

b_i : regression coefficients.

u: upper boundary value of Y variable.

Table 2. Regression assumptions examined with the LineFit template
Tablica 2. Pretpostavke regresije ispitane u skladu s predloškom LineFit

No. Br.	Regression assumption Regresijska pretpostavka	Test Test	It should be: Trebala bi biti:	Reference Referenca
1	Linearity	One-sample t-test for b_i regression coefficients, critical value is zero.	p-value < 0.05	Student, 1908
2	Independence	Durbin-Watson DW value for residuals	$1 \leq DW \leq 3$	Durbin and Watson, 1950; Durbin and Watson, 1951. Field (2009) suggests that DW values under 1 or more than 3 are a definite cause for concern.
3	Homoscedasticity	Koenker-Bassett (generalized Breusch-Pagan) homoscedasticity (homogeneity of variance) test for residuals	p-value > 0.05	Koenker and Bassett, 1982
4	Zero error	One-sample t-test for residuals, critical value is zero.	p-value > 0.05	Student, 1908
5	Normality	Jarque-Bera test	p-value > 0.05	Jarque, 2011

Table 3. Statistical criteria for the comparison of regression models calculated with the LineFit template.

Tablica 3. Statistički kriteriji za usporedbu regresijskih modela izračunanih pomoću predloška LineFit.

No. Br.	Criterion Kriterij	Formula Formula	Optimum value Optimalna vrijednost	Reference Referenca
1	Coefficient of determination	$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}$	1	Draper and Smith, 1997; Kitikidou, 2005
2	Standard error of the estimate	$SEE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n-p}}$	min	Wackerly et al., 1996; Ezekiel and Fox, 1959; Mathews, 1987; Draper and Smith, 1997; Kitikidou, 2005
3	Root of the mean squared error	$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - Y_i)^2}{n}}$	min	Draper and Smith, 1997; Kitikidou, 2005

Y_i : observed i-th value of Y

\hat{Y}_i : estimated i-th value of Y from the regression model

p: number of regression coefficients b_i

n: number of observations

Linear regression is a useful statistical approach for estimating the value of a dependent variable (Y) through an independent variable (X). However, the following five assumptions must be satisfied before we are able to assess regression models' fit to our data:

1. Linearity: b_i regression coefficients should be statistically significantly different from zero.
2. Independence: Residuals should be independent, non-correlated.
3. Homoscedasticity: Residuals should have constant (homogeneous) variance across all X_i values.
4. Zero error: Residuals should have zero average.
5. Normality: Residuals should approximate a normal distribution.

Table 2 summarizes the five aforementioned assumptions along with the relevant literature.

Table 3 provides three statistical comparison criteria and corresponding literature, for selecting the best fitted regression model for a given set of data

RESULTS

REZULTATI

LineFit.xls includes 13 spreadsheets. In the “data” spreadsheet, one can enter their own Y-X data in columns A and B, respectively (highlighted in blue). The amount of data can be up to 65535 entries (pairs of Y-X data). Summary statistics (count, mean, standard deviation, min, and max values) are given in cells D1:I4.

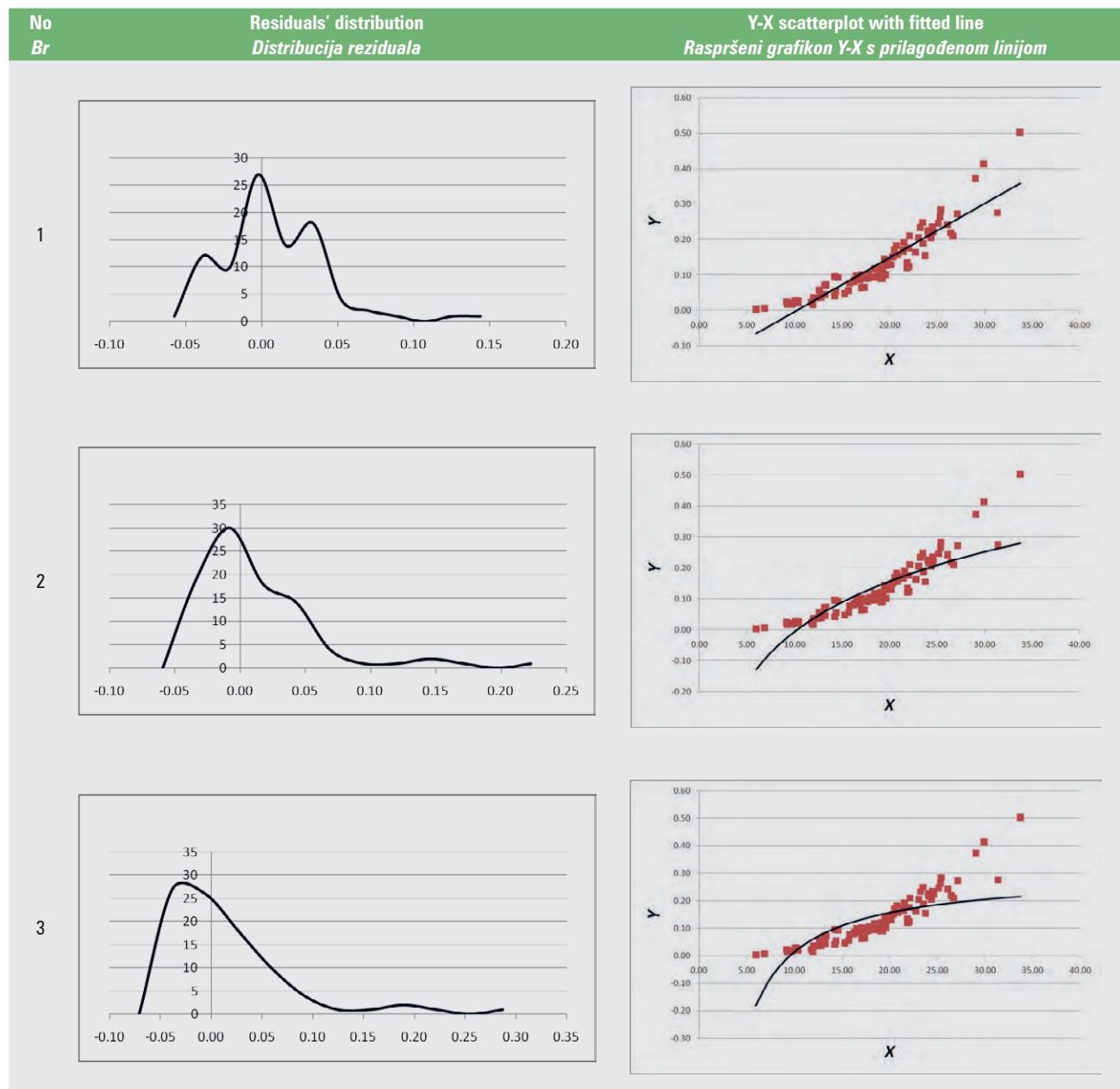
For demonstration purposes, columns A and B in the “data” spreadsheet are filled with a random number generator. By pressing the F9 key, one can observe all changes throughout the template.

In the spreadsheets from “1” up to “11”, the statistics of Tables 2 and 3 are calculated, for each of the 11 regression models of Table 1. The linearity test is calculated across cells C5:F5, the independence test in cell M2, the homoscedasticity test in cell AO2, the zero error test in cell AM5, and the normality test in cell AM8. When the regression assumption is not satisfied, the font in these cells turns red. In addition, the graph of the residuals’ distribution and the Y-X scatterplot, along with the fitted line, are given for each of the 11 regression models.

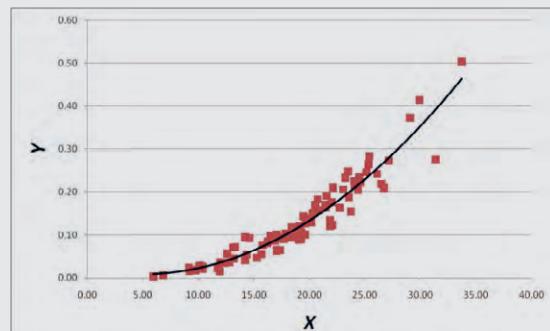
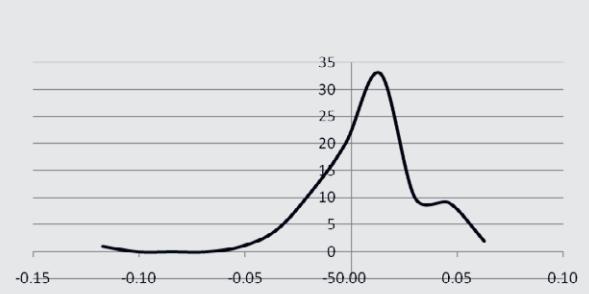
An example of these graphs produced from volume (V, m³) – diameter at breast height (DBH, cm) data (Y-X data) (Softa, 2023) is given in Table 4.

Table 4. Graphs produced with the LineFit template from sample Y-X data

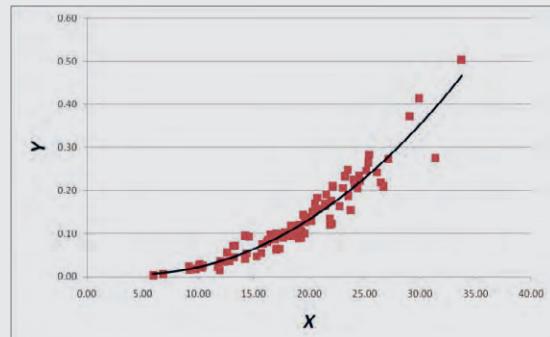
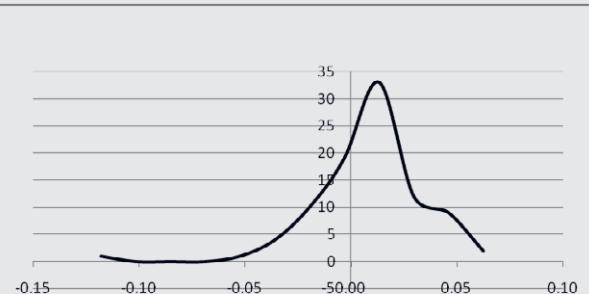
Tablica 4. Grafikoni proizvedeni pomoću predloška LineFit iz uzorka podataka Y-X



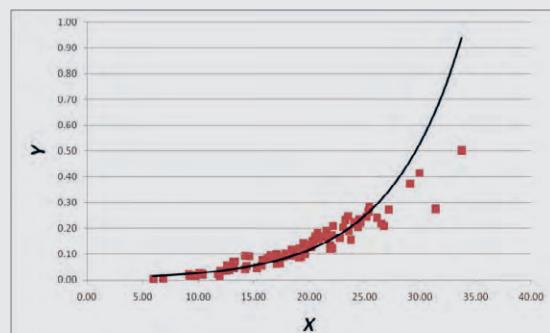
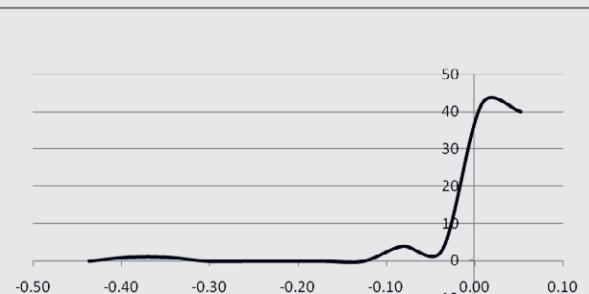
4



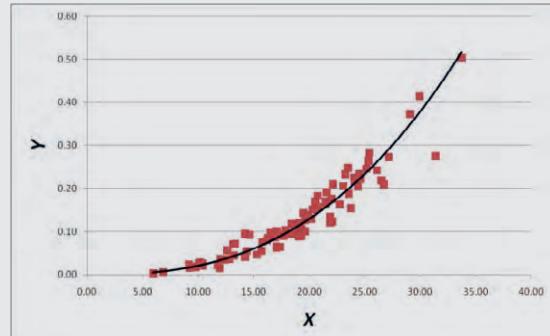
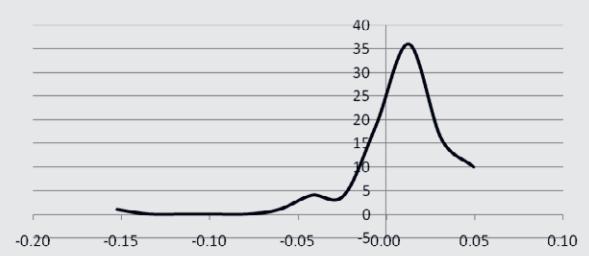
5



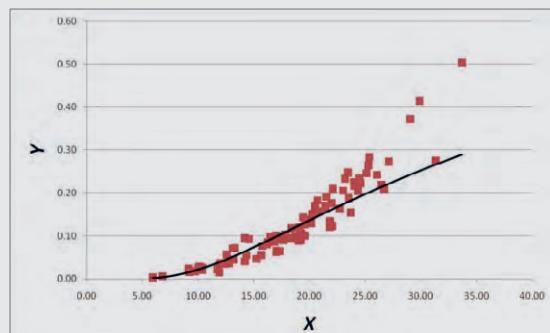
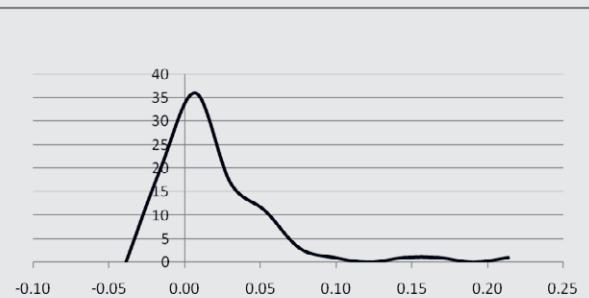
6

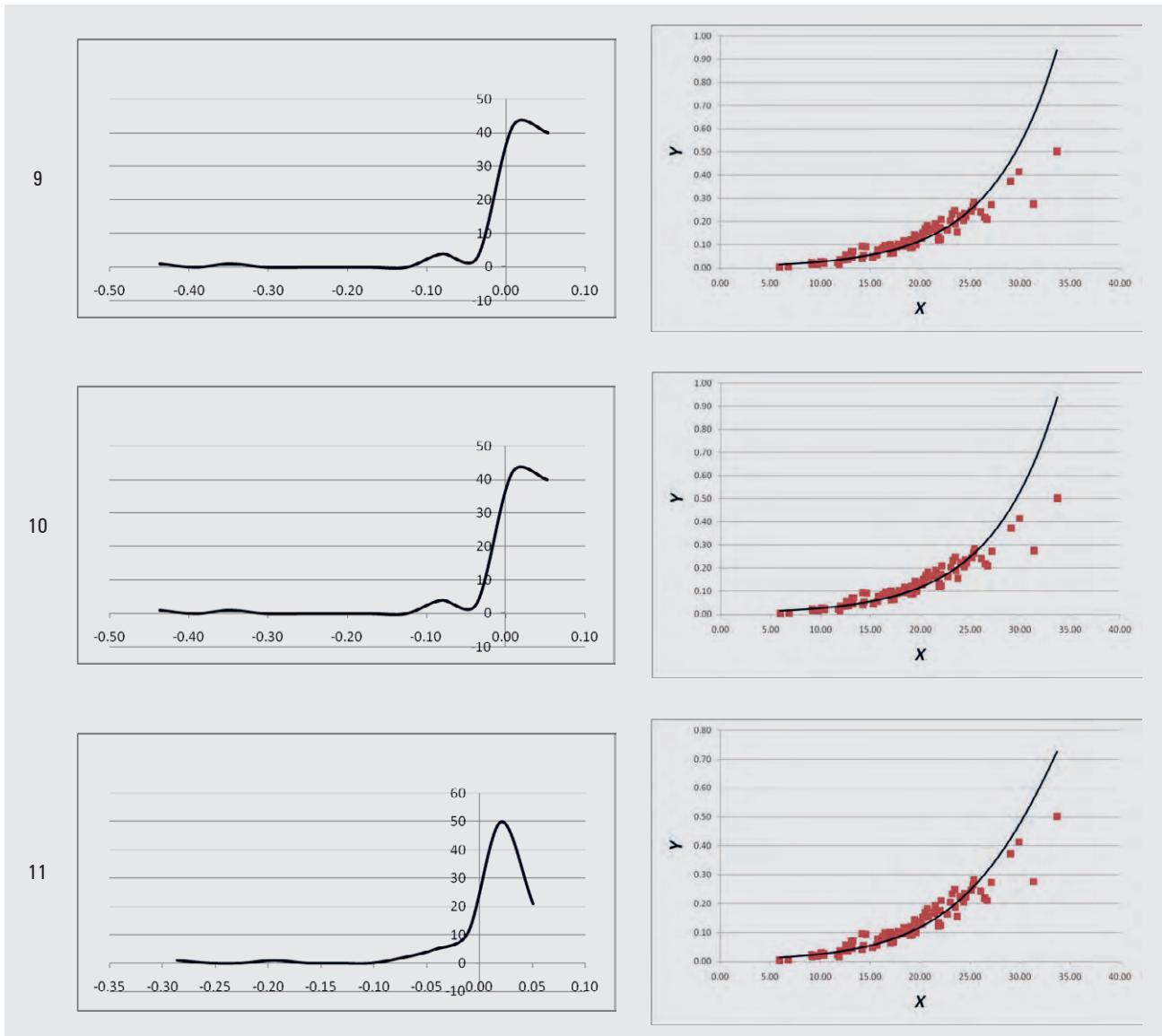


7



8





Regarding the statistical criteria for the comparison of the 11 regression models, the coefficient of determination R^2 is calculated in cell J2, the Standard Error of the Estimate (SEE) in cell K2, and the Root of the Mean Squared Error (RMSE) in cell L2 in the corresponding spreadsheet for each of the 11 regression models.

The regression assumptions listed in Table 2 and the statistical comparison criteria listed in Table 3 are both visible in their aggregated forms, in the “comparison” spreadsheet. At this point, the researcher has the opportunity to choose a particular regression model that will serve their needs in the most efficient way. When a regression assumption is not met, the font in these cells becomes red as well. Especially for the linearity test, when at least one regression coefficient is not statistically significantly different from zero, the “violated” message is displayed in red font. In the event that all regression coefficients are statistically significantly different from zero, the message “OK” is displayed.

Regarding the independence test, cells C3:C13 are conditionally highlighted. When a value is between 1.5 and 2.5, the cell is highlighted in dark green (optimum value), for a value between 1 and 1.5 or 2.5 and 3, the corresponding cell is highlighted in light green (acceptable value), and for a value >3 or <1 , the corresponding cell is highlighted in yellow (the assumption of independence is not met).

The cells where the three statistical comparison criteria are calculated (i.e., the cells H3:J13) are highlighted on a graduated scale, from dark green (best values) to yellow (worst values).

For the data by Softa (2023), the results of the “comparison” spreadsheet are given in Table 5. Based on these results, one might decide (subjectively, not necessarily) that the best fitted model is the power (no 7) model:

$$V = 0.000046 \cdot DBH^{2.6513}$$

Table 5. Results of the “comparison” spreadsheet

Tablica 5. Rezultati proračunske tablice usporedbe (“comparison”)

Model	Linearity	Regression Assumptions				Model	Comparison Criteria		
		Independence	Homoscedasticity	Residuals' zero mean	Residuals' normality		R ²	SEE	RMSE
1	OK	1.5438	0.0005	1.0000	0.0000	1	0.8577	0.0350	0.0346
2	OK	1.5459	0.1528	1.0000	0.0000	2	0.7273	0.0484	0.0479
3	OK	1.5640	0.8899	1.0000	0.0000	3	0.5438	0.0626	0.0619
4	violated	1.6663	0.0000	1.0000	0.0000	4	0.9197	0.0263	0.0260
5	violated	1.6733	0.0000	1.0000	0.0000	5	0.9198	0.0263	0.0260
6	OK	2.0161	0.0000	0.3513	0.0000	6	0.8174	0.0396	0.0685
7	OK	1.8419	0.0000	0.9686	0.0000	7	0.9172	0.0267	0.0273
8	violated	1.3253	0.0000	0.0467	0.0000	8	0.8664	0.0339	0.0403
9	OK	2.0161	0.0000	0.3513	0.0000	9	0.8174	0.0396	0.0685
10	OK	2.0161	0.0000	0.3513	0.0000	10	0.8174	0.0396	0.0685
11	OK	1.9999	0.0000	0.5945	0.0000	11	0.8695	0.0335	0.0469

because the linearity, independence and residuals' zero mean assumptions are not violated, and the comparison criteria have satisfactory values, compared with those of the other 10 models.

DISCUSSION AND CONCLUSION

RASPRAVA I ZAKLJUČAK

LineFit.xls is an all-in-one template whose outputs represent the behavior of eleven regression models, allowing any researcher to assess the fit of these models to their Y-X data. It is important to remember, however, that regression, as a parametric statistical process, may still perform pretty well even if some of the assumptions behind it are violated (Kitikidou et al., 2012; Kitikidou et al., 2013). Before rejecting a regression model because the assumptions are not met and choosing a non-parametric analysis, one should critically consider that non-parametric analyses employ rankings of values rather than the values themselves and hence cannot provide usable, quantitative estimations (Altman, 2009).

The LineFit.xls MS Excel template is available as a downloadable file on this journal's website to offer the scientific community an option to test and evaluate the most popular Y-X regression models with an all-in-one modeling tool.

REFERENCES

LITERATURA

- Altman, D., 2009: Parametric v non-parametric methods for data analysis, Brit. Med. J., 338:a3167.

- Archontoulis, S.V., F.E., Miguez, 2015: Nonlinear regression models and applications in Agricultural Research, Agron. J., 107(2): 786-798.
- Draper, N.R., H. Smith, 2019: Applied regression analysis, Wiley India Private Limited, Delhi, India.
- Durbin, J., G.S., Watson, 1950: Testing for serial correlation in least squares regression. I. Biometrika, 37(3/4): 409-428.
- Durbin, J., G.S., Watson, 1951: Testing for serial correlation in least squares regression. II. Biometrika, 38(1/2): 159-178.
- Ezequiel, M., K.A., Fox, 1959: Methods of correlation and regression analysis: Linear and curvilinear, John Wiley and Sons, New York, USA.
- Field, A.P., 2009: Discovering statistics using SPSS, SAGE, California, USA.
- Freese, F., 1964: Linear regression methods for Forest Research, U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory.
- Jarque, C.M., 2011: Jarque-Bera Test,in: Lovric, M. (ed) International Encyclopedia of Statistical Science. Springer, Berlin, Germany, pp 701-702.
- Kitikidou, K., 2005: Applied statistics using the SPSS statistical package,Greek, Tziola publications, Thessaloniki.
- Kitikidou, K., E., Milios, L., Iliadis, M., Kaymakis, 2012: Combination of M-estimators and neural network model to analyze inside/outside bark tree diameters, IFIP Adv. Inf. Comm. Te., 381:11-18.
- Kitikidou, K., E. Milios, L. Iliadis, M., Kaymakis, 2013: Pilot neural modeling of the inside bark tree diameter. A comparative study with robust regression, Eng. Intell. Syst., (2/3): 125-131.
- Koenker, R., G., Bassett, 1982: Robust tests for heteroscedasticity based on regression quantiles, Econometrica, 50(1): 43-61.
- Mathews, J.H., 1987: Numerical methods for computer science, engineering, and Mathematics, Prentice-Hall, New Jersey, USA.

- Softa, E. 2023: Dendrometrical characteristics of *Robinia pseudoacacia* in degraded areas of Xanthi region. MSc thesis, Democritus University of Thrace, Greece.
- SPSS, Inc., 2007: SPSS statistics base 17.0 user's guide, Chicago, USA.
- Student, 1908: The probable error of a mean, Biometrika, 6(1): 1-25.
- Wackerly, D.D., W., Mendenhall, R.L., Scheaffer, 2012: Mathematical statistics with applications, Brooks/Cole, California, USA.

SAŽETAK

Ključni izazov u bilo kojem području koje proučava okoliš (šumarstvo, poljoprivreda itd.), koji stavlja naglasak na analizu podataka u svrhu donošenja odluka i rješavanja problema, procjena je zavisne okolišne varijable (Y) kroz nezavisnu varijablu (X). U ovom radu predstavljen je predložak programa Microsoft Excel za procjenu jedanaest popularnih regresijskih modela Y-X. Svaki istraživač moći će koristiti LineFit.xls kao alat za modeliranje za procjenu jedanaest regresijskih modela i odabir modela koji najbolje odgovara njihovim podacima provođenjem testova na svim regresijskim pretpostavkama i uspoređivanjem modela koristeći najčešće kriterije usporedbe. Budući da je Microsoft Excel program široke primjene i jednostavan je za korištenje, omogućuje jednostavno ažuriranje, proširenje i personalizaciju testova kako bi se zadovoljile pojedinačne potrebe.

KLJUČNE RIJEČI: prilagodba podataka, modeliranje podataka, usporedba prikladnosti, MS Office softver

HRVATSKA AKADEMIJA
ZNANOSTI I UMJETNOSTI



CROATIAN ACADEMY
OF SCIENCES AND ARTS

CENTAR ZA ZNANSTVENI RAD U VINKOVCIIMA
THE CENTER FOR SCIENTIFIC WORK IN VINKOVCI



HRVATSKE ŠUME, DRUŠTVO S OGRANIČENOM ODGOVORNOŠĆU

ZNANSTVENI SKUP

GOSPODARENJE ŠUMAMA HRASTA LUŽNJAKA U PROŠLOSTI, SADAŠNJOSTI I BUDUĆNOSTI

U POVODU OBILJEŽAVANJA 150 GODINA ZNANSTVENOGA I
ORGANIZIRANOGA PRISTUPA ŠUMARSTVU JUGOISTOČNE SLAVONIJE
I DJELOVANJA BRODSKE IMOVNE OPĆINE (1873. – 1942.)

Vinkovci, 18. – 19. travnja 2024.
Velika županijska vijećnica, Glagoljaška 27, Vinkovci



220. GODIŠNICA ROĐENJA ANTUNA TOMIĆA, ISTINSKOG ŠUMARSKOG INTELEKTUALACA SVEVREMENSKIH PROMIŠLJANJA O GOSPODARENJU ŠUMAMA

220TH BIRTH ANNIVERSARY OF ANTUN TOMIĆ, A TRUE
INTELLECTUAL AND THE GREAT MIND OF FORESTRY SCIENCE

Krunoslav TESLAK^{1*}, Martina TESLAK², Milan VRBANUS³

SAŽETAK

Temelji moderne šumarske znanosti i struke u Hrvatskoj (preporodno razdoblje) postavljeni su tijekom 19. stoljeća. U relativno kratkom vremenu sredinom 19. stoljeća osnovano je Hrvatsko-slavonsko šumarsko društvo (1846), pokrenut je Šumarski list (1877), osnovano Gospodarsko-šumarsko učilište u Križevcima (1860), usvojen Zakon o šumama za cijelu Austro-Ugarsku Monarhiju (1852), proveden „Zakon o imovnih općina u hrvatskoj i slavonskoj vojnoj Krajini“ (1873) i započela je s radom Šumarska akademija na Sveučilištu u Zagrebu (1898). Razdoblje je obilježeno i pojavom većeg broja stručno obrazovanih šumarskih stručnjaka, koji su višu i visoku šumarsku naučnabrazbu stjecali u šumarskim učilištima u Hrvatskoj (Križevci) ili drugim europskim centrima. Među njima posebno se ističe Antun (Ante) Tomić rođen 1803. godine u Vinkovcima, čije je djelovanje obilježilo sve nabrojane događaje u 19. stoljeću, a važne za hrvatsko šumarstvo. Iako se o djelovanju Antuna Tomića već pisalo i ranije (npr. Nenadić, Kerstenčanek, Piškorić i drugi) 220. godišnjica njegova rođenja dobar je povod za prisjećanje na Tomićev doprinos šumarskoj struci i hrvatskoj domovini. Cilj ovoga rada je prikazati Tomićovo djelovanje u kontekstu suvremenih izazova šumarske znanosti i struke. Antun Tomić završio je trogodišnje obrazovanje u Mariabrunnskom (Beč) šumarskom učilištu, a nakon vježbeništva obavljao je odgovorne funkcije carsko-kraljevskog nadšumara u nizu pukovnija Vojne krajine. Paralelno se bavio znanstvenim radom te iznio niz promišljanja o normalnoj drvnoj zalihi, razvoju šuma, modela uređivanja šuma i osiguranju potrajanosti šuma. Autor je organizacijskih reformi u šumarstvu Vojne krajine („Naputku za izlučenje imovno-občinskih šuma u Krajini“ iz 1871. godine), osnivač i prvi predsjednik Hrvatskog šumarskog društva te vrstan šumarski stručnjak i znanstvenik, koji svoje opsežno radno iskustvo pretače u primjenjive znanstvene radeve iz gotovo svih područja šumarstva. Poveznica u svim radovima je očuvanje šuma te uspostava normaliteta i kroz normalitet potrajanost gospodarenja. Pri tomu istančan Tomićev osjećaj za prirodnost očituje se u traženju preciznije prostorne stratifikacije šuma, preciznijeg utvrđivanja prirasta šume, fleksibilnijeg definiranja etata, većeg ulaganja u zaštitu i njegu šuma (posebno na narušenom (npr. krškom) staništu, a sve u cilju osiguranja potrajanosti gospodarenja šumama. Tomić sve nabrojane postavke uokviruje u svoju racionalnu metodu uređivanja šuma, tada vrlo naprednu kombiniranu metodu koja uvažava stvarno stanje i mogućnosti šuma. Pogledi Antuna Tomića na šumarstvo temelj su i današnje suvremene hrvatske šumarske struke, a težnja za uspostavom prostorno-vremenskog i struktturnog normaliteta šuma, time i potrajanost gospodarenja istima, trajan su izazov i cilj.

KLJUČNE RIJEČI: Antun Tomić, Hrvatsko šumarsko društvo, imovne općine, Vojna krajina, šumarski znanstvenici, povijest šumarstva

¹ Izv. prof. dr. sc. Krunoslav Teslak, Fakultet šumarstva i drvine tehnologije Sveučilišta u Zagrebu

² Martina Teslak, mag. ing. silv., Drvodjelska škola Zagreb

³ Dr. sc. Milan Vrbanus, Hrvatski institut za povijest, Podružnica za povijest Slavonije, Srijema i Baranje

*dopisni autor: Krunoslav Teslak, kteslak@sumfak.unizg.hr

UVOD INTRODUCTION

Brojni šumarski stručnjaci i znanstvenici ugradili su svoje cjelokupno životno djelovanje u napredak šumarstva u Hrvatskoj. U povijesnim okolnostima 18. stoljeća u kojima je školovanih ljudi bilo malo, djelovanje šumarskih intelektualaca nadilazi šumarstvo. Prošireno je na razvoj i očuvanje nacionalne i državotvorne samosvjesnosti te prirodnih i društvenih izvora koji su temelj svake državnosti. Početak značajnijeg razvoja šumarske struke i znanosti vezan je uz marijaterezijanske, a potom i jozefinske aktivnosti na modernizaciji Habsburške Monarhije, pa tako i Hrvatske pod utjecajem austrijskih, odnosno njemačkih kameralaša te industrijsku revoluciju tijekom druge polovine 18.. stoljeća. Zbog sve većih potreba za drvom i financijskim sredstvima za modernizaciju agrarne proizvodnje, u 19. stoljeću se javlja zabrinutost za prekomjerno iskorištavanje šuma (Matić i Oršanić 2014, Horbec 2005, Kolar-Dimitrijević 2005, Kolar-Dimitrijević 2005, Buczynski 2005, Župan i Vrbanus 2023). U to je doba hrvatski prostor podijeljen politički i ustrojbeno na četiri dijela: civilnu Hrvatsku, vojnu Hrvatsku, Dalmaciju i Istru. Njihovo zajedničko obilježje je vrhovna vlast bečkih institucija. Hrvatski šumari osjećaju da vlasnici stranog kapitala prekomjerno iskorištavaju šume i značajno smanjuju šumsko prirodno bogatstvo. U civilnom dijelu Hrvatske trude se to smanjiti ograničavanjem sječe, koje su nakon 1867. pokušali provesti odlukama Zemaljske vlade pozivajući se na načelo potrajanosti gospodarenja. Istovremeno, hrvatski politički krugovi nastoje stvoriti autonomne institucije s hrvatskim predznakom u nazivima i djelovanju. Ako nekoga od brojnih zasluznih šumara toga vremena treba izdvojiti, to je svakako Antun (Ante) Tomić. Njegovo djelovanje je zbog izrazitog obrazovanja, profesionalnog iskustva, dugovječnosti i smjelosti u zastupanju vlastitih spoznaja i stavova obilježilo cijelo 19. stoljeće. Bilo je to stoljeće velikih društvenih (ukidanje feudalizma) i ustrojstvenih promjena (ukidanje Vojne krajine i pripojenje Banskoj Hrvatskoj, osnutak Imovnih općina) koje su rezultirale objedinjavanjem hrvatskog prostora u jedinstvenu pravno-političku cjelinu.

Antun Tomić je kroz cijelo svoje djelovanje zastupao uspostavu gospodarenja šumama utemeljenog na oponašanju prirodnog razvoja šuma, finom raščlambom šuma prilagođenom staništu i iskorištavanju šuma u skladu s prirodom. Veseli da se upravo 220. godišnjica rođenja, zasluznog velikana, poklopila s početkom djelovanja diplomskog studija na stranom jeziku (za strane studente) na Fakultetu šumarstva i drvene tehnologije Sveučilišta u Zagrebu pod nazivom Prirodno gospodarenje šumama, kako bi se cijelom svijetu približio zahtjevniji i skupljivi, ali održiviji model šumarstva. Model koji hrvatski šumarski znanstvenici i stručnjaci promoviraju već stoljećima.

Kako prolazi vrijeme sve je više okruglih obljetnica povodom kojih je već prije pisano o liku i dijelu carsko-kraljevskog nadšumara Antuna Tomića. 220. godišnjica njegova rođenja zasigurno je nova prilika prisjetiti se djelovanja Antuna Tomića na razvoju šumarske znanosti, te oblikovanju promišljanja budućih generacija hrvatskih šumara o modelu šumarstva u Hrvatskoj, obilježenog stalnom nastojanjem za očuvanjem potrajanosti gospodarenja. Cilj ovoga rada je kroz okolnosti 21. stoljeća prikazati lik i djelo Antuna Tomića povodom 220. godišnjice njegova rođenja i ususret 130-godišnjici njegove smrti.

ŠKOLOVANJE I SLUŽBE EDUCATION AND EMPLOYMENT

Antun (Ante) Tomić rođen je 3. siječnja 1803. godine u Vinkovcima. Vinkovci su u to vrijeme sjedište Brodske pukovnije (VII.) i njezine devete (IX.) satnije. Tomićev otac bio je vojni službenik, a vojna vlast uobičajeno je premještala svoje službenike. Tako je Tomićev otac premješten iz Vinkovaca u službu u Srijemsku Mitrovicu, gdje Antun završava osnovnu školu na službenom njemačkom jeziku. Od 1818. godine polazi Vinkovačku gimnaziju. Gimnazijsko obrazovanje trajalo je šest godina. Nakon toga dobiva stipendiju kao krajiški pitomac (šumarska služba u Vojnoj krajini bila je vojna služba) nastavlja školovanje na Šumarskom zavodu (školi) u Mariabrunnu. U njegovoj generaciji za šumarske stručnjake obrazovali su se iz Hrvatske Josip Kragl i Stanislav Dragančić (Kesterčanek 1883).

Šumarski zavod u Mariabrunnu osnovan je 1813. godine i u tom vremenu je najznačajnije šumarsko učilište u Habsburškoj Monarhiji te vodeće u svijetu. Školovanje je trajalo dvije ili tri godine. Nakon završene tri godine dobivalo se zvanje carsko-kraljevskog šumara odnosno šumarskog stručnjaka s pravom samostalnog vođenja šumskog gospodarstva. Za kasnija napredovanja u karijeri tj. postavljanje na više funkcije i rukovodeća mjesta vrednovalo se neformalno obrazovanje tj. radno iskustvo, kvaliteta rada, podobnost i lojalnost (Župan 2017).

Učilište je smješteno u prethodno nacionaliziranom Augustinskom samostanu, što je bio uobičajeni smještaj prvih učilišta. Organizirano je prema uzoru na vojna učilišta Monarhije što znači strogu disciplinu, obvezne uniforme i planiran dnevni raspored polaznika. Već od 1816. godine učilište je raspolagalo s kemijskim laboratorijem, botaničkim vrtom i zbirkom šumskih kukaca. U prvoj školskoj godini učili su se aritmetika, algebra i njihova primjena u šumarstvu, zatim šumska botanika, fiziologija, entomologija, mineralogija, fizika, kemija, tehnologija i crtanje. Polaznici prve godine išli su na obvezne stručne ekskurzije. U okviru druge godine učila se praktična geometrija, oblici siječja šuma, korištenje šuma, pošumljavanje, zaštita šuma, izrada planova i crtanje šumskih karata. Na trećoj godini učilo se

Tablica 1. Popis studenata šumarstva s područja Slavonije u Šumarskom zavodu u Mariabrunnu (Župan 2017)**Table 1.** List of forestry students from Slavonia at the Forestry school in Mariabrunn (Župan 2017)

Prezime i ime – Surname and first name	Mjesto rođenja – Place of birth	Pokrajina – County	Razdoblje školovanja – Period of education
Bogicевич Anton	Vinkovce	Slavonien	1822. – 1823.
Tomich Anton	Vinkovce	Slavonien	1824. – 1826.
Kermptotic Ferdinand	Vinkovce	Slavonien	1829. – 1831.
Benakovic Anton Stitt	Stitt	Slavonien	1835. – 1836.
Kedascic Franz	Babinagreda	Slavonien	1839. – 1840.
Kadich Franz	Vinkovce	Slavonien	1840. – 1841.
Srankovic Anton	Vinkovce	Slavonien	1840. – 1842.
Zauner Michael	Vinkovce	Slavonien	1843. – 1844.
Danhelovsky Adolf		Slavonien	1844. – 1845.
Ettinger Josef	Neu-Gradiska	Slavonien	1846. – 1848.
Tomljanovic ?.	Ivankova	Slavonien	1850. – 1851.
Csordasich Franz	Vinkovce	Slavonien	1851. – 1852.
Aubert Demeter	Mitrovic	Slavonien	1852. – 1853.
Mikesic Michael	Sibinj	Slavonien	1852. – 1854.
Magyarevic Johann	Vinkovce	Slavonien	1853. – 1854.
Baric Georg		Slavonien	1857. – 1858.
Mallin Virgl	Semeljci	Slavonien	1860. – 1861.
Zikmundovsky Ferdinand	Esseg	Slavonien	1862. – 1863.
Pavic Karl	Pozega	Slavonien	1863. – 1863.

o šumskoj mehanici, organizaciji i upravljanju šumama, praktičnom mjerenu šuma, praktičnom uređivanju šuma, praktičnom pošumljavanju te o lovstvu (Župan 2017). Godine 1867. u skladu s reformom visokog školstva u Monarhiji, Zavod postaje Šumarska akademija u Mariabrunnu te samostalno djeluje sve do 1872. godine kada postaje sastavnica Visokog učilišta (Sveučilišta) za kulturu tla u Beču (Universität für Bodenkultur, Wien), u čijem programu je paleta šumarskih studija i danas.

Koliki je doprinos šumarstvu Austrijskog carstva i središnje Europe ljudi iz Slavonije svjedoči broj studenata šumarstva koji su studirali u periodu djelovanja zavoda u Mariabrunnu, odnosno do otvaranja hrvatskog učilišta 1860. godine u Križevcima (tablica 1).

Vezano za Tomićovo školovanje važno je istaknuti da su samo uspjeh na prve dvije godine i preporuka omogućavali upis (i stipendiju) na treću godinu. Uspješno završivši i treću godinu Tomiću se automatski otvara mogućnost konkuriranja na čelne funkcije i bavljenje uređivanjem šuma i šumskogospodarskim planiranjem, što se tada apsoluiralo samo na trećoj, završnoj godini i smatralo krunom šumarskog obrazovanja (Piškorić 1994).

Po završetku školovanja, 1. rujna 1827. godine, nastupa u službu u svojstvu šumarskog vježbenika kod Gradiške pu-

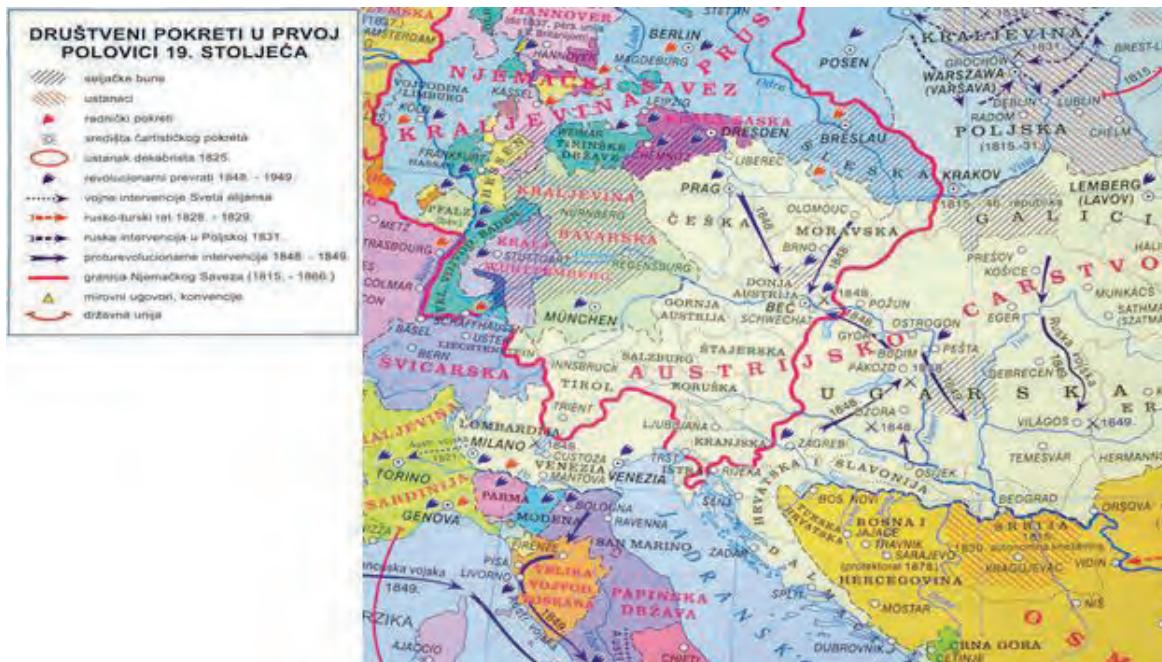
kovnije (današnje područje Nove Gradiške). Završetkom vježbeništva, u studenom 1829. godine, iz Gradiške pukovnije odlazi na službu u Vlaško-Illirsku pukovniju u Banat (sjedište Srijemska Mitrovica) na dužnost privremenog „obilazitelja“ šuma Šumarskog ureda u Bosoviću (Kersterčanek 1883).

Godine 1831. se vraća u Brodsku pukovniju, u Vinkovce, gdje ostaje do kraja travnja 1835. godine kada odlazi na istu funkciju u Slunjsku pukovniju. Već 1843. godine nalazio se na dužnosti „nadzornika lugovah u carsko kraljevskoj narodnoj ogulinskoj regimenti br. 31.“ gdje ostaje do rujna 1844. godine (Piškorić 1994).

Nakon gotovo 18 godina službe dobiva prvu čelnu funkciju te je od rujna 1844. do 1851. godine na dužnosti c. kr. šumarskog „poglavice“ kod Đurđevačke pukovnije u Bjelovaru. Godine 1851. na osnovi raspisanog natječaja nastupa na mjesto „katastralnog“ povjerenika za šumske procjene u novoustrojenom „zemljariškom“ katastru u Zagrebu. Početkom 1859. godine prelazi iznova u krajisku službu te je upućen u Belu Crkvu u Banatu (od svibnja 1860. godine nalazi se u svojstvu „šumarnika“ u Karansebešu. 1. lipnja 1867. godine dolazi u Krajiško šumsko ravnateljstvo Krajiškog vojnog zapovjedništva u Zagrebu, gdje ostaje do umirovljenja 1. ožujka 1872. godine (Kersterčanek 1883).

AKTIVIZAM I DRUŠTVENO DJELOVANJE ACTIVISM AND SOCIAL WORK

Tomić nikada nije slijepo provodio zakonodavne okvire u gospodarenju šumama (Piškorić 1994, Kersterčanek 1893) već je neprestano promišljao o gospodarenju šumama koje je nastojao unaprijediti ili barem prilagoditi društvenim i prirodnim okolnostima u kojima je djelovao. Tako je već 1843. izradio elaborat o „*Manjkavostima šumarske uprave u Krajini, kao i o uzrocih njenih, ter učinih kojimi bi se ti odnošaji popraviti mogli*“. Vojno zapovjedništvo elaborat je i prihvatio, što svjedoči i nagrada od 80 forinti (dnevnička majstora orguljaša bila je oko 3 forinte). Dostavilo ga je „*šumarskim ravnateljstvima, kao i pojedinim pukovnijskim upraviteljstvima na očitovanje, za daše konačno o njemu zaključak uzmogne stvoriti*“. Kako je elaborat u osnovi bio kritika dotadašnjeg rada šumarskih ravnateljstava odgovori su bili negativni, a prijedlog stavljen „*in suspenso*“ (Piškorić 1994). Međutim, Tomićev trud i kritika nisu bili uzaludni jer su njegovi prijedlozi za poboljšanje gotovo u potpunosti usvojeni u novom Naputku o uređenju šumarstva u Krajini od 7. veljače 1860., ali su zasluge uvelike pripisane drugima. Druga Tomićeva inicijativa je elaborat kojeg piše 1875. godine kada započinju intenzivne sječe hrastika, u kojemu poziva na reguliranje i unaprjeđenja njihovog pomlađivanja. Osnovne postavke elaborata iznosi u članku „*K poglavljju potrajanog uživanja šuma*“ objavljenog u Šumarskom listu 1886. godine. Na str. 291. čitamo: „*Znamo … da je opstanak*



Slika 1. Karta njemačkog saveza i Austrijskog carstva polovinom 19. stoljeća <https://hsk.com.hr/povijesne-karte/zidne-karte/europa-u-prvoj-polovici-19-stoljeća-1815-1849/>

Figure 1. Map of the German Confederation and the Austrian Empire in the middle of the 19th century

suma samo onda osiguran, ako se dobi obhodnje odgovara-juća godišnja sječivna površina, također i odmah opeć omladi odnosno zagaji“. Stoga bi se „Kupci, odnosno drvotršći, imali obvezati, da normalne sjećine moraju do proljeća, odnosno ako li se radi o umjetnoj sadnji žira pod motiku, do sljedeće jeseni iza sječe osnažiti od ležećeg drva i odpadaka, ter šumskoj upravi čiste predati“ (prema Kersterčanek 1883). Naime do tada takva obveza nije postojala, a šumske uprave same nisu odmah pošumljavale te je „sumište obrasio dračem i korovljem“ koje se moralno kasnije pripremiti za sadnju, pa se „uslijed tih troškova pokazuje vrlo dvojbena ona dobit, koja se tobože... unovčenjem šuma prikazuje“ (str. 292) (Piškorić 1994). I taj elaborat nije prihvaćen, ali ipak svjedočimo kako su uz stalni pritisak hrvatskih šumara poput Tomića, Kosa, Šporera (Ugrenović 1926), Kozarca i drugih (Matić i Oršanić 2014) hrastici uspješno obnovljeni i danas predstavljaju neprocjenjivu vrijednost.

O Tomićevom statusu govori povjerenje koje mu je uka-zano u procesu razvojačenja i ukidanja Vojne krajine. Bit je u izradi modela transformacije vlasništva nad šumama, koje su do tada bile državne s pravima korištenja stanovi-ništva, prema imovnim općinama, tj. obliku svojevrsna di-onička društva s brojnim dioničarima. Kompletna reforma odvijala se prema Tomićevoj zamisli objavljenoj u „Naputku za izlučenje imovno-občinskih šuma u Krajini“ iz 1871. go-dine. Na temelju tog naputka formirane su imovne općine kroz koje se gospodarilo velikim dijelom najvrjednijih šuma sve do početka 2. svjetskog rata (Anić 2014).

Svaki odškrinuti prostor za uspostavu krovne organizacije hrvatskih šumara Tomić uz suvremenike poput Franje Špo-lera i Dragutina Kosa koristi najbolje u danim okolnostima. Tako prvo uspostavljuju samostalni Odsjek za šumarstvo pri Hrvatsko-slavonskom gospodarskom društvu (HDSD 1846). Tada je Tomić bio odbornik. Na skupštini 1851. izabran je za tajnika, a 1852. ponovno za odbornika. Zbog uvođenja apsolutističke vladavine rad svih građanskih udruga, pa tako i šumarskih, je utihnuo 1855. godine. Od spomenutih osnivača jedino je Tomić doživio obnovu Hrvatsko-slavonskog šumarskog društva (HSŠD) 1876., kada je biran za predsjednika Privremenog odbora zaduženog za pripremu skupštine i izradu društvenih pravila. Iste go-dine, već kao umirovljenik, izabran je za prvog predsjed-nika društva, a 1877. za počasnog člana HSŠD „za zasluge oko promicanja društvenih interesa“ (Anić i dr. 2012).

DRUŠTVENE OKOLNOSTI NJEGOVA DOBA THE SOCIAL CIRCUMSTANCES OF HIS TIME

Antun Tomić bio je izuzetno aktivan ne samo za vrijeme radnog vijeka (do 1872. godine), već cijelog životnog vijeka do smrti 1894. godine. Obilježio je 19. stoljeće u hrvatskom šumarstvu, ali i cijelom hrvatskom društvu. Stoljeće je to u kojem prestaje osmanska prijetnja prema austrijskom car-stvu (mir u Srijemskim Karlovциma još od 1699. godine) te potreba za Vojnom krajinom gubi smisao. Naime, već zaključenjem mira u Srijemskim Karlovциma područje Varaž-dinskog generala više nije graničilo s Osmanskim Car-

stvom, pa ga je već kralj Leopold I. ukinuo i pripojio Kraljevini Hrvatskoj Dalmaciji i Slavoniji, odnosno stavio pod jurisdikciju hrvatskog Sabora, ali je ubrzo odustao od toga zbog situacije u Mađarskoj (ustanak kurucu). Hrvatsko pleme i dalje je nastojalo nagovoriti njegove nasljednike da ispune Leopoldovo obećanje, što nikada nije proveno, pa je Varaždinski generalat ukinut tek 1873. Unatoč tomu austrijska kruna okljeva s ukidanjem Vojne krajine, jer su joj krajiške postrojbe tijekom 18. i 19. stoljeća bile potrebne u unutrašnjim sukobima s Mađarima, kao i vanjskim sukobima s Pruskom i Francuskom. Osim toga, troškovi izdržavanja krajiških pukovnija bili su primjerice 1862. godine četiri puta manji od troškova linijskih pukovnija, što je također utjecalo na odugovlačenja s ukidanjem vojnokrajiškog sustava (Valentić 1965, Valentić 1978, Peters 2004, Cerić, 2009). Šumarstvo u kontinentalnoj Hrvatskoj bilo je podvojeno kao cjelokupno hrvatsko biće na civilnu (bandsku) Hrvatsku i Vojnu krajinu. U civilnoj Hrvatskoj društvo se do 1848. zasniva na feudalnim podložničkim odnosima, a u Vojnoj krajini na vojnom ustroju. Sva imovina na tom području bila je državna, a pod upravom Dvorske komore. Kao dio Habsburške Monarhije kontinentalni dio Hrvatske bio je do sklapanja Austro-ugarske nagodbe 1867. godine pod njemačkim utjecajem u metodama i promišljanjima vezanim za šumarstvo, a iskazanim kroz zakonske uredbe o šumarstvu temeljene na spoznajama i poštavama njemačke škole šumarstva. Poslije poraza habsburške vojske u bici kod Magente i Solferina (1859) bečki dvor odustaje od centralizma i apsolutizma, što se u šumarstvu očituje osnivanjem Hrvatsko-slavonskog gospodarsko-šumarskog učilišta u Križevcima 1860. godine, obnovom šumarskog društva 1876. godine, te ukidanjem Vojne krajine 1881. godine i priključenjem njezinog područja civilnoj Hrvatskoj, odnosno podvrgavanjem pod upravu Bana i Sabora. Veći dio 19. stoljeća obilježava nacionalna integracija, odnosno stvaranje hrvatske nacije te usporedno nastojanje njemačkih, a posebice mađarskih političkih krugova na suzbijanju hrvatske nacionalne svijesti. Pritom ovo razdoblje obilježava i izmjena nastojanja njemačkih i mađarskih političkih krugova u nametanju njemačkog i mađarskog jezika, odnosno njemačkog i mađarskog utjecaja. Sklapanjem Ugarsko-hrvatske nagodbe (1867.) započelo je polustoljetno razdoblje nastojanja mađarskih političkih krugova u nametanju mađarskog jezika i utjecaja. (Šidak i dr., 1968, Dobrovšak 2016, Cipek i Švoger 2016) U takvim okolnostima djeluje i Tomić koji nastoji sprječiti prekomjernu sjeću šuma te narušavanje potrajanosti koje strani koncesionari lako dogovaraju s nenarodnim stranim vladarima. Sačuvati prirodne resurse za neka bolja vremena prožima njegovo djelovanje. Kako šumarstvo i šume nekog područja uvelike ovisi o staništu vrlo je teško donijeti ispravne, a jedinstvene metode za cijelo veće područje (slika 1). Tomić je u samoj provedbi osjećao nedostatke propisa s metodama definiranim za uvjete jednovrsnih šuma četinjača usmjerene na povećanje dobiti (proizvodnosti) na uštrb dugoročne održivosti i stabilnosti naših hrastovih i drugih šuma. Otuda Tomićeve rasprave s utjecajnim šumarskim znanstvenicima pruske i saske škole šumarstva. Posebno kritizira rade Hartiga (1764. – 1837.), Cotte (1763. – 1844.) Heyera (1826. – 1883.), Hundeshagena (1783. – 1834.), Judeicha (1828.- 1894.) i Presslera (1815. – 1886.). Tomić predlaže preoblikovanje nametnutih mu metoda krutog definiranja normaliteta šume u smjeru usklađivanja sa stvarnim stanjem šuma, potrebonim postupne uspostave normaliteta, preciznijom razdiobom staništa šuma, a sve u cilju dugoročne potrajanosti gospodarenja šumama.

statke propisa s metodama definiranim za uvjete jednovrsnih šuma četinjača usmjerene na povećanje dobiti (proizvodnosti) na uštrb dugoročne održivosti i stabilnosti naših hrastovih i drugih šuma. Otuda Tomićeve rasprave s utjecajnim šumarskim znanstvenicima pruske i saske škole šumarstva. Posebno kritizira rade Hartiga (1764. – 1837.), Cotte (1763. – 1844.) Heyera (1826. – 1883.), Hundeshagena (1783. – 1834.), Judeicha (1828.- 1894.) i Presslera (1815. – 1886.). Tomić predlaže preoblikovanje nametnutih mu metoda krutog definiranja normaliteta šume u smjeru usklađivanja sa stvarnim stanjem šuma, potrebonim postupne uspostave normaliteta, preciznijom razdiobom staništa šuma, a sve u cilju dugoročne potrajanosti gospodarenja šumama.

PREGLED OBJAVLJENIH ZNANSTVENIH RADOVA

OVERVIEW OF THE PUBLISHED SCIENTIFIC WORKS

Antun Tomić kao praktični šumarski stručnjak prva svoja promišljanja objavljuje kroz više elaborata kojima nastoji utjecati na reorganizaciju gospodarenja šumama u Vojnoj krajini. Prvi članak objavljuje u „Listu mesečnom horvatskog slavonskog Gospodarskog društva“ 1843. godine u brojevima 9, 11 i 12 pod naslovom „Predlog kako da se občuvaju šume u potrebitom stališu, i kojih se pri tom pravilah deržati valja“ (Tomić 1843). Tomić tada djeluje u Ogulinskoj pukovniji kao „nadzornik lugovah u c. kr. narodnoj ogulinskoj regimenti br. 3“ (Piškorić 1994). Tomić u tom članku poziva na potrebu očuvanja strukture šuma te povećanje proizvodnje kroz unapređenje postojećih šuma i pošumljavanje pogodnih, a trenutno obešumljenih površina. Promišljanja proizlaze iz bojazni za nestankom šuma i padom šumovitosti koja se širi Europom uslijed industrializacije. Koliko je bio svjestan uloge uređivanja šuma u tom kontekstu svjedoči citat: „*još prije dvadesetak godina mislili ljudi, da šume ima u izobilju, i gdje su poradi toga šume, kojeobarajuće dravlje bez razloga, koje obratjavajući ih na svrhe gospodarske, znamenito izkrčile*“. Stoga treba „*obdržavati pravi razmjer medu potroška dervah i odgovarajućeg stanja šumah*“. Napredno je to razmišljanje gdje je uloga uređivanja šuma održavanje ravnoteže između potražnje društva i proizvodnih mogućnosti ekosustava, a količina proizvodnje (sjeće) drva proizlazi iz količine potrebnih šumsko-uzgojnih rada ovaj potrebonim za obnovom i njegama šuma. Dodatne količine drva, a bez narušavanja potrajanosti, mogu se proizvesti samo povećanjem površine pod šumama. Stoga Tomić dalje u radu navodi primjer pošumljavanja neobraslog šumskog zemljišta u okolini Bosiljeva. Sam opis postupka glasi: „*Tu su po lepom suhom vremenu rano u proljeće vas berek i paprat, koj je već verlo gusto bio uzrasto, upalili i do zemlje ga popalili. Požarište ovo uzo-*

raše zatimna brazde, metnuvši svaku brazdu na 3 od prilike stope širine. Budući ovako zemљa uzorana, povlačiše brazde jedan put i posijaše na njih borovo seme i povlačiše po drugi put brazde š derljačom (branom) neoterjenom po čemu je seme u zemљu došlo te tako setva okončana bila. Drugoga leta na neuzoranih 2 stope širokikh, brazdah podigo se opet berek i paprat, i na istih uzoranih brazdah nikoše po koji paprati, nu time mladjani usev i obranu dobi proti vetrz i ne-pogodam, te je veselo uspevao“. Na takav način podignuto je oko 214 katastarskih jutara borove kulture koju je nažalost zahvatio požar 1840. godine (Tomić 1843). Da se vodilo računa o stanišnim uvjetima i odabiru prikladne vrste drveća svjedoči primjer iz Slunjske pukovnije, gdje se na vlažnom terenu sijao žir te tako podigla hrastova šumska kultura. Svestan činjenice važnosti utjecaja šuma na plodnost zemljišta Tomić je odabrao za prijevod i prikaz članka iz časopisa Gospodarskog društva „*vel. hercežije Hessu, O uplivu šumah na plodovitost zemljanih*“ objavljen također 1843. godine.

U *Listu mesečnom* 1843. godine Tomić je prvi put prikazao obrise „racionalne metode uređivanja šumskog gospodarstva“, kako ju je sam nazvao, a razradio tridesetak godina kasnije u raspravama u Šumarskom listu (Anić i dr. 2012). Navedene tri prethodne Tomićeve objave temelj su reformi i najava početka preporodnog razdoblja Hrvatskog šumarskog ustrojenog na Zakonima o šumama iz 1852. i 1854. godine (Matić i Oršanić 2014).

Nakon prestanka službe i umirovljenja Tomić se značajnije posvećuje znanstvenom radu na temelju spoznaja dosegnutih pri praktičnom gospodarenju šumama. Većina objava vezana je za Šumarski list u kojem sveukupno objavljuje petnaestak radova od kojih su neki osvrtni, neki tipični znanstveni radovi, a većinom rasprave sa šumarskim znanstvenicima toga vremena. Nakon gotovo trideset godina Tomić detaljnije opisuje svoju racionalnu metodu uređivanja šuma kroz nekoliko radova u kojima je bit određivanje normalne drvne zalihe šume. Utvrđivanje prirasta šume temeljilo se na ostvarenoj drvnoj zalihi u doba sječe te linearном pojednostavljivanju rasta, što je izazvalo brojne prijepore o tadašnjim modelima uređivanja šuma. Kroz pet sveobuhvatnih članaka: 1) Normalni dohodak i normalna drvna zaliha uređene šume i njihov razmjer međusobno i prema površini cijele šume s obzirom na ophodnju (Tomić 1877), 2) Razjašnjenje k racionalnoj metodi uređivanja šumskog gospodarstva (Tomić 1883), 3) K pitanju koja je odgovarajuća mjera naravi šume, kod šumsko uređenja uporabiti ima (Tomić 1884a), 4) Dodatak razjašnjenju racionalne metode uređivanja šumskog gospodarstva (Tomić 1884b), 5) Konačni osvrt na racionalnu metodu uređivanja šumskog gospodarstva (Tomić 1884c) uokviruje svoje poglede na uređivanje šuma utemeljeno na stvarnom stanju šuma. U osnovi Tomićeve metode uređivanja šuma je fleksibilnost, što znači da površina pojedinih razdoblja ophodnje mora

biti stalna, a etat može biti promjenljiv odnosno ovisan je o stanju sastojina koje obnavljamo i dobnoj strukturi šume. Tada propisane metode utemeljene na normalnoj površini sječina te normalnom prirastu i apsolutnoj zrelosti šuma dovodile su do nemogućnosti ostvarenja traženih zahtjeva u etatu (količini sječa). Možemo zaključiti da količina sječe nije proizlazila iz potrebe šume za obnovom, već o unaprijeđ postavljenom zahtjevu skraćivanja ophodnje i povećanja volumnog prirasta. Stoga Tomić predlaže kombiniranje površinskih i prirasnih (zališnih) metoda, a u obračun uvodi stvarnu, a ne teoretskudrvnu zalihu, kako bih etat sveo na realne mogućnosti tadašnjih mahom prezrelih šuma. Višak etata predlaže ostvariti u periodama šume koje nisu predviđene u aktualnom razdoblju za obnovu u smislu prethvata. Taj prethvat predlaže kao mogućnost unapređenja šuma u prostorno-vremenskim periodama koje nisu predviđene za skoru obnovu. U svih pet navedenih članaka Tomić žestoko zastupa svoje teze te nastoji dokazati svoje spoznaje na primjerima. Za primjer prikazuje šumu „*Ne-man - Orleansku, nahodeću se u bivšoj Romansko - banatskoj krajiškoj pukovniji*“ tj. s područja njegovog službovanja, u bivšoj pukovniji, jer prvo gospodarsko razdoblje (prostorno-vremenska perioda šuma) počinje s 1865. godinom, dakle u vrijeme kada je Tomić bio šumarnik u Karansebesu (Ugrenović 1926, Piškorić 1994).

U nekoliko članaka Tomić polemizira i s Danhelovskym. U člancima „*Obzirom na kataster, priobćuje: Nekoliko rieči o silhouti šumarnika Danhelovskog*“ (Tomić 1881) i „*Na obranu k riešenju pitanja o čistom prihodu šuma*“ (Tomić 1882) iznosi stavove o oporezivanju šuma. Smatra da se od šuma očekuju preveliki prihodi, uspoređuje to sa prihodom u poljoprivredi te se zalaže za preciznije i kvalitetnije oporezivanje šuma. Danhelovskog smatra dijelom odgovornim te pobija njegove teze o mogućem prihodu od šuma i potencijalnom oporezivanju u skladu s tim.

Tomić je svoja razmišljanja imao i u pogledu zaštite i gospodarenja šumama na kršu. U članku »*K pitanju uzčuvanja šuma po kraškim stranama*« (Tomić 1885) suprotstavlja iskorišćivanje tanjih sortimenata – mlađih stabalaca u degradiranim šumama na kršu, jer to može imati za posljedicu potpuno ogoljenje kraških terena. Kritizira prijedlog pojedinih šumarskih krugova o mogućnosti dodatne zarade lokalnog stanovništva provođenjem takvih sječa, jer smatra da će zaradu ostvariti prekupci, a ne lokalno stanovništvo.

Vrlo važno djelo je članak iz 1886.: „*K poglavju potrajnoga uzivanja šuma*“ u kojem Tomić kritizira „novu školu“ šumarstva za koju kaže: „*priklučile struji te škole, te se primjerice i u nas jur, na račun te novotarije i tobožnje prastarosti šuma Hrvatske i Slavonije, već kojih 10 godina, godimice, što poerarskih, koli po imovinskih i privatnih šumah, tolika množina drva iliti šumske površine naprodaju donaša, da se time mijera materijalnoga prihoda tih šuma, koja je šumskim za-*

konom cd g. 1852, propisana, daleko premašuje". Time izražava bojazan za potrajnost prihoda te zabrinutost za budućnost: "...jer još ni danas nije prekasno, da se oni šumoposjednici, kojima je stalo do i blagostanja njihovih naslednika i dobrobiti domovine, kod sjeće i unovčenja svojih šuma ograniče na onu mjeru, koju gori iztaknuh t.j. na sjeću normalne sječivne površine, jer će se inače, nastavi li se današnji način Eksploatacije naših šuma, već za kratko vrieme morat u zemlji očutiti i posljedice..." (Tomić 1886). Da se Tomića nije poslušalo svjedoči današnja dobna struktura šuma na području Slavonije i Hrvatske. Srećom, ali i znanjem i trudom obnova je bila uspješno provedena, pa danas raspolažemo vrlo vrijednim, prirodi bliskim hrastovim i bukovim šumama, ali narušene dobne strukture.

Tomića je posebno ogorčilo uvođenje financijskih zrelosti tj. dalnjeg skraćenja ophodnji i posljedičnih problema u gospodarenju šumama. Naime takvim metodama je važna samo što veća količina proizvedenog drva dok sve ostalo zanemaruju, a Tomić ispravno zaključuje da je to dugoročno neodrživo, pogotovo za prirodne, listopadne šume kakve dominiraju na području Hrvatske. Očituje se to u kritici knjige Judeicha „Forsteinrichtung“ u kojoj Tomić piše: »da su ovakve knjige za proračunavanje šumske vrednosti i rente kod šumskog uređenja veoma uporabljive i poučne, ali pouka, na koji se način može neuredno obraštena šuma u normalnu pretvoriti, nemože se sigurno iz nje crpiti. Pojam i ciela teorija normalne zalihe odnosi se na kolikoču a ne kakoču (vrednosti) te je ovo uzrok, što čisto matematička podloga na kojoj su takove knjige osnovane nevodi do cilja“ (Tomić 1883). Sve što je Tomić zamjerao pokazalo se ispravnim. Provedene metode nasilnog povećanja prirasta kroz skraćivanje ophodnji, osnivanjem čistih brzorastućih kultura borova ili smreke bilo je kratkog daha. Takve šume izrazito su nestabilne te vrijednost uvećanog prirasta nadmašuje povećanje troškova na njihovom očuvanju. Velik dio tako nastalih šumskih kultura diljem središnje Europe sada se nastoji prevesti u stabilnije, mješovite šume, ophodnji znatno iznad apsolutne zrelosti.

Članak „Kritička smotra dr. Maxa Pressler a o racionalnom šumaru i njegovom najizdašnijem trajnom gajenju šuma“ svojevrsni je nastavak na 1883. godine objavljene kritike Judeicha te se Tomić suprotstavlja Presslerovom načelu da je „forma a ne duh temelj maltheses, kao za školu tako i za život, bez koje čovjek zapne u bludnju i polovičnost“. Tomić naprotiv tvrdi „da nije forma koju postavlja Pressler načelom za potenciranje samih vrednota, nego valjano poznavanje stvari, jest mjerili, po kom treba da se uredi i goji šuma“ (Tomić 1890). Tomić i nadalje s pravom dodatno kritizira uvođenje financijskih načela i sugerira da samo valjano poznavanje „stvari“ tj. utvrđivanje prirasta i njegova tijeka u vremenu može doprinijeti boljim metodama uređivanja šuma. Upravo precizne spoznaje o rastu i razvoju drvne zalihe i s tim povezanim volumnim prirastom omogućile su

razvoj suvremenih, adaptivnih modela uređivanja šuma prilagođenih svakom pojedinom tipu šume.

U posljednjim svojim radovima Tomić u dubokoj starosti poziva na objedinjavanje svojih stavova u jedno kapitalno djelo. Svjestan da za to više nema snage, za provedbu zadatka preporučuje kotarskog šumara u Dugom Selu Ivana Koniga (Piškorić 1994). Zadatak nikada nije ostvaren te ostaje i nadalje otvorenim pitanjem. 9. siječnja 1894. u 91. godini života u Samoboru umire Antun Tomić. Pokopan je u obiteljskoj grobnici na zagrebačkom Mirogoju.

ZAKLJUČAK CONCLUSION

Antun Tomić, carsko-kraljevski nadšumar (Vinkovci, 1803. – Samobor, 1894.), svojim dubokim poznavanjem šume, prirodnih zakona i šumarske struke izrazito je doprinijeo razvoju hrvatskog i europskog šumarstva. Već u svoje vrijeme Tomić poziva na internacionalizaciju šumarskih (ekoloških) problema shvaćajući da je lokalno i parcijalno djelovanje nedovoljno. Ispravno razumije da uzroci problemi u ekološkoj stabilnosti šuma i njihovoj potrajnosti ne poznaju administrativne granice i bez šireg djelovanja nema ozbiljnijih rezultata. Posebno su bila napredna njegova razmišljanja o potrebi boljeg raščlanjivanja šuma na uređajne razrede. Shvaćao je da je nemoguće postaviti jedinstven model uređivanja i gospodarenja za sve tipove šuma. Njegove spoznaje o potrebi uspostave normaliteta u šumi, normaliteta strukture sastojina i iz toga proizašle potrajnosti prihoda su svevremenske. Da su te spoznaje bile prihvaćene i u praksi drugih zemalja raširene, širom Europe, šume bi danas bile stabilnije i prirodnije, a prostorno-dobni normalitet i potrajnost u većoj mjeri uspostavljeni. Tomić razumije i da šuma ima ograničene mogućnosti proizvodnje drvne tvari te potrajno uređena šuma ima više - manje količinom stalnu pohranjenudrvnu zalihu koju je nemoguće povećati bez narušavanja stabilnosti šume ili povećanja površine šuma.

Nažalost problemi s kojima se Tomić suočavao i na njih upozoravao ostaju i danas. Svjedoci smo globalizacije svega, pa i šumarstva, pri čemu se donose univerzalni modeli „zaštite“ premalo uvažavajući lokalnu (nacionalnu) tradiciju šumarstva te stanišna i strukturna obilježja šuma. I današnje uredbe se temelje na krivim pretpostavkama. Na primjer da šuma može biti nezapunjiv ponor ugljika. Upravo suprotno, prostorno - vremenski i strukturno uravnotežena šuma ima gotovo neutralnu bilancu ugljika. Pametno iskoristeno drvo iz takvih šuma za dugovječne proizvode (namještaj, drvnu građu) trajnije je vezanje ugljika od prepustanja prirodnom raspadanju tog istog drva u sastojinskim uvjetima.

Ljudi poput Antuna Tomića su nas trajno zadužili da nastavimo razvijati šumarsku znanost i struku, prirodi bliskom i potrajanom gospodarenju šumama, unatoč svim izazovima i pritiscima.

LITERATURA REFERENCES

- Anić, I., Meštrović, Š., Matić, S., 2012: Značajniji događaji iz povijesti šumarstva u Hrvatskoj. Šumarski list, Zagreb 3-4, s.169.
- Anić, I. 2014: Promovirana prva knjiga arhiva brodske imovne općine. Šumarski list, Zagreb. 5-6, s.320.
- Buczynski, A. 2005: Vojna krajina u 18. stoljeću. Širenje krajiskog sustava na oslobođena hrvatska područja. Povijest Hrvata. Druga knjiga – Od kraja 15. st. do kraja Prvoga svjetskog rata. Mirko Valentić, Lovorka Čoralić (ur.), 274-289, Zagreb.
- Cerić, L. 2009: Varaždinski generalat u službi absolutističkih težnji Bečkoga dvora. Povjesni prilozi vol. 28 br. 36, 109-127.
- Cipek, T., Švoger, V., 2016: Moderne ideje i ideologije u hrvatsko društvu 19. stoljeća. Temelji moderne Hrvatske – Hrvatske zemlje u „dugom“ 19. stoljeću. Vlasta Švoger, Jasna Turkalj (ur.), 167-186, Zagreb.
- Dobrovšak, Lj., 2016: Zakonodavna i izvršna vlast u hrvatskim zemljama od 1790. do 1918.. Temelji moderne Hrvatske – Hrvatske zemlje u „dugom“ 19. stoljeću. Vlasta Švoger, Jasna Turkalj (ur.), 29-90, Zagreb.
- Horbec, I. 2005: Upravne reforme Marije Terezije. Povijest Hrvata. Druga knjiga – Od kraja 15. st. do kraja Prvoga svjetskog rata. Mirko Valentić, Lovorka Čoralić (ur.), 242-252, Zagreb.
- Kesterčanek, F.: 1883: Ante Tomić, osamdesetgodišnjica. Šumarski list., s. 3-7.
- Klepac, D.: Šumarski znanstvenici iz Vinkovaca i vinkovačke okolice. Vinkovci 1996., s. 7, 12-14, 20.
- Kolar-Dimitrijević, M. 2005: Gospodarske reforme carice Marije Terezije na području cijele Hrvatske i Slavonije. Povijest Hrvata. Druga knjiga – Od kraja 15. st. do kraja Prvoga svjetskog rata. Mirko Valentić, Lovorka Čoralić (ur.), 259-269, Zagreb.
- Kolar-Dimitrijević, M. 2005: Promjene nastale u društveno-upravnom području kroz reforme Josipa II., odnosno kako Hrvatska i Slavonija dočekuje 19. stoljeće. Povijest Hrvata. Druga knjiga – Od kraja 15. st. do kraja Prvoga svjetskog rata. Mirko Valentić, Lovorka Čoralić (ur.), 269-273, Zagreb.
- Matić, S., Oršanić, M, 2014: Uloga Josipa Kozarca i njegovih suvremenika u razvoju povijesnog preporodnog i modernističkog razdoblja šumarstva Hrvatske // Prirodoslovje / Bulat, Barbara (ur.). Zagreb: Prirodoslovje 14 (1-2). str. 3-32.
- Peters, M. S., 2004: Varaždinska vojna krajina – poseban razvoj jedne mikroregije u Podravini, Podravina vol. 3 br. 6, 16-21.
- Piškorić, O., 1994: Prvi predsjednik HSŠD, Antun Tomić (1803.-1894.). Šumarski list, Zagreb 11-12, str. 331-337.
- Šidak, J.; Gross, M.; Karaman, I.; Šepić, D., 1968: Povijest hrvatskog naroda g. 1860-1914., Zagreb.
- Tomić, A., 1843: Predlog kako da se občuvaju šume u potrebitom stališu, i kojih se pritom pravilah deržati valja. List mesečni horv.-slav. Gospodarskog družtva. Druga godina., str. 182-185, 227-230, 237-240, Zagreb.
- Tomić, A, 1877: P. n. delegatom hrv.-slav. šumarskoga družtva. - Šumari i prijatelj! šumarstva!. Šumarski list (1), Zagreb str. 53-54
- Tomić, A., 1877: Normalni dohodak i normalna drvna zaliha uredjene šume, njihov razmjer medjusobno i prama površini ciele šume obzirom na obhodnju. Šumarski list, Zagreb. 2, s. 110.
- Tomić, A., 1877: Prirastak drva na temelju skrižaljke o dohodku; odnošaj toga prirastka prema popričnom prirastku sječne dobe i prema normalnoj zalihi uredjene šume, Šumarski list, Zagreb (3), s. 201.
- Tomić, A., 1881: Obzirom na kataster, priobćuje: Nekoliko rieči o silueti šumarnika Danhelovskoga. Šumarski list, Zagreb (5), s. 248.
- Tomić, A., 1882: Na obranu k riešenju pitanja o čistom prihodu šuma, Šumarski list, Zagreb (6), s. 344.
- Tomić, A., 1883: Razjašnjenje k racionalnoj metodi uredjivanja šumskog gospodarstva, Šumarski list (3), Zagreb, s. 106.
- Tomić, A., 1884a: K pitanju, koja se dobitna mjera i t. d., Šumarski list Zagreb, s. 5.
- Tomić, A., 1884b: Dodatak razjašnjenju rationalne methode uredjivanja šumskog gospodarstva.. Šumarski list (2), Zagreb, s. 84.
- Tomić, A., 1884c: Konačni osvrt na rationalnu methodu uredjivanja šumskog gospodarstva, Šumarski list (3), Zagreb, s. 143.
- Tomić, A., 1885: K pitanju uzčuvanja šuma po kraških strana, Šumarski list (9), Zagreb, s. 353.
- Tomić, A., 1886: K poglavju potrajnoga uživanja šuma, Šumarski list (7), Zagreb, s. 289.
- Tomić, A., 1890: Kritička smotra nauke dr. Maxa Presslera o rationalnom šumaru i njegovom najizdašnjem trajnom gojenju šume. Šumarski list (11), Zagreb, s. 507.
- Ugrenović, A. 1926: Tri šumara starine (D. Kos, F. Šporer, A. Tomić). Pola stoljeća šumarstva, Zagreb., str. 107-114.
- Valentić, M. 1965: Osnovni problemi u ekonomici hrvatsko-slavonske vojne krajine. Historijski zbornik XVIII, Zagreb, 89-102.
- Valentić, M. 1978: Vojna krajina u austrijskoj politici 1849-1860., Časopis za suvremenu povijest vol. 10 br. 2, 45-67.
- Župan, D. 2017: Školovanje slavonskih šumara u Mariabrunnu (1813-1867) s posebnim osvrtom na Adolfa Danhelovskog, Slavonske šume kroz povijest, Zbornik radova, Dinko Župan i Robert Skenderović (ur), s.261-281, Slavonski Brod.
- Župan, D., Vrbanus, M. 2023: Drvna industrija u drugoj polovini 19. stoljeća. Prema povijesti slavonskih šuma, Prilozi za sintezu, Robert Skenderović (ur.), 135-212, Slavonski Brod.

SUMMARY

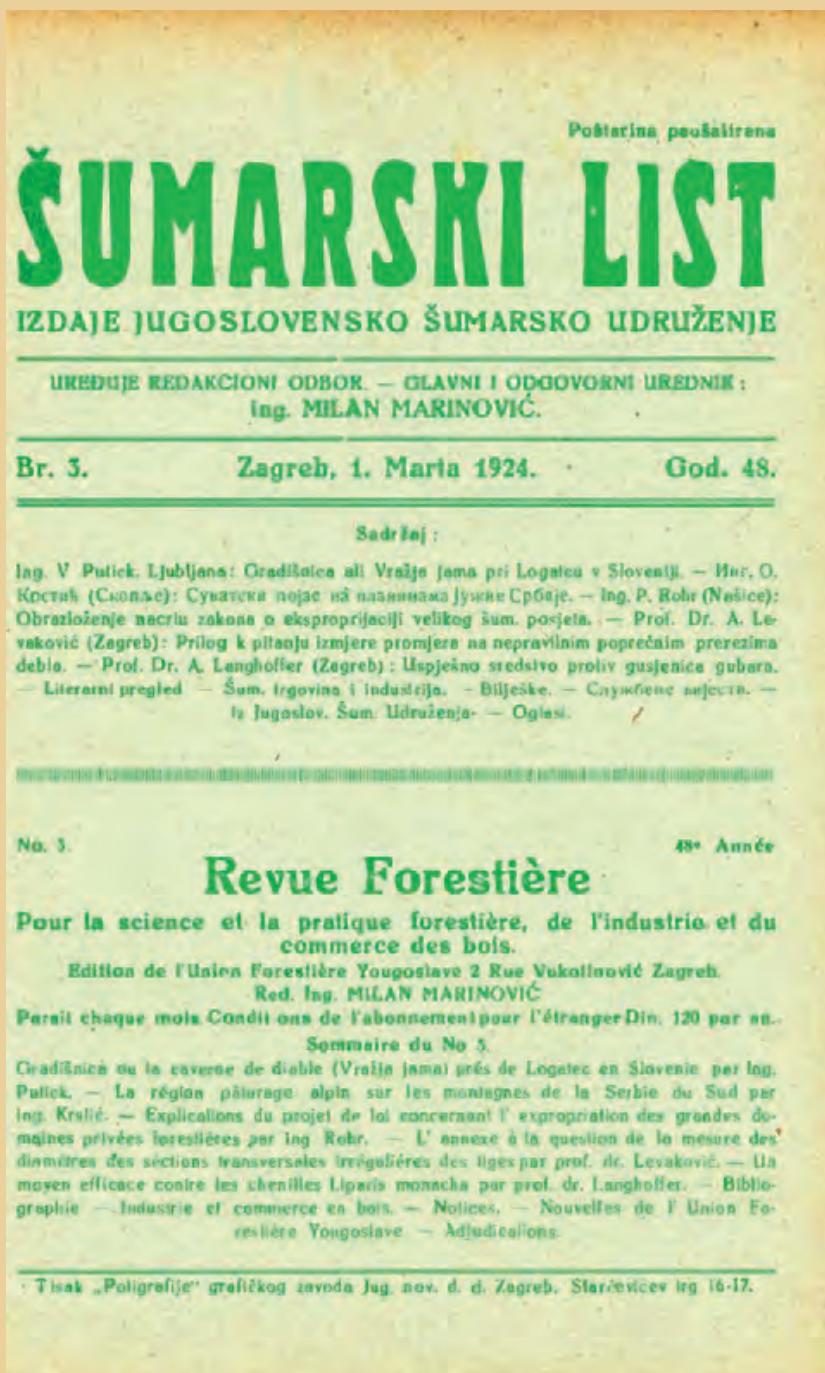
The foundations of modern forest science and practice in Croatia (revival period) were laid during the 19th century. In a relatively short time during the second half of the 19th century, the Croatian-Slavonic Forestry Society was founded (1846), the Forestry Journal was launched (1877), the Economic Forestry School in Križevci was established (1860), the Forestry Act was adopted for the whole Austro-Hungarian Monarchy (1852), the "Act on Property Municipalities in the Croatian and Slavonic Military Krajina" was implemented (1873) and the work of the Forestry Academy at the University of Zagreb began (1898). The period was also marked by the appearance of many professionally educated forestry experts who received higher education in forestry schools in Croatia (Križevci) or other European centres.

Among others, Antun (Ante) Tomić, born in 1803 in Vinkovci, played an outstanding role. His activities marked all the listed events, which were important for Croatian forestry in the 19th century. Although it has been written before about Ante Tomić's work (e.g. Nenadić, Kerstenčanek, Piškorić and others), the 220th anniversary of his birth is a good incentive to refresh the memory of Tomić's contribution to the forestry profession and entire Croatia. Accordingly, the aim of this paper is to present Tomić's activities in the context of contemporary challenges of forestry science and profession. Antun Tomić completed a three-year education at the Mariabrunn Forestry College (Vienna) in 1824, and after his internship, he held the responsible functions as the Imperial-Royal Chief Forester in a number of regiments of the Military Frontier. At the same time, he engaged in scientific work and presented a series of reflections on normal growing stock, forest development, forest management models and ensuring the sustainability of forests. He is the author of the organizational reforms in the forestry of the Military Frontier ("Instructions for the demarcation of estate-community forests in the Military Frontier" from 1871), the founder and the first president of the Croatian Forestry Society, and an excellent forestry scientist who translated his extensive work experience into applicable scientific works from almost all forestry disciplines. The common topics of all his works are forest conservation and the establishment of normality, and through normality the achievement of sustainable management. At the same time, Tomić's keen sense for close-to-nature forestry is manifested in the search for a more precise spatial stratification of forests, more precise forest growth measurement, more flexible definition of allowed harvest volume, greater investment in the conservation and care of forests (especially in disturbed (e.g. karst) habitats). All those ideas, aimed at ensuring the sustainable management of Croatian forests, Tomić framed in his rational method of forest management, which was a very advanced combined method that takes the actual condition and possibilities of forests into account.

Antun Tomić's views on forestry are the foundations of the modern Croatian forestry profession, and the aspiration to establish the spatiotemporal and structural normality of forests. Therefore, the sustainability of forest management has remained a permanent challenge and goal.

KEY WORDS: Antun Tomić, Croatian Forestry Society, estate community, Military Frontier, forestry scientists, history of forestry

PRIJE STO GODINA: ŠUMARSKI LIST 3/1924 – NE SAMO O ŠUMAMA



Kada danas otvaramo rubriku NE SAMO O ŠUMAMA čovjek isprva pomisli da činimo nešto novo, neviđeno. Zapravo, činjenica je da je Šumarski list i do sada pisao o mnogim temama koje i nisu strogo šumarske, ali na ovaj ili onaj način imaju veze sa našom strukom. Ako „slučajno“ otvorimo Šumarski list broj 3 iz 1924. što ćemo pronaći? Najprije veliki tekst o Vražjoj jami kod Logateca, usput rečeno - na slovenskom jeziku. Tekst je započet još u broju 10/1923 na čak 10 stranica, a u broju 3/1924 slijedi nastavak od još pet stranica. Zašto se čekalo na nastavak pet mjeseci?

„Svršetak članka je svojedobno na pošti izgubljen, te ga je g. pisac nanovo napisao. Op. Ur.“

Zgodno je primijetiti već na naslovniči broja iz 1924. da se u Šumarskom listu, ovom istom našem, današnjem (doduše tada organu Jugoslovenskog šumarskog udruženja, ali sa sjedištem u Zagrebu, na Mažurancu) sasvim uredno koriste barem tri jezika i dva pisma, a sama naslovnica je pola na našem, a pola na francuskom jeziku.

DRAČA (*Paliurus spina-christi* Mill.) – NEUGLEDNA, NO VRLO KORISNA BILJKA

Damir Drvodelić¹

Narodni nazivi za draču su: diraka, karkov, dračevica, crna drača i Kristova drača. To je biljka simbol Dalmacije, koja raste na vrlo siromašnom i kamenitom terenu. Drača je listopadni grm, rijetko kao manje stablo, a poznata je po svojim brojnim trnovima. Raste na sunčanim i toplim terenima, u visinu do 3 metra, tvoreći jako razgranatu krošnju s puno difuznog svjetla, zbog čega se ne koristi za hlad. Listovi su naizmjenični, a cvjetovi dvospolni. Plodovi su okrugle, okriljene koštunice u promjeru od 2 do 3 cm, u početku zelene pa crvenkaste i kasnije sjajne žute i na kraju crne boje. U plodu se nalaze od dvije do tri sjajne sjemenke okružene spužvastim, bjelkastim mesom. Dobro podnosi sušu i niske temperature, a raste sve do 1500 m nadmorske visine. Nalazimo je često uz suhozide, putove, u gustim šikarama i šibljacima te na kamenitim obroncima, gdje doslovno raste iz stijena. Drača je poznata medonosna biljka, a med je žut, bez mirisa, blagog okusa i brzo se kristalizira u krupne kristale. Za dobro medenje je važno toplo i vlažno vrijeme bez vjetrova. Prosječni dnevni prinosi meda su oko 3 kg. Ime roda *Paliurus* dobio je od grčke riječi *palin* (opet) i *ouron* (mokraća) jer se biljka upotrebljavala u narodnoj medicini za poticanje mokrenja. Ime vrste *spina-christi* dobila je prema vjerovanju kako su Isusa okrunili trnovom krunom od drače prilikom pribijanja na križ. U Hrvatskoj postoje i mjesta koja su dobila naziv po drači kao što su Dračevac Ninski i Dračevac Zadarski, pa Dračevac u Istri, kao i poznata splitska četvrт istoga imena. Također postoji u Hrvatskoj i prezime Drača. Upravo u nekim krajevima Dalmacije za kost od ribe koriste naziv drača zbog bodlji. Poznata je to biljka po svojim jestivim plodovima koji se beru od kolovoza u trenutku kada dozrijevaju i dobe žutosmeđu boju. Uglavnom na pogodnim staništima rađa svake godine, a njezini plodovi ostaju na grmu do zime. U vrijeme gladi često se konzumirala sirova, pa su čak i djeca jela njezine plodove bez nuspojava. Plodovi su slatkasti, bez okusa, bogati celulozom i nemaju veću prehrambenu vrijednost. Sjeme se ne jede, već samo spužvasti dio. Kad plodovi jako odrvene, tada je najmanje ukusna jer je tvrda.

Plodovi se mogu koristiti na mnogo načina, kao sušeni ili mljeveni kao dodatak brašnu. Poznato je kako u plodovima ima puno trijeslovina tj. tanina, zbog čega se u obliku čaja koriste za zaustavljanje proljeva.

Drača se razmnožava generativno sjemenom, a u prirodi najčešće iz panja nakon sjeće majčinskog grma ili stabla te iz žilja. Sjeme drače je dormantno, pa prije sjetve treba proći hladnu stratifikaciju od tri mjeseca. Za kljanje je potrebna temperatura oko 25°C, pri čemu sjeme iskljija za jedan do četiri mjeseca.

U tradiciji i kulturi dalmatinskog čovjeka drača je, iako neugledna, imala veliku važnost i uporabu. Sa dračom se radalo, živjelo i umiralo. Zbog svojih trnova i trajnosti najviše se koristila za ogradijanje pašnjaka, vinograda, dvorišta, torova za domaće životinje, nekad kao sama ograda ili u kombinaciji sa suhozidom. Kao što su postojali majstori za gradnju suhozida, tako su postojali vješti ljudi koji su znali raditi s dračom. Sjekla se u kasnu jesen i zimu za suha i burna vremena. Sječa se obavljala s posebnom alatkom koja se nazivala kosor, a izradivali su ga kovači. Kosor je imao oštro sječivo zbog dračine „neugodne naravi“. Bio je nasaden na specijalno držalo, duge dvoroge vile koje su se nabadale u nasječeni snop pažljivo složene drače. Dvoroge vile bile su najčešće od grana jasena s dužinom krakova oko 1 m i debljine oko 3 cm. Taj snop su stari ljudi nazivali naviljak. Kad su se dvoroge vile nabile u naviljak, snop se mogao nositi na veće udaljenosti do mjesta koje je trebalo ograditi. Daleko iza leđa čovjeka na ramenu se nosio snop drače (da ne bode), a s prednje strane je bio nasaden kosor. U Dalmaciji su bila česta tzv. vrata od drače koju je činio jedan snop u sredini povezan žicom, a služio je kako stoka na bi mogla izaći iz ograđene površine. Vrata od drače su bila trajna, ali su se ipak s vremenom, najčešće po zimi, popravljala ili obnavljala. Drača je idealna biljka za žive ograde, no nije bio običaj da se ona održava orezivanjem već da raste slobodno. Samostalni grmovi ili živi plotovi od drače oko seoskih kuća su se posebice pazili i čuvali orezi-

¹ Izv. prof. dr. sc. Damir Drvodelić, Fakultet šumarstva i drvene tehnologije Sveučilišta u Zagrebu

vanjem, jer su grmovi i plotovi služili za sušenje posteljine i odjeće. Trnovi od drače i široka krošnja bili su idealni, jer vjetar nije mogao otpuhati i skinuti robu koja se suši. To je bilo vrijeme bez štrika, žice i štipaljki za sušenje robe. Grmovi drače dalje od naselja sjekli su se svake druge godine i to do razine tla ili u narodu rečeno „unulo“, iz razloga da se grm bolje i gušće obnovi. Zanimljivo je to da što se grm drače više sječe postaje jače trnovit, kao prirodna reakcija na preživljavanje. Tako posjećeni izbojci bi u tijeku jedne vegetacije dosegli debljinu ljudskog kažiprsta. Jako je bio na cijeni korijen od drače zbog svoje izuzetne kalorične vrijednosti. Žene su ga iz zemlje vadile krampom, stavljale u vatru da nagori, a zatim vadile i sjekle na sitne komadiće koji su se stavljali kao ugljen u ručnu peglu. Takav ugljen je dobro gorio i nije stvarao dim, a žene su ga nosile i na tržnicu gradskoj gospodi. Ne treba nikada zaboraviti i ponovo naglasiti kako je drača jestiva, ljekovita i medonosna biljka, koja sve manje postaje u narodu zanimljiva i nitko se na poseban način ne bavi njezinim uzgojem i kultiviranjem. Plodove drače u vrijeme sredine ljeta dok su bili još svijetlozeleni rado bi jеле koze, a i djeca iz zabave. Kako u plodovima drače ime dosta trijeslovina, brali su se nedo-

zreli plodovi i sušili u hladu i od njih se pripremao čaj za zaustavljanje proljeva. Zreli i žuti plodovi drače stavljali su se u rakiju lozovaču ili komovicu i dobivala se visoko cijenjena rakija dračevica, posebnog okusa, vrlo ljekovita i s afrodizijskim svojstvima. Boja dračevice nakon ekstrakcije u rakiji je posebno lijepo žute boje, poput najboljeg francuskog konjaka. Nažalost sve manje ljudi danas radi rakiju od drače. Djeca su izradivila „propeler“ od zeljaste drače i kad se primi palcem i kažiprstom jedne ruke te snažno puhne u dno, dobije se jaka vrtinja, djeci vrlo zanimljiva. Uz neugodne i brojne trnove, grane ili izbojci visine oko 1,5 m služili su također djeci za igru. Na takve grane hvatale su se ptice na lijepak. Grana drače sa skraćenim granama bi se ubola u neki drugi grm, a tanke šibe od briješta namazane ljepilom pripremljenim od skuhanog gumenog potplata od stare cipele bi se „zapele“ za bodlje na skraćenoj grani drače. Ispod grma u maloj krletki nalazila se ptica – mamac. Ogrankom drače u topla ljetna predvečerja djeca su posebno spretnim zamahom iz zabave htatala šišmiše. Na ovaj način vidi se duboka veza ljudi svih uzrasta s dračom. Zanimljivo je istaknuti kako su se zeleni plodovi drače brali i kao hrana za tuke ili pure.



ENIGMA NASTANKA VLAŠIČKE ŠUME¹

Harun Dinarević², Geoffrey Brossard³

Kada su se deseci tisuća smreka na planini Vlašić početkom 2000-ih počeli sušiti, razumijevanje veze između klimatskih promjena i malog kukca koji živi ispod kore stabla, pomo-glo je jednom znanstveniku da otkrije čudno podrijetlo šume. Priča seže 100 godina duboko u prošlost, u vrijeme požara koji su harali Kraljevinom SHS.

Šumski ekosustavi diljem našeg planeta suočavaju se s izumiranjem. Destruktivne ljudske aktivnosti, kao što je krčenje šuma za industrijsku poljoprivrodu, u kombinaciji s klimatskim promjenama izazvanim čovjekom, dovele su do izumiranja brojnih vrsta, a čak ih je više danas na rubu izumiranja. Ovaj začarani krug se spiralno ubrzava. U posljednjem desetljeću broj ekstremnih vremenskih događaja, poput suša i poplava, naglo je porastao. Veliki požari u borealnim šumama Sibira i Kanade u posljednjih pet godina ostavili su desetke milijuna hektara šuma prekrivenih pepelom. Prema Greenpeace Russia, 2021. bila je najveća požarna sezona u Rusiji, sa 18,8 milijuna hektara uništenih šuma.⁴ To je područje veće od Bosne i Hercegovine, Hrvatske, Slovenije, Crne Gore i Sjeverne Makedonije zajedno. Jedan od najvećih požara u Australiji prije samo tri godine zahvatio je površinu od čak 19 milijuna hektara, od čega je 12,6 milijuna hektara bila prašuma.⁵ U najvećoj kišnoj šumi na svijetu, Amazoniji, 2023. godine najveća suša u povijesti izazvala je ekološku katastrofu, a znanstvenici upozoravaju da bi to područje moglo postati savana ako se odmah ne zaustave destruktivne aktivnosti.

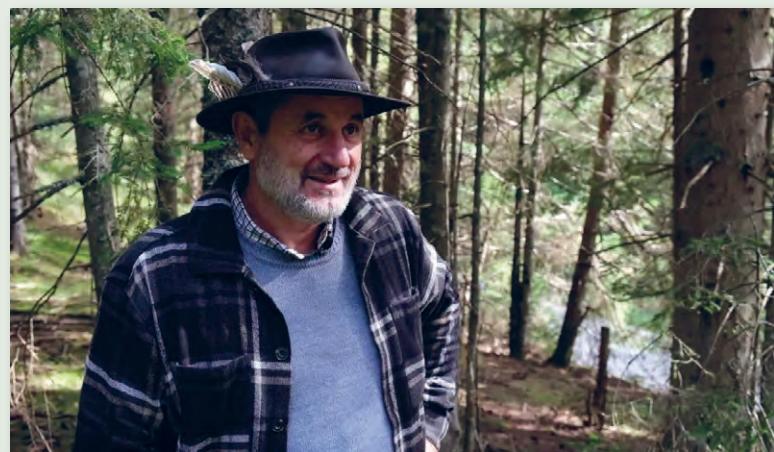
Priča iz studentskih dana

Iako su ljudi počeli krčiti šume još od početka poljoprivredne proizvodnje, pravi zamah deforestacije počinje u 19. stoljeću, kada se krče ogromne površine šuma u Europi za potrebe rastuće industrije i poljoprivrede zbog porasta stanovništva, gdje počinje industrijska revolucija. U 20. stoljeću dio tih površina je pošumljen, ali često monokultura-rama koje su bile ekonomski isplative za sječu. Industrija-

lizacija je i na druge načine oštetila šume, o čemu govori ova priča.

Profesor Dalibor Ballian sa Šumarskog fakulteta u Sarajevu, već nekoliko desetljeća proučava šume Bosne i Hercegovine. Prije dvadeset godina primijetio je neobičnu pojavu u šumi smreke (*Picea abies*) na Vlašiću, najvećem planinskom masivu u zemlji. Odlazimo na teren i on nam pokazuje šumu za koju je ustanovio da se razlikuje od ostalih.

Prostranstva ove planine stočari su od davnina koristili za ispašu ovaca od čijeg mlijeka se proizvodi čuveni vlašički sir. Dolaskom Austro-Ugarske u Bosnu i Hercegovinu počinje industrijsko iskorištanje šuma. Tada je u obližnjem Turbetu osnovano poduzeće Ugar, koje će zaposliti stotine radnika. Kasnije se na planini počeo razvijati zimski turizam, a u posljednjih tridesetak godina izgrađeni su brojni hoteli i apartmani, koji su planinu pretvorili u turističko središte. U jednom takvom hotelu nalazimo profesora Balliana kako srednjoškolcima drži predavanje o važnosti šuma. Sredina je listopada, ali temperature su još uvijek visoke na ovoj surovoj planini. Dan je sunčan, za razliku od obližnjeg Travnika koji smo ostavili za sobom u magli. Od-



Prof. dr. Dalibor Ballian (foto: Geoffrey Brossard)

¹ Članak je izvorno objavljen na portalu Naratorium.ba <https://naratorium.ba/ekologija/enigma-porijekla-vlasicke-sume/>

² Harun Dinarević, Sarajevo, BiH. Urednik je portala Naratorium.ba i suradnik portala Prometej.ba. Bavi se istraživačkim novinarstvom iz područja energetike, zaštite životne sredine i ekologije.

³ Geoffrey Brossard. Fotograf i snimatelj francuskog online magazina Le Courrier des Balkans. U posljednje tri godine bavi se reportažnom fotografijom na prostoru Zapadnog Balkana.

⁴ <https://www.aljazeera.com/news/2023/7/3/state-of-emergency-declared-in-siberia-over-raging-wildfires>

⁵ <https://www.wwf.org.au/what-we-do/australian-bushfires/in-depth-australian-bushfires>

mah iza hotela proteže se beskrajno more smreka gotovo iste visine. Pitamo znanstvenika da nam objasni po čemu se ova šuma razlikuje od ostalih u zemlji. Priča o jedinstvenosti ove šume poznata mu je još od studentskih dana, ali do istraživanja nije bila potvrđena.

„Još kada sam bio student profesor Sead Izetbegović nam je govorio da su te šume umjetno stvorene. Nismo imali puno saznanja vezanih uz to. Neki od nas su se sjetili, neki nisu. To je bio jedan od pokazatelja“, prisjeća se. Još jedan trag koji ga je potaknuo da detaljnije istraži nastanak ove šume bilo je veliko sušenje smreke početkom 2000-ih na ovoj planini. „Jednostavno, stabla su se sušila. Sve je to trebalo popraviti, ukloniti. Kada se stabla suše, to je velik problem za šumarstvo. Zbog nekvalitetne drvne mase potrebno je hitno intervenirati, dodatna radna snaga znači veće troškove. To me ponukalo da vidim što se tamo događa. Neke stvari ne možemo vidjeti golim okom. Moramo ići malo dublje. U ovom slučaju smo morali ići do DNK, odnosno do izoenzima“, objašnjava.

Odlučio je napraviti istraživanje kako bi usporedio genetski materijal s drugim populacijama smreke u Bosni i Europi.

„Prikupili smo materijal po priznatoj metodologiji i napravili analizu. Kada smo analizirali podatke koje smo dobili, podaci za Vlašić se nisu uklapali u sliku Bosne i Hercegovine. Jednostavno, populacija je bila negdje sa strane. Ni smo je uopće mogli klasificirati. To nas je zaintrigiralo da krenemo dalje kopati“, prisjeća se ovog uzbudljivog otkrića.

Enigma porijekla

No, kako bi mogao usporediti genetski materijal s više evropskih populacija, trebala mu je pomoći drugih znanstvenika. Stupio je u kontakt s Gregorom Božičem sa Šumarskog instituta Slovenije, koji je prethodno istraživao populacije smreke u Europi.

„On je obradio neke populacije, imao je uzorke iz Njemačke, iz Austrije i iz Slovenije. Rekao sam 'Idemo usporediti moje podatke'. Odjednom dolazimo do podataka da se populacija s Vlašića, iz doline rijeke Ugar, jako podudara s populacijom iz područja Jure u Francuskoj. Dakle, granica Švicarske i Francuske. Nismo znali što je to. Počeli smo lagano istraživati. Nešto smo našli, nešto nismo. I onda smo konačno zaključili da je sjeme doneseno“, priča nam.

Osim molekularne genetske analize, radio je i entomološku analizu uz pomoći profesora Mirze Dautbašića. Budući da su se stabla enormno sušila zbog napada smrekinog potkornjaka (*Ips typographus*) i smrekinog šesterozubog potkornjaka (*Pityogenes chalcographus*), odlučili su usporediti brojnost kukaca u ovoj šumi s populacijom u drugim šumama. Za potrebe istraživanja odabrana je šuma slične vrste i strukture na planini Šator u zapadnoj Bosni, nedaleko od Bosanskog Grahova.

Postavili su klopke u obje šume. Rezultati su bili zapanjujući.

„U Bosanskom Grahovu smo u prosjeku nalazili oko 350.000 potkornjaka po klopcu, dok smo ovdje na Vlašiću našli tri puta manje, oko 120.000. Na Šatoru smo te godine imali samo 17 osušenih stabala, dok smo ovdje imali 17.000 osušenih stabala. Na području Bosanskog Grahova postoji autohtona genetska konstitucija, dok su ovdje unesene genetske konstitucije iz nekog drugog podneblja“, kaže Ballian.

Iako su rezultati bili naizgled kontradiktorni, potvrdili su da je šuma na Vlašiću drukčija. Najveće štete potkornjak čini u sušnim godinama, kada su biljke slabije i teže se bore sa zarazom. Međutim, u biljnim populacijama koje nisu „programirane“ za određene uvjete, potkornjaci mogu biti kobni, posebno kada se radi o monokulturama.

„S smrekovim šumama na Vlašiću nije bilo problema do zadnjih 25-30 godina. Zašto? Jer nije bilo izraženih klimatskih promjena kao danas. Događale su se, ali bile su u granicama tolerancije za smreku. Svake godine je bilo dovoljno oborina, kiše i snijega. Proljeće je bilo drukčije, jesen je bila malo drukčija nego sada. Nisu bile vruće i suhe. Zime su bile dosta snježne pa je smreka dobro podnosila sve promjene kojima je bila izložena. U međuvremenu, posljednjih 25 godina, postoje veliki problemi. Klima se značajno mijenja. Ljeti dosežemo ekstremne vrućine. Toplinski rekordi u jesen. Toplinski rekordi u proljeće. Zime su bez snijega. Zime su bez kiše. Malo je vode. Biljke počinju patiti, a do njih su, nisu autohtone. Fiziološki jako pate i dobra su podloga za potkornjake. Nije potrebno čak ni 100.000 potkornjaka da ovdje ubiju desetke tisuća stabala. Može ih biti puno manje, jer tri potkornjaka dovoljna su da unište jedno stablo“, objašnjava Ballian.

Njegov suradnik na istraživanju vlašićke populacije Gregor Božič, stručno-znanstveni savjetnik Slovenskog šumarskog instituta, slaže se da vlašićka smreka nije autohton. Objavljava nam kako je došlo do ovog otkrića.

„Radili smo to na izoenzimima, oni su biokemijski biljezi. Ima ih jako puno, ali mi smo ih istražili možda 10-15. Ipak, istraživanja su pokazala da je genetska struktura vlašićke populacije drukčija od populacije smreke u BiH, a razlikuje se i od slovenske i hrvatske populacije, kao i od njemačke. Ove smo podatke dobili od Instituta za šumarstvo u Teisendorfu od Monike Konnart, koja je vodila genetski laboratorijski Institut za sjemenarstvo i rasadničarstvo Bavarske. Učinili su to za svoje populacije. Kod njih sam radio magistrski i doktorski rad, pa su mi dozvolili da uzmam i njihove podatke. Uključili su i francuske populacije koje su analizirali od Mont Blanca do Nice“, prisjeća se Božič.

Ballian je obavio laboratorijska istraživanja za Bosnu i Hercegovinu, a zatim rezultate predao Božiću, kako bi ih uključili u zajednički znanstveni rad.

Ranije, 2007. godine, Ballian, Božić i Bogunić objavili su u Šumarskom listu znanstveni rad pod naslovom „Genetička varijabilnost obične smreke (*Picea abies* L./ H. Karst.) u bosanskom dijelu Dinarida“. Zaključno su utvrdili da populacija Vlašića svojom genetskom strukturu ukazuje na alohtonu, te se do provedbe detaljnih analiza na tom području reproduksijski materijal ne bi smio koristiti ni u kojem obliku, a posebnim mjerama gospodarenja treba spriječiti daljnje širenje neželjenih gena iz te populacije. Međutim, nikada nisu napravljene detaljne analize koje bi početna istraživanja smjestile u kontekst drugih europskih populacija.

Napravio sam dendrogram na temelju svih populacija koje sam imao i tu se vlašićka populacija svrstala u francuske populacije, nastavlja Božić. „Možda smo zato tvrdili da sjeme dolazi od tamo. To je moguće objašnjenje. Ali kasnije smo napravili drugu analizu, pregledali profile gena, tada više nije bilo sličnosti s francuskom populacijom. S podacima kojima raspolaćemo nije moguće sa sigurnošću utvrditi je li sjeme stiglo iz Francuske. Možda jest, ali s podacima koje imamo, ne možemo to potvrditi. Ali sigurno je da je populacija drukčija od ostalih populacija u Bosni i Hercegovini”, bez sumnje kaže Božić. Kako bi se sa sigurnošću utvrdilo podrijetlo ove populacije, znanstvenicima bi trebao veći skup podataka ili bi se morala napraviti DNK analiza.

Iskre iz „Čire“

Pokušali smo kroz povijesne podatke rekonstruirati odakle je sjeme. Prema priči koju je čuo profesor Ballian, sjeme smreke je posijano prije stotinu godina, nakon što je požar opustošio velike površine šume na Vlašiću u dolini rijeke Ugar. Francuska je nakon toga navodno darovala sjeme svom savezniku, Kraljevini Srba, Hrvata i Slovenaca, novoosnovanoj državi nastaloj na ruševinama Austro-Ugarske. Travnički kroničari nikada nisu čuli za ovaj požar. Da stvar bude gora, u Drugom svjetskom ratu izgorjela je arhiva poduzeća Ugar, koje je u to vrijeme gospodarilo vlašićkim šumama. Travničanima je poznat veliki požar iz 1905. godine koji je progutao preko 500 objekata, ali taj požar nije zahvatio šumu.

Na temelju postojećih tragova pokušali smo pronaći odgovore u tadašnjem tisku. U glavnom gradu Kraljevine Srbije i Crne Gore, Beogradu, u to je vrijeme izlazilo nekoliko dnevnih listova. „Listamo“ digitalizirane primjerke „Politike“ i „Pravde“ iz godina nakon Prvog svjetskog rata. Nakon nekoliko dana potrage, konačno se pojavljuju prvi tragovi. U izdanju od kolovoza 1922., ove su novine u kratkim vijestima izvijestile o nizu šumske požara koji su izbili diljem zemlje. „Plamen guta milijune“, „Gore šumе“, „Pro-pada nacionalno blago“, neki su od desetaka naslova koji se nižu do sredine rujna.

Ovi listovi također pišu o nezapamćenim vrućinama i šuma koje su poharale usjeve, te gladi koja se pojavila u ne-



Šumska željeznica firme Ugar iza Prvog svjetskog rata (arhiva Slobodana Ličanina)

kim dijelovima zemlje. No, požar na Vlašiću se u ovim vijestima ne spominje. Bez obzira na to, tražimo dalje, nadajući se da ćemo pronaći nešto o donaciji sjemena. Uzalud.

Kad smo počeli sumnjati u sebe, suočeni sa slijepom ulicom naše priče, dobili smo nove vijesti od profesora Balliana. U Arhivu Bosne i Hercegovine pronašao je žandarmerijska izvješća o požaru na Vlašiću. U iskazu svjedoka Milana Kesera, djetatnika poduzeća Ugar, stoji da je požar izbio 8. kolovoza 1922. godine kada je lokomotiva poduzeća Ugar došla u šumu po trupce. Uskotračna šumska željeznica izgrađena je za vrijeme Austro-Ugarske za potrebe izvoženja trupaca iz šume. Radilo se o parnim lokomotivama pokretanim ugljenom. Svjedok navodi da se stroj morao vraćati uzbrdo i da je bilo teško vući vagone, zbog čega je počelo iskriti iz dimnjaka. Nije primijetio da su iskre izazvale vatru pa je otisao u drugi dio šume. Požar je kasnije primijetio još jedan zaposlenik tvrtke Ugar. Izvješća navode i drugu mogućnost, da je požar podmetnut. Iskre iz lokomotive uzrokovale su i travnički požar 1905. godine.

No, o donaciji sjemena u arhivi nije bilo ni slova. Šumarski list, stručni časopis koji je izlazio i još uvijek izlazi u Zagrebu, također nema informacija o ovom događaju. Sadrži brojne članke koji govore o „francuskom šumarstvu“, na koje bi se trebalo ugledati šumarstvo tadašnje Kraljevine SHS, kao i stručne ekskurzije šumara iz Kraljevine u Francusku. U ovom časopisu nalaze se i članci koji govore o nedovoljnoj količini sjemena u tadašnjim rasadnicima, zbog čega je mlada država prisiljena uvoziti sjeme. U Arhivu Jugoslavije u Beogradu pronašli smo dokumente koji govore o tonama uvezenog sjemena iz Austrije. Tadašnji upravitelji šuma prepoznali su problem pa su pokrenuli akciju prikupljanja sjemena. U izvješćima Direkcije šuma u Sarajevu, koje čitamo u Arhivu BiH, stoji da se u većini srezova nedovoljno sakupljaju česeri, kao i da je potrebno podići cijene, kako bi se potaklo veće uključivanje seljaka u ovu djelatnost.

Nakon mjesec dana vraćamo se na Vlašić. Na pašnjaku uz smrekovu šumu, gdje je prilikom našeg zadnjeg posjeta veliko stado ovaca paslo zadnje vlati jesenske trave, sada su prazni torovi i napuštena pastirska koliba. 15. je studeni i već je trebao pasti prvi snijeg. Stočari-nomadi ranije su se povukli u nizinu očekujući ga. Ovaj puta smo u patrolu krenuli sa travničkim fotografom Slobodanom Ličaninom. U Šumariji Turbe radio je od 1969. do 2007. godine. Objasnjava nam da se lokalitet na kojem se nalazimo zove Paljika, što već po samom nazivu govori da je ovdje nekada gorjela šuma, možda 1922. godine. Ne znajući za priču o stranom sjemenu koje je ovdje posijano, šumari su davno uočili fenotipske razlike smreke s ovih prostora.

„Po vrhovima smreka vidi se da nisu autohtone, jer su one na vrhu daleko bogatije i jače od ovih domaćih koje možemo vidjeti ovdje u neposrednoj blizini“, kaže nam Ličanin, pokazujući jednoličnu šumu pred nama.

Kao čovjeka koji je cijeli radni vijek proveo na ovoj planini, molimo ga da usporedi nekadašnje zime s ovim sadašnjim.

„Krajem listopada, početkom studenog obično padaju prvi snjegovi. Ova godina nam je najbolje pokazala klimatske promjene iz razloga što je, u ovom dijelu gdje se sad nalazimo, snijeg bivao do jednog metara visine“, prisjeća se.

Znanstvena istraživanja potvrđuju ono što su mnogi zapazili golim okom. Snježni pokrivač se širom sjeverne hemisfere zadržava sve kraće tijekom zime, a znanstvenici upozoravaju da će ovaj trend postajati sve gori.⁶

Oko nas su vidljivi i drugi znakovi klimatskih promjena. Na mladim stablima smreke profesor Ballian nam je za vrijeme naše prve posjete planini pokazao tragove neočekivanog organizma na ovoj nadmorskoj visini. Na prvu, čini nam se da na vrhu grane vidimo česer. Kada smo pogledali izbliza, uočili smo da oblikom odudara od česera. Tu „žuč“ formira kukac hermes (*Adelges tardus*), srodnik biljnih ušiju.

„Nekad su se vezali za niže nadmorske visine, a sa klimatskim promjenama idu na sve višu nadmorskву visinu“, kaže nam profesor dok se nalazimo u šumi na 1200 metara nadmorske visine.

Europske monokulture

Vlašićka smrekova šuma ni izdaleka nije iznimski primjer neautohtonih populacija. Zapravo, sjeme smreke stoljećima se masovno širilo iz dijelova Europe u druge dijelove.

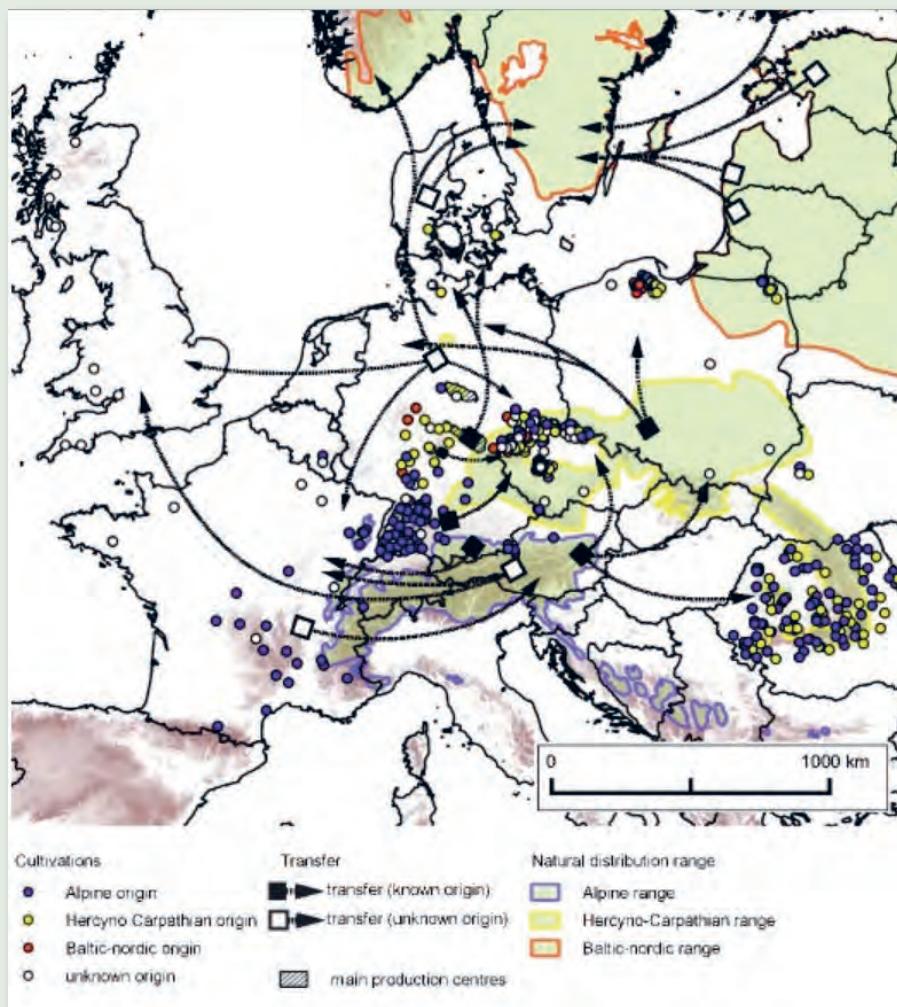
„Počevši od osamnaestog stoljeća, umjetna obnova s ne-lokalnim sjemenom postala je uobičajena praksa, uključujući prijenos četinjača poput smreke u velikim razmjerima“, pišu Jansen, Konrad i Geburek u svom opsežnom znanstvenom radu o translokaciji reproduksijskog materijala smreke u Europi.⁷

Ova vrsta četinjača postala je popularna tijekom industrijske revolucije i velikog građevinskog buma koji je došao s povećanjem broja ljudi u Europi. Iako smreka raste u ekološkim zajednicama s bukvom (*Fagus sylvatica*), potonja zbog svojih karakteristika nije bila industrijski zanimljiva.

„Bukva se koristila samo kao gorivo, a smreka je bila i ostala gospodarski važna, može se koristiti u građevinarstvu i za namještaj. Smreka je posađena zbog isplativosti, jer tu je novac. Lako se obrađuje. Lako se sadi i uzgaja. Cijena jedne sadnice je niska. Industrijski je lako preraditi smreku, ali

⁶<https://www.theverge.com/2024/1/10/24031852/snow-loss-climate-change-drought-research>

⁷<https://annforsci.biomedcentral.com/articles/10.1007/s13595-017-0644-z>



Uzgoj smreke u Evropi do 1900. godine (izvor: Annals of Forest Science)

teško preraditi bukvu“, objašnjava nam Gregor Božič sa slovenskog Šumarskog instituta kako je smreka postala dominantna vrsta u plantažnim šumama Europe.

Danas se posljedice ove ekspanzije osjećaju u regijama u kojima ova vrsta nije autohtona.

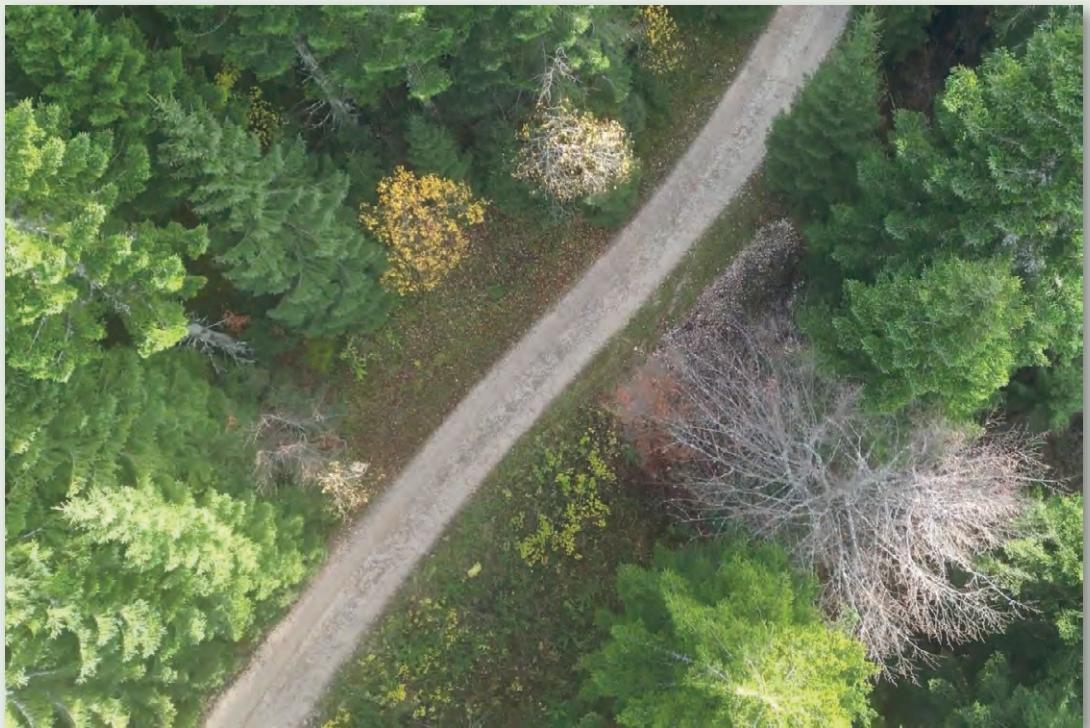
„Smreka se iz ekoloških područja proširila u nizinske krajeve. Ona tamo od prirode ne može rasti, ali može uz pomoć čovjeka. Sve je funkcionalno dobro skoro do danas, nije bilo većih problema. Sada u vrijeme klimatskih promjena stvari se mijenjaju. Taj optimum se promijenio i imamo puno smreke tamo gdje je prirodno nema. To znači veliki rizik. Sada se događaju ti preokreti, promijenile su se količine oborina, više je suša, ta su razdoblja duža. Osjeti se posvuda, a pogotovo tamo gdje smreka nije prirodna, autohtona. Smreka je osjetljiva na visoke temperature i sušu, zbog čega je pod stresom. U Sloveniji ima samo jedan posto smreke u primarnim područjima rasta, a čini oko jednu trećinu drvne zalihe. Te su monokulture vrlo osjetljive”, naglašava Božič.

Klimatske promjene, ponajprije duža sušna razdoblja u sradnji s potkornjacima, razotkrile su loše odluke iz prošlosti kada ljudi nisu dovoljno razumjeli suptilne odnose u ekosustavima. Milijune hektara monokulturnih šuma smreke diljem Europe u posljednjih je deset godina opustošio ovaj kukac. Najveće štete zabilježene su u Njemačkoj, Austriji, Češkoj i Francuskoj. Osim ogromne ekonomske štete uzrokovane masovnim izumiranjem čitavih šuma, teško je procijeniti ekološke posljedice deforestacije. Češka, u kojoj se 50 posto šuma sastoji od monokultura smreke, postala je epicentar najezde potkornjaka koji pustoši šume Europe, navodi se u znanstvenom članku grupe autora o potkornjaku u Češkoj.⁸

Dalje širenje stranog gena

Vlašićka šuma se djelomično uspjela oporaviti od odumiranja stabala. Tamo gdje su posjećena stabla zaražena potkornjakom počela su nicati mladice bukve i jele (*Abies alba*)

⁸<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S037811272100164X>



Šuma u dolini rijeke Ugar (foto: Geoffrey Brossard)

koje su tu rasle prije požara 1922. godine, pokazuje nam Ballian na nekoliko primjera.

No problem se proširio i na druga područja regije prije nego što je otkrivena kobna veza između potkornjaka i alohtone smreke.

“Nažalost, sjeme odavde je razaslano po cijeloj Bosni i Hercegovini i bivšoj Jugoslaviji. Kako je smreka fenotipski izgledala jako lijepo u Modrom polju, svake godine su se skupljale tone i tone iz te sjemenske sastojine. Po 40 tona česera. Od 40 tona, tona je sjemena. Od tone sjemena milijuni sadnica. I to se sadilo. Sada svugdje imamo problem koji odavde potiče. Mladi podignuti nasadi se suše, a to može biti zastrašujuće. Oni nemaju gene za prilagodbu kao što ih imaju autohtoni“, upozorava profesor.

Osim toga, alohtonu smreku karakterizira sposobnost ranijeg ulaska u reproduktivni stadij.

“Počela je ranije rađati. Stoga, budući da nije prilagodljiva, nastoji brzo ostaviti potomstvo. Rađa obilnije i više i zato je to problem”, dodaje pokazujući mlado stablo staro 20 godina sa češerima pri vrhu krošnje.

Sve to znači da će nova šumska područja biti izložena većem riziku od najezde potkornjaka, posebice ako se uzme u obzir da će klimatske promjene donijeti još ekstremnije vremenske uvjete. Odluke koje se donose danas vidjet će se tek za 40 godina, slogan je koji se često može čuti od šumara i znanstvenika u Bosni i Hercegovini. Mnoge od njih vidjet ćemo tek u budućnosti, možda u šetnji šumskim puteljkom.

OBLJETNICA I ZNANSTVENO-STRUČNI SKUP: 100 GODINA ODRŽAVANJA VISOKOŠKOLSKE TERENSKE NASTAVE STUDIJA ŠUMARSTVA NA OTOKU RABU

Stjepan Posavec, Andreja Đuka¹

Fakultet šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu, u rujnu je 2023. godine povodom stote obljetnice održavanja terenske nastave na otoku Rabu organizirao niz radionica, znanstveno-STRUČNI skup te izložbu na glavnome gradskome trgu, a sve sa ciljem obilježavanja proslave ove značajne obljetnice.

Cilj radionica bio je približiti šumarsku struku stanovnicima Raba, posebno onim najmlađima. Tako je 14. rujna 2023. godine na Nastavno-pokusnom šumskom objektu (NPŠO) Rab održana radionica za male polaznike vrtića Pahuljica pod vodstvom izv. prof. dr. sc. Milivoja Franje-

vića naziva Kukci u šumi. Istoga dana u popodnevnim satima izv. prof. dr. sc. Kristijan Tomljanović predstavio je studijske programe Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije u srednjoj školi Markantuna de Dominisa Rab.

15. rujna 2023. godine, u kongresnoj dvorani Hotela Imperial Valamar Collection u gradu Rabu održan je znanstveno-STRUČNI skup. Dekan Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije (FŠDT) Sveučilišta u Zagrebu, prof. dr. sc. Josip Margaretić naglasio je da Fakultet u proteklih 125 godina kontinuirane visokoškolske nastave u šumarstvu predstavlja vodeću visokoškolsku obrazovnu i znanstve-



Djeca i odgajatelji dječjeg vrtića grada Raba na Nastavno-pokusnom šumskom objektu Rab: upoznavanje s biljnim i životinjskim svijetom šuma

¹ Prof. dr. sc. Stjepan Posavec, Doc. dr. sc. Andreja Đuka, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu



Prezentacija sveučilišnih studija Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije u srednjoj školi na Rabu kao dio sve-ukupnih aktivnosti povodom obilježavanja 100 godina terenske nastave FŠDT na Rabu



Pozdravni govor dekana FŠDT Sveučilišta u Zagrebu prof. dr. sc. Josipa Margaletića

noistraživačku instituciju u području šumarstva, ne samo u Republici Hrvatskoj, već i u širem okruženju. (slika 3) „Nastavno-pokusni šumski objekt Rab za nas šumare oduvijek je imao posebnu draž. Od studentskih dana kada smo ovdje dolazili kao studenti, biljni i životinjski svijet šuma Kalifronta predstavljao je vrijedan objekt znanstvenog interesa, svijet koji je važno istražiti i razumjeti, a ponajviše očuvati za buduće generacije. Brojni su kolege svoju znanstvenu karijeru ostvarili zahvaljujući postojanju ovog jedinstvenog šumskog objekta. Upravo je prof. dr. sc. Andrija Petračić, osnivač Katedre za uzgajanje šuma pri Fakultetu šumarstva i drvne tehnologije, tada Šumarskom fakultetu, prije točno 100 godina, 1923. godine doveo prve studente na terensku nastavu te im ukazao na zeleno bogatstvo Raba. Kako zapisi navode, od toga su vremena pa sve do danas (s malim prekidom za vrijeme Drugog svjetskog rata i tijekom Domovinskog rata 1991. godine), studenti šumarstva svake godine dio svoje terenske nastave provodili na otoku Rabu.”

Poznato je da povjesni podaci o gospodarenju rapskim šumama sežu još od 1409. godine kada je Rapska općina 2. ožujka 1409. godine predala svoje pašnjake i šume Veneciji, a prije toga je općina Rab sama iznajmljivala šume i pašnjake narodu i od toga su se plaćali knez i općinski činovnici. Prije Drugog svjetskog rata šume otoka Raba manjim su dijelom vlasništvo države (vjerozakonske zaklade) i privatnika, a većim dijelom općine Rab. Poslije drugog svjetskog rata šumama otoka Raba gospodarila je šumarija Rab, a ugovorom od 6. ožujka 1975. godine (broj 01/1-105/1-75) jedan dio šumskog kompleksa Kalifront povjeren je na gospodarenje Fakultetu šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu kao objektom posebnog obilježja, koje ima cilj izobrazbu studenata šumarstva, te obavljanje znanstveno - istraživačkog i stručnog rada u šumama hrasta crnike. Ukupna površina šumskog kompleksa iznosi 98,80 ha. Otok Rab je zasigurno savršen primjer gdje se mogu obavljati šumsko-uzgojna istraživanja, a sa ciljem unapređenja gospodarenja u sastojinama Hrvatskog Sredozemlja. Temeljem Ugovora br. 349-01/97-1848 od 25. ožujka 1997. godine, tada Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu preuzima kao korisnik lovišta od ovlaštenika prava lova J.P. Hrvatske šume lovište Kalifront, a cilj je provođenje znanstveno-nastavnog programa u sklopu Nastavno-pokusnog šumskog objekta Rab. Lovište je površine 1351 ha.

Na NPŠO Rab postoji fakultetska kuća koja je nastala od nekadašnje lugarnice izgrađene 1895. godine iznad Uvale sv. Mara. Kuća je detaljno renovirana, malo proširena i obnovljena tijekom 1976. godine, te ponovno uređena 1994. godine. U njoj su u prošlosti smještani studenti šumarstva kada su sudjelovali na terenskoj nastavi na otoku Rabu. Nekada je zgrada mogla primiti i preko 40 studenata koji bi boravili na objektu 3 do 6 dana tijekom akademske godine,

a objekt su posjećivali i studenti šumarstva iz inozemstva. Nažalost, već niz godina studenti nemaju mogućnost smještaja na NPŠO Rab, jer glavna zgrada nastavno-pokusnog šumskog objekta nije prikladna za smještaj studenata prema suvremenim standardima i zahtjeva sveobuhvatnu obnovu primjerenoj standardima današnjeg vremena. U tu svrhu izrađen je idejni projekt nove zgrade, čijom će se izgradnjom omogućiti povratak višednevnih terenskih nastava studenata uz osnivanje Centra za istraživanje sredozemnih šuma kojim će se unaprijediti i nastavni planovi i programi sveučilišnih prijediplomskih i diplomskih studija, kao i doktorski studiji koji se izvode na Fakultetu šumarstva i drvene tehnologije. U okviru budućeg Centra moći će se ostvariti i aktivnosti cjeloživotnog obrazovanja, kao jedne od misija Sveučilišta u Zagrebu, koje je posebno istaknuto kao jedna od odrednica reforme europskoga visokoškolskoga obrazovanja. Novim objektom NPŠO Rab Fakultetu šumarstva i drvene tehnologije omogućilo bi se aktivno sudjelovanje u organizaciji i provedbi različitih stručnih i znanstvenih savjetovanja, radionica, okruglih stolova, unaprjedenja znanstveno-istraživačkog rada i ostalih oblika događanja kojima bi cilj bio gospodarenje šumskim ekosustavima mediterana i submediterana, s brojnim izazovima kao što je protupožarna zaštita, zaštita od invazivnih šumskih štetnika, obnova šuma, melioracije krša i slično.

U ime rektora Sveučilišta u Zagrebu prof. dr. sc. Stjepana Lakušića obratio se prof. dr. sc. **Dubravko Majetić**, prorektor za znanost, istraživanje i poslijediplomske studije. Organizatorima skupa je prenio rektorove srdačne pozdrave i iskrene čestitke povodom obljetnice koja se obilježava, te naglasio njegovu potporu i konkretnu pomoć u budućim aktivnostima fakulteta u svim njegovim djelatnostima, posebice u aktivnostima vezanim uz Nastavno-pokusni šumski objekt Rab.

Gradonačelnik Grada Raba gosp. **Nikola Grgurić** prisjetio se profesora Đure Rauša i Josipa Šimičića koji su, prema njegovom sjećanju, davne 1974. godine istaknuli i dali inicijativu za očuvanje, upravljanje i zaštitu šuma, a u tom se periodu počeo provoditi i projekt proširenja te izgradnje protupožarnih projekata. Naglasio je da je šuma poluotoka Kalifronta jedan od, najvećih bisera Jadrana. Otok Rab je dan je od najšumovitijih otoka, uz otok Mljet, i to je ono čime se sve generacije Rabljana ponose.

Hinko Mance, zamjenik zapovjednika Vatrogasne zajednice Primorsko-goranske županije, zahvalio se u ime vatrogasaca svim šumarima što brinu o našim šumama i pomaju držati šume urednima, jer bez šumskog reda ne može se kvalitetno boriti ni sa šumskim požarima.

Nakon uvodnih govora uslijedila su pozvana predavanja.

Prof. dr. sc. Milan Oršanić (FŠDT) prikazao je povijest terenske nastave na otoku Rabu i NPŠO Rab. Osnivači šumarske akademije 1898. godine., te posebno osnivači Gos-

podarsko-šumarskog fakulteta 1919. godine., bili su svjesni da bez pokušališta i terenske nastave (praktičnog rada) izobrazba kadrova neće biti kvalitetna niti potpuna. Samim osnivanjem Fakulteta ondašnja vlada kupuje Kaptolsko dobro Maksimir i daje ga novoosnovanom Fakultetu na upravljanje. Terenska nastava je oduvijek bila sastavni dio izobrazbe studenata, tako da već 1898. godine studenti idu na pokušalište u Božjakovinu. Profesor Sandor vodi studente 1911. godine na Đurđevačke pjeske, 1912. godine u Hrvatski Srijem itd. Otok Rab studenti šumarstva posjećuju već 1923. godine s profesorom Andrijom Petračićem. Radi velikog znanstvenog i površinskog značenja mediteranskih šuma profesori D. Rauš, B. Prpić i S. Matić su inzistirali na dobivanju novog nastavno pokusnog objekata koji bi bio smješten negdje u šumskim ekosustavima Mediterana. Upravo zbog više-desetljetog dolaska studenata na Rab, prekid dolazaka je bio samo za vrijeme Drugog svjetskog rata, i vrlo kratko za Domovinskog rata, izabran je otok Rab kao pogodno mjesto budućeg nastavno pokusnog šumskog objekta. Ugovorom između Šumarskog fakulteta i Skupštine otoka Raba dobiven je dio šumskog kompleksa Kalifront na upravljanje i tako je osnovan najmladi NPŠO Rab, jedan od pet. Isto tako 1997. godine Šumarski fakultet preuzima lovište Kalifront, kupuje i dovodi običnog muflona i jelena axisa i za vrlo kratko vrijeme stječe državnog prvaka u muflonu i svjetskog prvaka u jelenu axisu.

Akademik Igor Anić (FŠDT), prezentirao je trenutnu problematiku gospodarenja šumama hrvatskog Sredozemlja. Šume hrvatskoga Sredozemlja imaju važnu ulogu u poboljšanju društvene, ekološke i gospodarske vrijednosti tega područja. One su strateška baza za razvoj naše domovine i smanjenje posljedica klimatskih promjena. Misija šumarstva je očuvati i povećati površinu šuma, povećati stabilnost, vitalitet, kakvoću i produkciju šuma te čuvati šume i šumsko tlo od degradacije. Iz toga proizlaze glavni izazovi gospodarenju šumama hrvatskog Sredozemlja: neophodna provedba melioracijskih radova, posebice nakon šumskih požara u slivu rijeka koje opskrbljuju stanovništvo pitkom vodom; iznalaženje rješenja o načinu gospodarenja privatnim šumama i zapuštenim poljoprivrednim zemljištem koje je većim dijelom zahvaćeno sukcesijom šumske vegetacije; omogućavanje pošumljavanja neobraslog šumskog zemljišta i umjetne obnove šuma nakon šumskog požara pionirskim vrstama drveća; redovita provedba propisanih šumskouzgojnih radova (pošumljavanje, prirodna i umjetna obnova šuma, prevođenje šuma, njega šuma, čuvanje šuma, zaštita šuma, izgradnja protupožarnih projekata) prema programima gospodarenja za gospodarske jedinice; zaštita degradacijskih oblika šuma od degradacijskih procesa kao što su požar, nekontrolirana sječa, brst, paša i prenamjena i omogućavanje njihova progresivnog razvoja; posredno i neposredno prevođenje degradacijskih oblika šuma. Degradacijski oblici šuma hrvatskog Sredozemlja.



Znanstveno-stručni skup u kongresnoj dvorani Hotela Imperial Valamar Collection

zemlja trenutno nemaju visoku gospodarsku vrijednost, ali zato pružaju važne općekorisne funkcije koje smanjuju posljedice klimatskih promjena i poboljšavaju zaštitu i unapređenje čovjekova okoliša. Njihovo obezvrjeđivanje, prenamjena i onemogućavanje šumskih melioracijskih radova sve to ugrožava.

Prof. dr. sc. Ivica Tikvić (FŠDT), zajedno sa autorima Stjepan Posavec i Damir Ugarković ukazao je na važnost općekorisnih funkcija šuma i usluga šumskih ekosustava hrvatskog Sredozemlja. To su koristi koje nastaju kao posljedica funkcioniranja šuma i šumskih ekosustava, a obuhvaćaju sve žive organizme u šumama (biološki čimbenici) i njihov neživi okoliš (ekološki čimbenici), odnosno

sve biološke i ekološke procese u šumskim ekosustavima. Posljedice tih procesa i odnosa u šumama smatramo koristima od šuma i uslugama šumskih ekosustava, kao što su kisik koji udišemo, ugljik koji biljke asimiliraju, reguliranje otjecanja vode, pročišćavanje vode, zaštita od Sunčevog zračenja, reguliranje mikroklima, pružanje prirodnog prostora za odmor i rekreatiju, i dr. Odnos čovjeka prema funkcijama šuma i uslugama šumskih ekosustava se mijenjao tijekom povijesti, pa tako i u novije vrijeme. Povjesno gledano znanja o općekorisnim funkcijama šuma su se značajnije razvijala od sredine 20. stoljeća, dok su se znanja o uslugama šumskih ekosustava počele razvijati početkom 21. stoljeća.



Sudionici znanstveno-stručnog skupa

Izv. prof dr. sc. Kristijan Tomljanović (FŠDT) ističe da je Hrvatsko Sredozemlje pogodno stanište brojnih vrsta krupe i sitne divljači. Promjena brojnosti pojedinih vrsta kroz povijest povezana je sa populacijskim i gospodarskim razvojem čovječanstva, promjenama fitocenološkog sastava te na kraju samom biologijom pojedine vrste. Problem gospodarenja divljači na otočnom dijelu Sredozemlja i priobalja vezan je i uz preklapanja nadležnosti pojedinih interesnih skupina i gospodarskih grana, pa tako nije rijetkost da na istoj površini postoji interes za lovstvo, šumarstvo, poljoprivredu i turizam. Divljač svojim boravkom na nekoj površini ima utjecaj na poljoprivrodu i šumarstvo. Utjecaji su u pravilu negativni, a eksponencijalno se povećavaju s povećanjem gustoće divljači. Provodenje lovno gospodarskih mjera poput prihrane, redovitog odstrela te odstrela nepoželjnih vrsta doprinose smanjivanju šteta na poljoprivrednim površinama te sprječavaju pojavu krupne divljači na urbanim površinama. Stoga lovno gospodarenje i u budućnosti mora biti važan čimbenik planiranja zahvata u prostoru Sredozemlja i sredozemnih šuma.

Izv. prof. dr. sc. Roman Rosavec (FŠDT), ukazao je na problematiku požara na šumskim površinama hrvatskog Sredozemlja. Osim razumijevanja i poznavanja biološko-ekoloških posljedica šumskih požara, kao i metoda sanacije i obnove opožarenih površina, poznavanje čimbenika koji uvjetuju nastanak šumskih požara te čimbenika koji uzrokuju početno širenje vatre bitno je zbog smanjenja opožarenih površina te pripreme i vođenja preventivnih aktivnosti. Bolje razumijevanje parametara zapaljivosti i gorivosti te sadržaja vlage živog i mrtvog šumskog goriva

najznačajnijih mediteranskih vrsta može doprinijeti poboljšanju spoznaja o protupožarnoj problematiki i ukazati na kritične periode visokog rizika od šumskih požara.

Dr. sc. Lukrecija Butorac (Institut za jadranske kulture i melioraciju krša) sa grupom autora Ivan Limić, Goran Jelić, Vlado Topić, prikazala je rezultate istraživanja erozije tla nakon šumskih požara na hrvatskom Sredozemlju. Na požarom devastiranim šumskim površinama erozija tla poprima ekscesivne razmjere. Rezultati dugogodišnjeg praćenja erozije tla u sačuvanim šumama i opožarenim šumama alepskog bora ukazuju kako je gubitak tla u sačuvanoj šumi alepskog bora zanemariv i on je 600 puta manji, a površinsko otjecanje 6 puta manje nego na opožarenoj površini alepskog bora u drugoj godini nakon požara. Deset godina nakon požara, na opožarenoj površini na kojoj je došlo do prirodne sukcesije vegetacije alepskim borom i makijskim elementima, gubitak tla još je uvjek bio sedam puta veći, a površinsko otjecanje četiri puta veće nego u sačuvanoj sastojini alepskog bora. Biljni pokrov, posebice šuma, izuzetno je bitan prirodni resurs i najdjelotvorniji čimbenik pri sprječavanju ubrzane erozije. U dobro očuvanoj šumi s kojom se pravilno gospodari javlja se samo normalna ili geološka erozija u kojoj je odnošenje tla znatno ispod erozijske tolerancije.

Nakon održanog skupa na Trgu sv. Kristofora u gradu Rabu otvorena je izložba „100 godina terenske nastave studenata Fakulteta šumarstva i drvene tehnologije na otoku Rabu”, prilikom koje je predstavljen i idejni projekt budućeg Znanstveno-istraživačkog centra za sredozemno šumarstvo i protupožarnu zaštitu šuma.



Izložba povodom obilježavanja obljetnice bila je postavljena na Trgu Sv. Kristofora u Rabu

ZIMSKA ŠUMARSKA SKIJAŠKA NATJECANJA 2024. GODINE

Oliver Vlainić¹



54. EFNS

Dvadeset godina od posljednjeg domaćinstva 2004. godine, Francuska je od 21. do 27. siječnja 2024. u malom alpskom mjestu Les Contamines-Montjoie (1.164 m) ugostila sudionike 54. Europskoga šumarskog natjecanja u nordijskom skijanju.

Hrvatska šumarska ekipa nastupila je u organizaciji Hrvatskoga šumarskog društva, koje je i finansiralo naše sudionike. Činilo ju je ukupno 20 članova, 15 natjecatelja i 5 pratećih osoba. Na put je krenula autobusom Fakulteta šumarstva i drvene tehnologije u ponедjeljak 22. siječnja. Nakon cijelodnevnog putovanja, većinom kroz Italiju, poslije prolaska kroz 11,6 km dug tunel Mont Blanc/tal. Monte Bianco (izrađen između 1959. i 1965. godine) stigla je u francusku povijesnu pokrajинu Savoju, današnji departman Haute-Savoie, i smjestila se u mjestu Sallanches, dvadesetak kilometara od mjesta natjecanja.

Sljedeći dan 23. siječnja veči dio natjecateljske ekipe iskoristio je za trening uoči natjecanja, a prateći dio ekipe i dio natjecatelja bili su na dvije ekskurzije od ukupno osam ponuđenih. Prva ekskurzija nudila je obilazak glavnog grada departmana Haute-Savoie, Annecyja, prozvanog Venecijom Alpa zbog srednjovjekovnog izgleda grada šarenih ulica i kanala. Druga ekskurzija vodila je u grad Chamonix-Mont-Blanc s dvije opcije odlaska žičarom do vrha Aiguille du Midi (3.842 m) ili do vrha Brévent (2.525 m) te s obilaskom centra Chamonixa. Treća ponuđena ekskurzija bilo je skijaško trčanje na Plateau des Glières. Četvrta ekskurzija imala je za temu upravljanje prirodnim rizicima (erozija kamenja i tla te lavine) u podnožju Mont Blanca. Peta ekskurzija bavila se upravljanjem i iskorištavanjem javnih i privatnih šuma na prijevoju Voza, do kojega se išlo planinskim vlakom sa zupčanicom Tramway du Mont Blanc, a po šumi se kretalo s krpljama. Šesta ekskurzija vodila je u istraživanje najvišega prirodnog rezervata u Fran-



Hrvatska ekipa na svečanom otvorenju

¹ Oliver Vlainić, dipl. ing. šum., tajnik HŠD



Pogled iz žičare za Brévent na Chamonix

čuskoj Les Contamines, također uz korištenje krplji. Sedma ekskurzija nudila je obilazak područja Les Contamines-Montjoie s upoznavanjem povijesti, arhitekture i lokalnih obrta. Osma ekskurzija omogućila je trosatni tretman u toplicama Thermes de St. Gervais. Francuski domaćini angažirali su velik broj volontera koji su uglavnom bili zaposlenici Nacionalnog ureda za šumarstvo - Office national des forêts (ONF) te su bili na usluzi i kao vodiči na ekskurzijama.

Članovi hrvatske ekipe odabrali su sudjelovanje u dvije ekskurzije, posjet gradu i jezeru Anneciju te gradu Chamonixu i njegovim vrhovima. U Anneciju, gradu od 50 tisuća stanovnika, glavne znamenitosti su Palača de l'Isle, dvorac Château d'Annecy, muzej zvona Cloche Paccard, Most Ijubavnika, Vrtovi Europe te istoimenno jezero Annecy. Palača de l'Isle smještena je na samoj rijeci Thiou, potječe iz 12.

stoljeća, a nekada je korištena i kao zatvor dok je danas muzej. Dvorac Château d'Annecy sagrađen je između 12. i 16. stoljeća, a služio je kao rezidencija ženevskih grofova i vojvoda Genevois-Nemoursa. Danas je u dvorcu smješten opservatorij. Muzej Cloche Paccard posvećen je ljevaonici zvona osnovanoj 1796. godine. Jezero Annecy jedno je od najvećih u Francuskoj, a smatra se jednim od najčišćih u Europi.

Druga ekskurzija morala je promijeniti postojeći plan, jer zbog vjetrovitog vremena taj dan nije vozila žičara do vrha Aiguille du Midi (3.842 m) te je za sve sudionike omogućena druga opcija, uspon žičarom od Chamonixa do Planpraza (2.000 m) i odatle drugom žičarom do vrha Brévent (2.525 m). Brévent je i skijalište okrenuto prema jugu. S njega puca prekrasan pogled na dolinu i grad Chamonix (1.035 m) te alpske vrhove s druge strane, gdje se ističu najveći vrh Mont Blanc (4.810 m) i Aiguille du Midi (3.842 m). Ostatak ekskurzije odvijao se u poznatom skijskom centru Chamonix, u kojem su održane prve zimske olimpijske igre 1924. godine. Smješten je u ledenjačkoj dolini. S okolicom broji oko 10 tisuća stanovnika. Njegov razvoj počeo je sredinom 18. stoljeća kada su ga otkrili engleski aristokrati fascinirani planinskim mirom. Danas je i jedan od najznačajnijih alpinističkih centara na svijetu, jer se nalazi u podnožju masiva Mont Blanca. U njemu se nalazi Nacionalna škola skijanja i alpinizma – Ecole Nationale de Ski et d'Alpinisme (ENSA). Škola je osnovana 1946. godine, a to je jedina škola ovlaštena za obuku planinarskih stručnjaka i organiziranje ispita za visoke planinske vodiče, instruktore skijanja, slobodnog letenja i kretanja kanjonima. U gradu se nalaze i dva spomenika posvećena



Na ekskurziji u Chamonixu – u pozadini vrhovi Aiguille du Midi i Mont Blanc



Francuski šumari-vodiči kod spomenika prvim osvajačima Mont Blanca

prvim osvajačima Mont Blanca. Na jednom spomeniku su kipovi švicarskog prirodoslovca, fizičara, geologa i profesora na Sveučilištu u Ženevi Horacea-Bénédicta de Saussurea, koji je nakon prvog posjeta Chamonixu 1760. godine ponudio nagradu onome tko se prvi popne na najviši vrh Alpa, i planinarskog vodiča i sakupljača kristala Jacquesa Balmata koji prstom upire prema Mont Blancu. Drugi spomenik predstavlja lokalnog liječnika i planinara Michela Gabriela Paccarda, partnera Jacquesa Balmata u prvom usponu na Mont Blanc 8. kolovoza 1786. Horace-

Bénédict de Saussure smatra se ocem znanstvenog alpinizma, a i sam se uspio popeti na Mont Blanc 1787. godine. Na jednoj zgradi u centru nalazi se i mural s prikazom 20 pionira alpinizma. Kako je u gradu sve vezano za planine, postoji i ured gorske službe spašavanja (La Chamoniarde) koji cijele godine pruža besplatne informacije o planinarenju, alpinizmu i skijanju. Tu je i sjedište udruge vodiča (Companie des Guides). Uz ured se nalazi katolička crkva Sv. Mihaela u alpskom baroknom stilu, sagrađena u 12. stoljeću i više puta obnavljana. Na crkvenom trgu svake



Kod Nacionalne škole skijanja i alpinizma u Chamonixu



Šumarska konferencija

godine 15. kolovoza održava se tradicionalna smotra vođiča: prozivka novih vodiča, odavanje počasti nestalima u planinama te misa.

Treći dan 24. siječnja u večernjim satima održana je šumarska konferencija pod nazivom „Gospodarenje šumama francuskih Alpa pred sadašnjim i budućim izazovima“ sa četiri predavanja i raspravom nakon svakog predavanja. Teme su bile: „Adaptivno dugoročno praćenje šuma u Alpama pod klimatskim promjenama“, „Upravljanje planinskim šumama – prilagodba promjenama“, „Sylvaccess, Sylvaroad i Cubaroad – pomoć pri kartiranju pristupačnosti šumskim resursima u planinskim područjima s 3 GIS alata“ i „Kako oblikovati šume za budućnost – kako ih financirati“.

U Francuskoj od ukupno 17,1 milijun ha šuma (31 % površine države) ima 4,3 milijuna ha javnih šuma (1,5 milijuna ha državnih šuma i 2,8 milijuna ha uglavnom općinskih šuma) i 12,8 milijuna ha privatnih šuma. Francuska je po šumovitosti četvrta zemlja u Europi. Godišnje šume posjeti oko 700 milijuna posjetitelja. U području sjevernih francuskih Alpa šume pokrivaju trećinu površine. Ove šume ispunjavaju bitne potrebe za alpsku zajednicu: sklađište ugljik, rezerve su bioraznolikosti, filtriraju vodu, barijere su protiv prirodnih opasnosti, osiguravaju ekonomsku imovinu te su izvor blagostanja za stanovništvo. Danas se suočavaju s višestrukim izazovima zbog brzog i nezапамćenog zagrijavanja klime. Alpe su posebno pogodene stopama porasta temperature dva puta većim od globalnog prosjeka. Zbog toga stručnjaci razvijaju strategiju i alate kojima se koriste u upravljanju šumama. Sve je veća primjena softverskih alata za donošenje odluka o gospodarenju šumama. Alati se koriste za određivanje vrste drveća i nadmorske visine određene vrste za sadnju, za odabir na-

čina sječe i pridobivanja drvnog materijala iz šume, za izgradnju mreže puteva i vlaka, za uvođenje novih šumarskih usluga i načina financiranja gospodarenja šumama. Bora veći šest dana u francuskim Alpama bilo je neobično vidjeti zelene i smeđe boje na nižim nadmorskim visinama, a bjelinu snijega samo na većim visinama. Vremenski uvjeti su se očito drastično promijenili, kads sredinom zime ni u Alpama nema snijega.

Ceremonija svečanog otvorenja 54. EFNS-a održana je 23. siječnja navečer u središtu mjesta Les Contamines-Montjoie. Hrvatska ekipa bila je prepoznatljiva po zimskim kapama s crvenim kvadratićima. Zbog svoje privlačnosti jedna od kapa prešla je u vlasništvo francuskog domaćina. Natjecanja su održana od 24. do 26. siječnja. Prvi dan je bilo natjecanje u kategoriji slobodnog stila, drugi dan u kategoriji klasičnog stila i treći dan u štafetnom natjecanju. Hrvatski predstavnici ostvarili su sljedeće plasmane:

Žene slobodni stil (6 km):

- 19-30 godina Mihaela Horaček 21. mjesto
- 51-60 godina Tijana Grgurić 14. mjesto
- 61-70 godina Marija Gubić 14. mjesto.

Muškarci slobodni stil (10 km):

- 31-40 godina Zvonimir Tadejević 6. mjesto i David Crnić 40. mjesto
- 51-60 godina Mladen Šporer 5. mjesto i Neven Vukonić 53. mjesto.

Žene klasični stil (6 km):

31-40 godina Iva Kauzarić 15. mjesto
 41-50 godina Andreja Ribić 14. mjesto
 51-60 godina Silvana Skender 11. mjesto

Muškarci klasični stil (10 km):

31-40 godina Marin Skender 26. mjesto
 51-60 godina Denis Štimac 54. mjesto i Tomislav Kranjčević 74. mjesto, zbog ozljede trku nije završio Goran Bukovac
 61-70 godina Franjo Jakovac **6. mjesto.**



Osvajači priznanja Zvonimir Tadejević, Franjo Jakovac i Mladen Šporer

Žene štafeta (3 x 4,5 km):

do 50 godina Andreja Ribić-Iva Kauzarić-Mihaela Horáček 27. mjesto.

Muškarci štafeta (4 x 9 km):

do 50 godina Marin Skender-Franjo Jakovac-David Crnić-Zvonimir Tadejević 31. mjesto

preko 50 godina Denis Štimac-Tomislav Kranjčević-Mladen Šporer-Neven Vukonić 19. mjesto.

Dodjela priznanja najboljima za oba pojedinačna natjecanja održana je na mjestu svečanog otvorenja 25. siječnja navečer. Hrvatska ekipa imala je svoje predstavnike na postolju tri puta, s obzirom da se priznanja dodjeljuju za prvih šest mjesta. Mladen Šporer ponio je na podij hrvatsku zastavu za 5. mjesto, a Franjo Jakovac i Zvonimir Tadejević za 6. mjesto.

Poslije štafetnih utrka 24. siječnja održan je tradicionalni Festival nacija, gdje se svaka ekipa potrudila prezentirati

svoju državu ili regiju gastronomskom ponudom. Kao i uvijek vladala je vesela atmosfera, isprobavali su se razni specijaliteti, a veselju su pridonijeli pjesma i ples dosta sudionika. Isti dan navečer na svečanom zatvaranju 54. EFNS-a predana je zastava sljedećem domaćinu, Češkoj Republici koja će biti domaćin u poznatom biatlonskom centru Nové Město na Moravě od 9. do 15. veljače 2025.

Svih šest dana na usluzi sudionicima bio je vozač fakultetskog autobusa Marjan Mikac, a ovaj put mu se kao drugi vozač pridružio Ivan Jagušić. Besprijekorno su odradili put od Zagreba i natrag, a također i svakodnevno po dva ili tri puta vožnje od smještaja do borilišta i mjesta drugih događanja. U logističkom dijelu ekipe bili su Damir Delač, Mandica Dasović i Oliver Vlainić, koji su brinuli za ono što natjecatelji nisu mogli zbog svojih obaveza. Zbog ustupanja fakultetskog autobusa i vozača zahvala ide Fakultetu šumarstva i drvne tehnologije, a zbog nesmetanog putovanja zaposlenika Hrvatskih šuma d.o.o. i Upravi Društva.



Ženski dio hrvatske ekipe



Hrvatski štand na Festivalu nacija



Alpska dolina bez snijega



Jutarnja čarolija iznad Mont Blanca



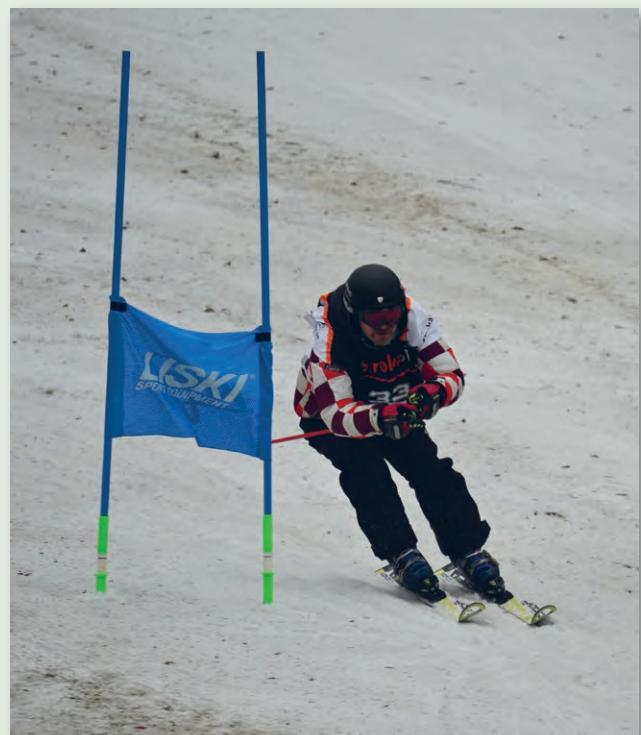
Start štafeta na Alpe-Adria natjecanju

28. Alpe-Adria

Slovenski turistički centar Kope na Pohorju iznad Slovenj Gradeca bio je domaćin 28. zimsko-šumarskog natjecanja Alpe-Adria. Zbog lošeg vremena (kiša, magla i vjetar) na trodnevno natjecanje, druženje i upoznavanje slovenskog šumarstva od 9. do 11. veljače 2024. odvajalo se malo sudionika. Hrvatska ekipa brojila je 12 sudionika. Isto toliko sudionika stiglo je iz Južnog Tirola, šest iz Furlanije-Julijskoj krajini, a naravno da su domaćini bili najbrojniji s 42 sudionika. Prvoga dana održano je štafetno natjecanje (tri natjecatelja: nordijsko trčanje, nordijsko trčanje uzbrdo i veleslalom) na kraćim stazama zbog loših vremenskih uvjeta. Drugog dana bila su pojedinačna natjecanje u veleslalomu i nordijskom trčanju. Štafeta hrvatske ekipe u sastavu David Crnić, Goran Šafar i Saša Klepac osvojila je 8. mjesto. U veleslalomu muškaraca starijih od 1967. godišta natjecali su se Dražen Abramović (6. mjesto), Boris Kezele (9. mjesto) i Damir Delač (12. mjesto). Za godišta rođena između 1968. i 1987. godine nastupili su Goran Bukovac (9. mjesto), David Crnić (11. mjesto), Branko Starčević (12. mjesto), Goran Šafar (13. mjesto), Tomislav Kranjčević (14. mjesto) i Saša Klepac (15. mjesto). U pojedinačnom nordijskom trčanju hrvatski predstavnici nisu sudjelovali. Budući da je sustav bodovanja takav da se zbrajamu svi rezultati, a hrvatskih predstavnika je bilo malo, ukupno je sakupljeno bodova za treće mjesto. Prvo mjesto pripalo je Sloveniji, drugo Južnom Tirolu, a četvrto Furlaniji-Julijskoj krajini.

Prvu večer organizirano je zajedničko druženje svih sudionika i prezentacija slovenskih kolega s temom „Obnavljanje šuma nakon ljetnih oluja“. Prezentaciju su pripremili

Jože Mori, Darko Pristovnik, mag. Matjaž Guček, Marija Kolšek i dr. Aleš Poljanec iz Zavoda za šume Slovenije. Na temelju analize sječe slovenskih šuma od 1994. do 2022. Godine, znatno je povećanje udjela sanitarnih sječa u posljednjem desetljeću. Uzrok tomu su češće prirodne katastrofe (ledolomi, vjetrolomi, poplave) i posljedično nakon toga veći napadi insekata. Najveći udjeli sanitarnе sječe bili su 2018. sa 67 %, 2014. sa 66 %, 2015. sa 65 % i 2016. go-



Goran Bukovac u veleslalomskoj utrci



Prezentacija „Obnavljanje šuma nakon ljetnih oluja“

dine sa 62 %. Od 1994. do 2013. godine udjeli sanitarne sjeće kretali su se od 17 % do 46 %. Ukupna sjeća od 2014. do 2023. godine bila je 53,2 milijuna m³, a u istom razdoblju sanitarna sjeća iznosila je 28,7 milijuna m³ (54 %). Prošla 2023. godina bila je ispunjena elementarnim nepogodama u više navrata. Jako nevrijeme s kišom i vjetrom dogodilo se 12. i 13. srpnja, nevrijeme s kišom, vjetrom, klizištima i poplavama bilo je između 17. srpnja i 3. kolovoza, a jakе grmljavinske oluje s višednevnim padalinama i poplavama trajale su više dana od 4. kolovoza. Kao posljedica šteta slijedio je napad smrekovog potkornjaka koji je zahvatio oko 730 tisuća m³ drvene mase. Šume su oštećene na površini od 200.186 ha. Jako oštećene šume su na površini od 3.600 ha, a potpuno ogoljene površine su na 1.400 ha. Štete na drvnoj masi su preko 2 milijuna m³. Duljina oštećenih šumskih cesta iznosi 2.626 km. U šumi su se pojavila klizišta na 228 ha sa štetom na drvnoj masi od 81 ti-

suće m³. Procjena šteta od olujnih nevremena na šumskim sastojinama iznosi 37,4 milijuna eura, a na šumskim prometnicama 45,7 milijuna eura. Šteta zbog smanjenog uroda uslijed napada smrekovog potkornjaka procjenjuje se na 12 milijuna eura.

Za plan obnove šuma važni su izvori financiranja koji su raznoliki od državnog proračuna (Zakon o obnovi, razvoju i osiguravanju finansijskih sredstava), šumskog fond u područjima Natura 2000 za privatne šume, europskih sredstava iz plana zajedničke poljoprivredne politike 2023. – 2027., fonda za klimatske promjene 2023. – 2025., sredstva lokalne zajednice i vlasnika šuma. Planom su predviđena ukupna sredstva od 55,86 milijuna eura, a od toga za privatne šume 43,23 milijuna eura, za državne šume 12,58 milijuna eura i za općinske šume 51 tisuća eura. Nakon svega, pred slovenskom državom i šumarima su velike nedoumice glede pitanja kako poboljšati gospodarenje šu-



Dodjela priznanja za ekipni plasman



Darovi za slovenske domaćine

mom s većom zaštitom tla, dogovoriti prioritete između zaštite prirode i gospodarenja šumama, da li obnavljati oštećene puteve uz vodotoke ili graditi nove na drugim lokacijama, te kako graditi traktorske vlake i odabirati tehnologije pridobivanja drva.

Drugu večer uz dodjelu priznanja pojedincima i ekipama također je bilo zajedničko druženje svih ekipa, kojemu se pridružio predsjednik Saveza šumarskih društava Slovenije Lojze Gluk, dipl. ing. šum. U svom obraćanju sudionicima naglasio je veliku važnost međunarodnog okupljanja šumara na profesionalnom, sportskom i društvenom planu. Svo vrijeme brigu o čitavom programu vodio je neumorni voditelj Sekcije za sport i rekreaciju Saveza šumarskih društava Slovenije Janez Konečnik, dakako uz pomoć ostalih slovenskih kolegica i kolega.

Treći dan dopodne organizirano je još jedno predavanje koje je iznio mr. sc. Peter Zajc iz Regionalne razvojne agencije za Korušku (RRA Koruška). Tema predavanja bio je

projekt pod nazivom „Vizija Pohorje 2030: Poboljšanje stanja travnjačkih, vodenih i manjinskih šumskih staništa te osiguranje mirnih zona na Pohorju – Pohorka“. Nositelj projekta je RRA Koruška, a jedan od projektnih partnera je i Zavod za šume Slovenije. Projekt je završen krajem listopada 2023. godine. Pohorje pripada europskoj mreži Natura 2000, odlikuje se silikatnom podlogom, visokim udjelom šuma (75%) te gustom mrežom nadzemnih voda koja čuva mnoge prijelazne i visoke cretove. Među nekoliko ciljeva projekta jedan je bio zaštita i poboljšanje uvjeta za opstanak tetrijeba gluhanu ili divljeg pijetla. U tu svrhu napravljen je animirani film „Divlji pijetao – tajanstveni život“ kojim se podiže svijest mladih o njegovoj zaštiti. Jedan od problema koji se želi riješiti je organizirana vožnja motornim vozilima na području Pohorja, koje će biti budući regionalni park.

Sljedeće godine red za domaćinstvo je na Hrvatskoj, a to će biti treće ljetno izdanje Alpe-Adria šumarskog natjecanja.





ZAPISNIK

1. ELEKTRONIČKE SJEDNICE UPRAVNOG ODBORA HŠD 2024. GODINE

1. elektronička sjednica Upravnog odbora Hrvatskoga šumarskog društva 2024. godine održana je od 19. veljače 2024. u 00:00 sati do 20. veljače 2024. u 24:00 sata sa sljedećim

Dnevnim redom:

1. Usvajanje Izvješća Povjerenstva za popis imovine i potraživanja na dan 31. 12. 2023.
2. Usvajanje Izvješća o izvršenju finansijskog plana s obrazloženjem za 2023. godinu
3. Uvid u Izvješće Nadzornog odbora o poslovanju HŠD za 2023. godinu
4. Donošenje odluke o rasporedu viška prihoda za 2023. godinu
5. Donošenje odluke o visini blagajničkog maksimuma
6. Donošenje odluke o visini autorskih honorara za Šumarski list.

U privitku poziva članovima Upravnog odbora poslani su sljedeći materijali:

1. Izvješće Povjerenstva za popis imovine i potraživanja na dan 31. 12. 2023.
2. Izvješće o izvršenju finansijskog plana s obrazloženjem za 2023. godinu
3. Izvješće Nadzornog odbora o poslovanju HŠD za 2023. godinu
4. Prijedlog odluke o rasporedu viška prihoda u 2023. godini
5. Prijedlog odluke o visini blagajničkog maksimuma
6. Prijedlog odluke o visini autorskih honorara za Šumarski list.

Ad 1. Usvajanje Izvješća Povjerenstva za popis imovine i potraživanja na dan 31. 12. 2023.

Izvješćujemo da je Povjerenstvo u sastavu:

Mr. sc. Damir Delač, dipl. ing. šum., predsjednik
Ninoslav Matošević, dipl. ing. šum., član

Ana Žnidarec, članica

obavilo popis imovine prema Odluci s 2. sjednice Upravnog odbora HŠD od 15. prosinca 2023.

O obavljenim poslovima i utvrđenom stanju podnosimo sljedeće izvješće:

1. Popis osnovnih sredstava i sitnog inventara obavljen je u vremenu od 18. do 29. prosinca 2023. Popis obveza i potraživanja te stanja na računima završen je zaključno s 31. siječnja 2024., tj. s danom određenim kao posljednjim za zaprimanje računa s datumom 31. prosinca 2023.

1. Popisano je sljedeće:

- a) dugotrajna i kratkotrajna materijalna imovina
- b) finansijska imovina:
 - potraživanje i obvezе
 - novac u blagajnama i na žiro računima.

Utvrđena su sljedeća stanja finansijske imovine:

– Potraživanje za više plaćene poreze iznosi 3.322,64 EUR i predstavlja iznos više plaćenih akontacija poreza na dobit iz ranijih obračunskih razdoblja u iznosu 3.314,24 EUR i iznos više plaćenog poreza na dohodak u iznosu 8,40 EUR.

– Nenaplaćena potraživanja od kupaca iznose 400,00 EUR. Potraživanje za najam prema sudskej presudi u sporu s Fakultetom kemijskog inženjerstva i tehnologije iznosi 73.382,15 EUR. Potraživanje prema sudskej presudi za sudske troškove iznosi 6.010,31 EUR. Na kontu potraživanja za zatezne kamate evidentiran je iznos od 161.446,74 EUR koji se potražuje od Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije.

– Na kontu potraživanja za dane predujmove evidentiran je iznos od 5.663,61 EUR koji se odnosi na predujam za stručnu ekskurziju Ogranka Osijek u iznosu 5.000,00 EUR te predujam FINI za provođenje ovršnog rješenja.

– Potraživanje od ogranaka iznosi 252,00 EUR i predstavlja interno potraživanje vezano na refundiranje plaćenog poreza na dodanu vrijednost.

– Na kontu 1911 evidentiran je trošak budućeg obračunskog razdoblja vezan za plaćenu premiju osiguranja imovine za 2024. godinu, predujam plaćen za smještaj na natjecanju EFNS 2024 te pretplata na časopis RRIF u ukupnom iznosu od 10.164,95 EUR.

– Obvezе prema dobavljačima iznose 14.046,33 EUR. Ispis otvorenih stavki nalazi se u privitku.

- Po osnovi obveza za plaćanje poreza dodanu vrijednost evidentiran je iznos od 1.167,29 EUR.
- Na kontu 29228 – naplaćeni prihodi budućih razdoblja evidentiran je iznos od 4,50 EUR što se odnosi na neplaćenu članarinu za 2023. godinu.
- Stanje na žiro računu na dan 31. 12. 2023. iznosi 368.880,16 EUR, a stanje u blagajni 445,22 EUR.

Prilikom popisa osnovnih sredstava utvrđeno je kako je prilikom popisa s danom 31. 12. 2021. u prijedlogu za ras-hod osnovnih sredstava greškom uvršteno računalo koje je još uvijek u upotrebi. Radi se o računalu nabavljenom 2016. godine Asus AiQ ET 2231 (nabavna vrijednost = otpisana vrijednost). Neovisno što računalo nema sadašnje vrijednosti, s obzirom da je i dalje u funkciji, potrebno ga je vratiti u knjigovodstvene dokumente.

Prilikom popisa svih ostalih osnovnih sredstava i sitnog inventara u upotrebi ustanovljeno je da stvarno stanje utvrđeno pri popisu odgovara knjigovodstvenom stanju.

Uz ovo izvješće dostavljamo sljedeći popisni materijal:

- popisne liste dugotrajne imovine i sitnog inventara u upotrebi
- popis obveza na dan 31. prosinca 2023. – izvadak iz bruto bilance te knjigovodstvene kartice otvorenih stavaka
- popis potraživanja na dan 31. prosinca 2023. – izvadak iz bruto bilance te knjigovodstvene kartice otvorenih stavaka
- izvješće Zagrebačke banke o stanju na poslovnim računima HŠD na dan 31. prosinca 2023.

Ad 2. Usvajanje Izvješća o izvršenju finansijskog plana za 2023. godinu

Finansijski plan za 2023. godinu usvojen je u drugoj polovini prosinca 2022. godine u redovnoj proceduri. U to vrijeme prilikom postavljanja planskih vrijednosti pretpostavljalo se da će prihodi poslovne godine biti stabilna stavka temeljena na poznatim ugovorima o zakupu poslovnog prostora, ustaljenoj poslovnoj suradnji vezano za pretplatu na Šumarski list i članarini temeljenoj na očekivanom broju članova.

Krajem 2023. godine, zbog konkretnih saznanja i procjene da će rezultat poslovanja u nekim planskim kategorijama odstupati od važećeg finansijskoga plana, na 2. sjednici Upravnog odbora održanoj 15. 12. 2023. te 127. sjednici Skupštine HŠD koja je održana istog dana, usvojen je **rebalans finansijskoga plana** tako da su planske vrijednosti uskladene s realnjim očekivanjima za ostvarenje prihoda i rashoda na dan 31. 12. 2023.

Podloga za sastavljanje rebalansa plana bili su knjigovod-stveni podaci na dan 31. 10. 2023. i procjene očekivanih prihoda i rashoda do kraja poslovne godine.

Kao **rezultat poslovanja planiran** je **višak** prihoda nad ras-hodima u iznosu od **7.125,00 EUR** što proizlazi iz razlike prihoda od 498.600,00 EUR i rashoda od 491.475,00 EUR.

Ukupni prihodi ostvareni su u iznosu **533.294,45 EUR** što je 7 % više nego što je predviđeno planom. Odstupanje od plana posljedica je ostvarenih prihoda iz Državnog proračuna namijenjenih financiranju izdavanja Šumarskog lista u iznosu 16.467,00 EUR i značajnijeg iznosa prihoda od donacija članova Društva te prihoda od donacija trgovač-kih društava.

Krajem godine, kada je usvojen rebalans finansijskog plana, nismo predvidjeli ostvarenje prihoda za financiranje Šumarskog lista s obzirom da je javni poziv bio objavljen tek u studenom te je izgledalo malo vjerojatno da će se rješenje donijeti do kraja godine. Prihodi od članova Društva ostvareni su u iznosu od 8.122,24 EUR što je 77 % više od planiranog iznosa. Rezultat je to povećanog interesa čla-nova za financiranjem redovne aktivnosti u pojedinim ogranicima.

Prihodi od donacija trgovačkih društava veći su 5 % od planskih, ali u apsolutnom iznosu su značajni. Naime, umjesto planom predviđenog iznosa od 134.850,00 EUR, ostvareni su u iznosu od 141.682,82 EUR.

Prihodi od pružanja usluga ostvareni su prema planu u iznosu od 10.808,00 EUR. Prihod od kamata je 3,56 EUR dok od pozitivnih tečajnih razlika prihod iznosi 62,48 EUR, a odnosi se na vrijednost USD koje imamo na multivalutnom računu.

Prihod od članarina ostvaren je u iznosu od 88.596,00 EUR, što je 1 % više od planom predviđenog iznosa.

Prihod od iznajmljivanja poslovnog prostora sastoji se od dva dijela. Prihod od najamnine po ugovorima o najmu kao i prihod od najma dvorana je u trenutku donošenja re-balansa bio poznat tako da je ostvaren prema planu i iznosi 199.800,38 EUR. Drugi dio prihoda od iznajmljivanja poslovnog prostora – varijabilni dio, odnosi se na refundiranje dijela troškova vezanih uz najam

– potrošnja vode i potrošnja struje za klima uređaje. Taj iznos evidentiran je u prihodima, a istovremeno je obuhvaćen rashodima poslovanja.

U kategoriji donacija ostvareni su prihodi u iznosu 171.935,06 EUR što je ukupno 18 % više od planom predviđenih 145.120,00 EUR. Ranije u tekstu obrazloženo je odstupanje u prihodima iz državnog proračuna namijenjenim financiranju izdavanja Šumarskog lista te u prihodima od donacija članova Društva i donacija trgovačkih društava.

Prihodi od lokalne samouprave ostvareni su prema planu u iznosu od 5.663,00 EUR.

Skupina prihoda – ostali prihodi ostvareni su u iznosu od 55.365,48 EUR. Uobičajeno obuhvaća prihode od pretplate na Šumarski list koji su ostvareni u iznosu od 49.437,21 EUR što je u skladu s planiranim. U ovoj skupini prihoda obuhvaćen je iznos ostvarene potpore Republike Hrvatske iskazane kao umanjenje obveze plaćanja po računima za trošak električne energije i to u iznosu 5.913,08 EUR, otpis obveza u iznosu 4,97 EUR te ostali prihodi u iznosu 10,22 EUR.

Ukupni rashodi ostvareni su u 2 % većem iznosu od planiranih i iznose **503.201,63 EUR**. U strukturi je do najvećeg odstupanja došlo u grupi materijalnih rashoda dok su ostale kategorije rashoda promatrane po grupama ostvarene u vrijednostima na razini planiranih. Unutar grupe uočena su neka odstupanja po vrstama rashoda.

Skupina materijalnih rashoda planirana je u iznosu od 359.960,00 EUR, a ostvareni su iznosu 372.083,86 EUR što je povećanje od 3 %.

Rashodi za zaposlene na razini su planom predviđenih i iznose 121.640,18 EUR.

Prvo odstupanje je u rashodima za službena putovanja, prijevoz i prigodne isplate koji su ostvareni u iznosu 4.108,83 EUR što je 14 % veći iznos od planiranog. Povećanje je u visini isplaćene prigodne nagrade za 40 godina rada koju nismo obuhvatili pri izradi plana. Rashodi su veći i u kategoriji naknada troškova osobama izvan radnog odnosa za 7 % i iznose 1.610,14 EUR.

Manji od planiranih su rashodi za telefon i poštu i to za iznos troškova distribucije posljednjeg broja Šumarskog lista koja je obavljena u 2024. godini. Iznose 7.892,64 EUR. Rashodi tekućeg održavanja veći su 7 % od planiranih i iznose 4.550,52 EUR.

Najveće odstupanje i u relativnom i u absolutnom pokazatelju je kod troškova promidžbe. U planu je predviđen iznos od 16.200,00 EUR. Ostvareni rashodi za tu namjenu iznose 40.948,84 EUR. Glavni razlog je promjena u načinu evidentiranja rashoda nastalih na razini ogranka koji se odnose na nabavu proizvoda s otisnutim logom HŠD. Naime, svih prethodnih godina takvi rashodi bili su evidentirani na kontu reprezentacije – radilo se uvijek o poklonima članovima ili poslovnim partnerima. S obzirom da svi nabavljeni proizvodi, uključujući i troškove zidnih kalendara koji čine veći dio troška, služe u promotivne svrhe, ove godine evidentirani su na rashodima za promidžbu. U direktnoj vezi s povećanjem ove kategorije troška je smanjenje rashoda za reprezentaciju. Ti rashodi su planirani u iznosu 111.700,00 EUR, a ostvareni su 12 % manji i iznose 98.184,23 EUR.

Moramo spomenuti i povećanje rashoda za komunalne usluge koji su čak 2,5 puta veći od planiranih. U planu su predviđeni u iznosu 2.400,00 EUR dok u ostvarenju iznose 6.146,95 EUR. Obračuni komunalne naknade i naknade za vode nisu dostavljeni od travnja do prosinca. Na kraju po-

slovne godine dostavljene su uplatnice za razdoblje od veljače do prosinca s trostrukim iznosom od uobičajenog. Početkom 2024. dobili smo rješenje o novom načinu obračuna komunalne naknade u kojem stoji da je za udruge koeficijent obračuna povećan s dosadašnjeg 1 na 3. Temeljem primjenog rješenja ukalkulirani su rashodi za tu namjenu.

Rashodi za intelektualne usluge, koji se uglavnom odnose na autorske honorare vezane uz izdavanje Šumarskog lista niži su 6 % od predviđenih i iznose 33.177,06 EUR. Pri izradi plana pretpostavili smo da će autorski honorari za obavljene recenzije biti obuhvaćeni u većem obujmu.

Planirani rashodi za grafičke i tiskarske usluge u dijelu koji se odnosi na pripremu ostali su isti, međutim, rashodi za tisak Šumarskog lista manji su i to iz dva razloga – kako bi izbjegli moguće povećanje cijene papira i ostvarili rabat na količinu, nabavili smo ukupno potrebnu količinu papira za svih šest dvobroja. Drugi razlog je što se vodila briga o broju stranica svakog dvobroja što je direktno utjecalo na trošak nabave papira i tiska. Rashodi za ostale grafičke usluge ostvareni su u iznosu od 3.830,48 EUR umjesto planiranih 5.850,00 EUR zbog toga što planirana knjiga nije bila spremna za tisak do kraja godine.

Rashodi za materijal i energiju ostvareni su u većem iznosu pa umjesto planiranih 10.500,00 EUR iznose 14.527,22 EUR. Razlog tome je drugačiji način iskazivanja troškova električne energije koja je u najvećem dijelu zajednički trošak svih najmoprimaca. Za dio troškova električne energije koje prefakturiramo najmoprimcima povećani su i prihodi od iznajmljivanja imovine i to u varijabilnom dijelu.

Ove godine u kategoriji rashoda za stručna putovanja bilježimo odstupanje ostvarenih rashoda od planiranih za 5 %. Ostvareni su rashodi u iznosu 109.276,29 EUR.

Ostali rashodi koje nismo posebno spomenuli ostvareni su na nivou planiranih iznosa.

Planom je predviđen višak prihoda nad rashodima od 7.125,00 EUR dok je kao rezultat nešto povećanih prihoda **ostvaren višak u iznosu 30.092,82 EUR**.

Ad 3. Uvid u Izvješće Nadzornog odbora o poslovanju HŠD za 2023. godinu

Nadzorni odbor u sastavu:

Goran Bukovac, dipl. ing. šum., predsjednik

Branko Meštrić, dipl. ing. šum., član

Davor Prnjak, dipl. ing. šum., član

sastao se 15. veljače 2024. kako bi temeljem čl. 42. – 44. Statuta HŠD pregledao materijalno- finansijsku dokumentaciju HŠD o čemu podnosi svoje izvješće Skupštini HŠD.

Hrvatsko šumarsko društvo (HŠD) je pravna osoba upisana 15. siječnja 1998. god. u Registar udrug Republike Hrvatske pod brojem 00000083 kao jedinstvena udruga sa svojim ustrojstvenim oblikom – ograncima (19) i osnovana je bez namjere stjecanje dobitka.

Od 1. 1. 2008. računovodstvo se vodi temeljem Uredbe o računovodstvu neprofitnih organizacija koju je temeljem Zakona o računovodstvu donijela Vlada RH (NN br. 109/07), a od 1. 1. 2015. temeljem Zakona o finansijskom poslovanju i računovodstvu neprofitnih organizacija (NN br. 121/14 i 114/22).

Obrada podataka u knjigovodstvu obavlja se pomoću elektroničkog računala i takav unos podataka u glavnu knjigu osigurava kronološki slijed i kontrolu unosa podataka.

Uz glavnu knjigu vode se pomoćne knjige blagajne, osnovnih sredstava te knjiga ulaznih i izlaznih računa. HŠD je u sustavu poreza na dodanu vrijednost i poreza na dobit za dio djelatnosti koja se smatra poduzetničkom djelatnošću. Ispravak vrijednosti dugotrajne imovine provodi se po godišnjim stopama amortizacije i na način utvrđen Pravilnikom o neprofitnom računovodstvu i računskom planu (NN br. 01/15, 25/17, 96/18, 103/18, 134/22). Kod dugotrajne imovine nabavljene do 31. 12. 2007. za svote ispravka umanjena je imovina i terećeni su izvori financiranja dok su za obračunati iznos amortizacije, za dugotrajnu imovinu nabavljenu od 1. 1. 2008., terećeni troškovi poslovanja.

U poslovanju u 2023. godini ostvaren je višak prihoda nad rashodima u iznosu od 30.092,82 EUR što je znatno više nego je bilo predviđeno finansijskim planom. Prihvaćeno je obrazloženje odstupanja rezultata poslovanja od planom predviđenog, koje je detaljno navedeno u Izješču o izvršenju finansijskog plana za 2023. godinu.

Utvrđeno je da je HŠD, kao i svih prethodnih godina, iz tekućih priliva sredstava redovito podmirivalo sve svoje finansijske obveze.

Povjerenstvo za popis imovine i potraživanja na dan 31. 12. 2023. u sastavu: predsjednik mr. sc. Damir Delač, dipl. ing. šum., članovi Ninoslav Matošević, dipl. ing. šum. i Ana Žnidarec, obavilo je popis dugotrajne imovine, novca na žiro računima i u blagajnama, potraživanja i obveza te utvrdilo da knjigovodstveno stanje odgovara stvarnom stanju. Sitan inventar otpisuje se jednokratno, neovisno od vijeka trajanja. Popisne liste dugotrajne imovine, sitnog inventara kao i popis dugovanja i potraživanja iz 2023. godine saставni su dio Izješča povjerenstva za popis imovine potraživanja.

HŠD je poslovanje u 2023. godini obavljao sukladno zakonima RH, aktima HŠD te odlukama Upravnog odbora i Skupštine. Na 2. Elektroničkoj sjednici Skupštine HŠD 2022. godine usvojeni su program rada i finansijski plan za 2023. godinu, a na 127. Redovitoj sjednici Skupštine HŠD održanoj 15. prosinca 2023. usvojen je rebalans finansijskog plana za 2023. godinu.

Na temelju uvida u materijalno-finansijsku dokumentaciju, Izješće Povjerenstva za popis imovine i potraživanja na dan 31. 12. 2023., Izješće o izvršenju finansijskog plana za 2023. godinu u kojem su obrazložene sve stavke prihoda

i rashoda, Nadzorni odbor prihvata navedena izješće te predlaže Skupštini da u cijelosti prihvati ovo Izješće o poslovanju HŠD za 2023. godinu.

Ad 4. Donošenje odluke o rasporedu viška prihoda za 2023. godinu

Na temelju članka 39. i 41. Statuta Hrvatskoga šumarskog društva Upravni odbor HŠD na 1. Elektroničkoj sjednici 2024. godine, održanoj 19. i 20. veljače 2024., prihvatio je Izješće o finansijskom poslovanju u 2023. godini te donosi

Odluku o rasporedu viška prihoda za 2023. godinu

HŠD je ostvario višak prihoda poslovanja u poslovnoj 2023. godini u iznosu 30.092,82 EUR koji se namjenjuje za pokriće troškova redovnog poslovanja u sljedećoj poslovnoj godini.

Ad 5. Donošenje odluke o visini blagajničkog maksimuma

Na temelju članka 29. Zakona o fiskalizaciji u prometu go-tovinom (NN 133/12, 115/16, 106/18, 121/19, 138/20, 114/23) te članka 39. i 41. Statuta Hrvatskoga šumarskog društva Upravni odbor HŠD na 1. Elektroničkoj sjednici 2024. godine, održanoj 19. i 20. veljače 2024., donosi

Odluku o visini blagajničkog maksimuma

Utvrđuje se ukupni blagajnički maksimum za HŠD u iznosu 1.500,00 EUR. Ova odluka se primjenjuje od dana donošenja.

Ad 6. Donošenje odluke o visini autorskih honorara za Šumarski list.

Na temelju članka 39. i 41. Statuta Hrvatskoga šumarskog društva Upravni odbor HŠD na 1. Elektroničkoj sjednici 2024. godine, održanoj 19. i 20. veljače 2024., donosi

Odluku o visini autorskih honorara za Šumarski list (u neto iznosima):

Stavka	Jedinica	Cijena po jedinici	Valuta
Redakcijsko djelo glavnog urednika	otisnuta stranica s tekstom i slikam	8,00	EUR
Redakcijsko djelo tehničkog urednika	otisnuta stranica s tekstom i slikama	6,00	EUR
Lektura	kartica teksta od 1.800 znakova s razmacima	4,00	EUR
Prevođenje	kartica teksta od 1.800 znakova s razmacima	13,00	EUR
Stručni i ostali članci	otisnuta stranica s tekstom i slikama	25,00	EUR
Recenzija znanstvenog članka	članak	70,00	EUR
Recenzija stručnog članka	članak	30,00	EUR
Stručni prilog na zadnjoj stranici	otisnuta stranica s tekstom i slikama	100,00	EUR

Autorski honorari će se obračunati po važećim zakonima na dan obračuna. Ova Odluka primjenjuje se od Šumarskog lista broj 1-2/2024.

Stupanjem na snagu ove Odluke, prestaje važiti Odluka o visini autorskih honorara za Šumarski list od 2. listopada 2008.

Odukuopno 35 članova Upravnog odbora glasalo je njih 31. Rezultati glasanja su slijedeći:

1. Usvajanje Izvješća Povjerenstva za popis imovine i potraživanja na dan 31. 12. 2023. ZA-31, PROTIV-0, SUZDRŽAN-0.
2. Usvajanje Izvješća o izvršenju finansijskog plana s obrazloženjem za 2023. godinu ZA-31, PROTIV-0, SUZDRŽAN-0.

3. Uvid u Izvješće Nadzornog odbora o poslovanju HŠD za 2023. godinu ZA-31, PROTIV-0, SUZDRŽAN-0.
4. Donošenje odluke o rasporedu viškaprihoda za 2023. godinu ZA-31, PROTIV-0, SUZDRŽAN-0.
5. Donošenje odluke o visini blagajničkog maksimuma ZA-31, PROTIV-0, SUZDRŽAN-0.
6. Donošenje odluke o visini autorskih honorara za Šumarski list ZA-31, PROTIV-0, SUZDRŽAN-0.

Slijedom navedenih rezultata glasanja zaključuje se da su sva Izvješća usvojena i Odluke donesene.

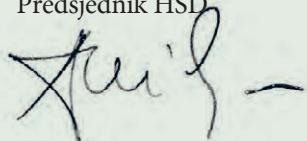
Zapisnik sastavio tajnik HŠD



Oliver Vlainić, dipl. ing. šum.



Predsjednik HŠD



Akademik Igor Anić

ZAPISNIK

1. ELEKTRONIČKE SJEDNICE SKUPŠTINE HŠD 2024. GODINE

1. elektronička sjednica Skupštine Hrvatskoga šumarskog društva 2024. godine održana je od 21. veljače 2024. u 00:00 sati do 23. veljače 2024. u 24:00 sata sa sljedećim

Dnevnim redom:

- Usvajanje Izvješća Povjerenstva za popis imovine i potraživanja na dan 31. 12. 2023.
- Usvajanje Izvješća o izvršenju finansijskog plana s obrazloženjem za 2023. godinu
- Usvajanje Izvješća Nadzornog odbora o poslovanju HŠD za 2023. godinu
- Donošenje odluke o rasporedu viška prihoda za 2023. godinu

U primitku poziva delegatima Skupštine poslani su sljedeći materijali:

- Izvješće Povjerenstva za popis imovine i potraživanja na dan 31. 12. 2023.
- Izvješće o izvršenju finansijskog plana s obrazloženjem za 2023. godinu
- Izvješće Nadzornog odbora o poslovanju HŠD za 2023. godinu
- Prijedlog odluke o rasporedu viška prihoda u 2023. godini

NAPOMENA

Svi materijali i obrazloženja po točkama 1. do 4. dnevnog reda identični su materijalima danima u zapisniku 1. elektroničke sjednice Upravnog odbora, koji su otisnuti u prethodnom prilogu ovog broja Šumarskog lista, pa ih ovdje nećemo ponavljati.

Od ukupno 95 članova Skupštine glasalo je njih 77.

- Usvajanje Izvješća Povjerenstva za popis imovine i potraživanja na dan 31. 12. 2023. ZA-77, PROTIV-0, SUZDRŽAN-0.
- Usvajanje Izvješća o izvršenju finansijskog plana s obrazloženjem za 2023. godinu ZA-77, PROTIV-0, SUZDRŽAN-0.
- Usvajanje Izvješća Nadzornog odbora o poslovanju HŠD za 2023. godinu ZA-77, PROTIV-0, SUZDRŽAN-0.
- Donošenje odluke o rasporedu viška prihoda za 2023. godinu ZA-77, PROTIV-0, SUZDRŽAN-0.

Slijedom navedenih rezultata glasanja zaključuje se da su sva Izvješća usvojena i Odluke donesene.

Zapisnik sastavio tajnik HŠD

Oliver Vlainić, dipl. ing. šum.



Predsjednik HŠD

Akademik Igor Anić

SJEĆANJE NA MARINU

Marina Mamić, dipl. ing. šum. (1960. – 2024.)

Martina Pavičić i prijatelji¹



Otišla je naša Marina. Dugo je odoljevala teškoj i neugodnoj bolesti, ali na kraju bolesti se nije uspjela othrvati.

Marina je bila šumarica, taksatorica i to u strogoj bjelovarskoj školi uređivanja šuma. Bila je potom i informatičarka i dugogodišnja voditeljica bjelovarskog Informatičkog odjela.

Članica je Hrvatskog šumarskog društva od trenutka kad je postala šumarica. Ostala je vjerna svome Društvu do kraja. Na čelu je bjelovarskog ogranka kao dopredsjednica, pa predsjednica, pa opet dopredsjednica skoro 20 godina. Dobar dio toga vremena član je i Upravnog odbora središnjice HŠD, a od 2014. u dva mandata i predsjednica Nadzornog odbora HŠD. Neumorna u provođenju stručnih i društvenih aktivnosti, ostavila je traga i u Društvu, u Komori, šumarstvu ...

Marinu smo ispratili u srijedu 24. siječnja na groblju Borik u Bjelovaru.

Marina Mamić, rođ. Landsman, dipl. ing. šum. (Bjelovar, 24. travnja 1960. – Bjelovar, 22. siječnja 2024.)

Napustila nas je Marina u 64. godini života. Preminula je i tako izgubila posljednju bitku u kojoj čovjek bez obzira koliko bio plemenit, hrabar i velik, biva poražen. Od svih granica koje su čovjeku postavljene, smrt je konačna. Ona ne pita i ne bira.

Većini je ljudi suđeno da im životi produ neprimjetno. Svi oni koji su poznavali Marinu mogu svjedočiti da ova misao za nju ne vrijedi. Nakon smrti iza svakoga ostaje veći ili manji trag, djelo, ono što je za života stvorio. Marina je bez pretjerivanja i posmrtnе obazrivosti u životu učinila mnogo. Što god da se kaže ili napiše bilo bi premalo.

Rođena je u Bjelovaru 24. travnja 1960. kao drugo dijete svojih roditelja Ivana i Milice, rođene Štefan. Osnovnu školu i Gimnaziju završila je u Bjelovaru. Godine 1978. upisala je studij šumarstva na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Za-

grebu, a diplomirala 1983. godine iz područja uređivanja šuma. Odmah po završetku školovanja zaposlila se u Šumskom gospodarstvu „Mojica Birta“ Bjelovar, gdje je na poslovima uređivanja šuma odradila najprije pripravnički staž, iduće dvije godine kao taksator, a dalje gotovo cijeli radni vijek u Informatičkom odjelu UŠP Bjelovar na mjestu rukovoditeljice. Zbog bolesti 2021. godine prelazi na mjesto stručnog suradnika, a iduće godine odlazi u mirovinu.

Kao član bjelovarskog ogranka HŠD-a, od samog početka svoga radnog vijeka sudjeluje i pomaže u svim njegovim aktivnostima. Od 2005. do 2014. godine obnaša funkciju dopredsjednice, pa zatim predsjednice Ogranka, a nakon toga ostala je aktivna u Ogranku. Kao prva žena 2014. godine postala je predsjednica Nadzornog odbora Hrvatskoga šumarskoga društva, sve do 2022. godine. Za višegodišnji

¹ Martina Pavičić, dipl. ing. šum., u ime Hrvatskih šuma UŠP Bjelovar i Hrvatskoga šumarskog društva Ogranka Bjelovar

rad na dobrobiti šumarske struke Hrvatsko šumarsko društvo dodijelilo joj je 2016. godine priznanje i plaketu.

Obavljala je brojne funkcije i unutar Hrvatske komore inženjera šumarstva i drvne tehnologije od samog osnutka Komore 2006. godine. Kako bi promovirala i popularizirala šumarsku struku, napisala je brojne članke za lokalne novine te za časopise Hrvatske šume i Šumarski list.

Tko god je poznavao Marinu može svjedočiti da je bila žena s mnogo talenata i strasti, ali ponajprije iznimne ljubaznosti. Po zanimanju je bila šumarica, ali njezini su se interesibili su puno veći.

Marinin život se ugasio. Kada se dogodi to neizbjegno, namaće se pitanje: „Što je to ovozemaljski ljudski život?“ Koliko traje, koliko vrijedi? Je li to trenutak, tek točka u proteku povijesti ili vječnost, razdoblje u kojem smo toliko toga napravili, radili, družili se, pomagali jedni drugima, voljeli, patili, plakali! Sve ima svoj početak i kraj, pa tako i život. Vječna je tajna kada će netko napustiti ovaj svijet i preseliti se u naša sjećanja. Marina je otišla, ali sjećanja na nju uvijek će ostati ista, kao na dobru i poštenu osobu koja je svoj život proživjela čisto, bez sjene.

Hvala ti za dane provedene s tobom.

Počivala u miru Božjem.

SJEĆANJE

*Dok hrastove šume obaraju, šume ječe, napisao je jedan pisac,
a kad je do nas došla vijest da si nas napustila, ostali smo nijemi.
Ti koja nas nikad nisi napuštala, niti za našeg studiranja,
kada si nas u našim mlađenačkim previranjima neumorno hrabrla
i poticala, tako i svih ovih, preko četrdeset godina, kada si nas svake
godine okupljala na prekrasnim druženjima i ponovo bila naša
zvijezda vodilja, naša snaga i naša moralna vertikala u svakom pogledu.
I sada nama, twojоj generaciji, ne preostaje drugo, nego da prebiremo
po knjizi prelijepih sjećanja, koju si najvećim dijelom ispisala
upravo Ti, naša draga Marina.*

*Bili smo jedinstvena i nezaboravna generacija jer smo imali tu
neopisivu sreću i ogromnu privilegiju, da smo imali Tebe Marina,
dušu naše generacije.*

*Nakon tvog preranog odlaska i smrt ima drugačiju dimenziju,
jer za nas Ti nisi otišla, samo si pošla organizirati zlatni
susret naše generacije.*

*Hvala Ti za sve Ružo naša crvena, počivaj u miru do našeg
zlatnog susreta u vječnosti. Voli te do beskraja Tvoja generacija.
Neka te miluje Tvoja bjelovarska gruda na koju si posebno bila ponosna.*

Sjećanja na Tebe – Ružo crvena – zauvijek ostaju!

Generacija 1982.



Branko Trifunović, dipl. ing. šum.

(10. 4. 1964. – 21. 8. 2023.)

Tomislav Dubravac¹

Pjesnik Rabindranath Tagore je napisao: „*Smrt ne znači zagasiti svjetlo, nego isključiti svjetiljku kada dođe zora*“. Vijest kako je zora prerano došla i kako se svjetiljka našega dragoga kolege i prijatelja Branka Trifunovića iznenadno isključila, sve nas je rastužila. Nažalost, najneizvjesnija izvjesnost smrt, prekinula je njegovo životno putovanje. Otišao je iz svoga doma, toga vrućega ponedjeljka 21. kolovoza 2023. godine nešto iza podneva. Otišao je stazom što vijuga, kroz ravnicu njegovu slavonsku, u tišini, jer mrtvi ne prave buku, njihov glas obično nije glasniji od rasta trave. Ipak, zaglušujuća buka bila je u našim srcima. Kada šuma raste, tišina je, kad se sruši jedan veliki hrast, šuma se trese, tutnja, buči i ječi. Tih dana tresla se, ljudjala, izvaljivala, bučila naša šuma, naš Spačvanski bazen, rušili se naši ponosni, stoljetni hrastovi, ali su i naša srca bolno i glasno jecala, jer srušio se i jedan Veliki hrast, ORIJAŠ, otisao je naš prijatelj Branko, naš Cif kako smo ga mi prijatelji zvali. Otišao je veliki čovjek, Gromada. Mažuranić davno napisao: „*nije visok, tko na visu stoji, nit'je velik, tko se velik rodi, već je visok, tko u nizu stoji i visinom nadmaša visine, a VELIK je, tko se malen rodi, al' kad pane, golem grob mu treba*“. Upravo je naš Cif bio i malen i skroman i samozatajan, a opet VISOK I VELIK. Kakav je već i bio, stamen, jak, ponosan, često i prkosan, što je odlika velikih.

Svi koji smo ga poznavali možemo posvjedočiti kojom je energijom zračio. Kada se pojavio, bila ga je puna prostora. Uvijek nasmijan, vedar, glasan, komunikativan, unikatan, uvijek sklon šali i dosjetkama. Njegove osobine nisu dozvoljavale ništa drugo osim neizmјerno poštovanja. Bio je čovjek od karaktera. Danas smo u ovim bremenitim vremenima oskudni ljudima njegova kova. Odlaskom našega Cifa u vječnost, otisao je veliki čovjek i vrsni šumar, ili kako bi to Kozarac rekao, šumarnik, i, ne zamjerite mi drage kolege, jedan od najvećih, najcjenjenijih kolega ove generacije vinkovačkoga šumarstva. Svi koji su ga poznavali, vjerujem da će se s ovime složiti. Cif je ostavio neizbrisiv trag u našemu šumarstvu, našemu slavonskome šumarstvu, zaorao duboku brazdu u memoriju naših sjećanja. Jer, sjećanje je „*jedini raj iz kojega ne možemo biti protjerani*“ (Cronin).



Kolega Branko Trifunović je tijekom svoga radnoga vijeka obnašao mnoge važne i odgovorne funkcije u Upravi šuma Podružnici Vinkovci. Rodio se 10. travnja 1964. godine. Sin je Zlatka i Franjke r. Mihaljević. Potječe iz šumarske obitelji. Otac mu je bio viši šumarski tehničar, poznati lovni stručnjak i višestruki prvak Hrvatske u streljaštvu. Osnovnu školu završio je u Vinkovcima 1978., a Šumarsku školu u Karlovcu 1982. godine. Šumarstvo je studirao na Šumarskome fakultetu u Zagrebu. Diplomirao je 5. svibnja 1989. godine, obranivši diplomski rad pod naslovom „Biološko - ekonomska opravdanost uzgoja jelena lopatara u ograđenom lovištu „Kunjevci“. Jednogodišnji pripravnički staž obavio je odmah nakon diplome u tadašnjem Šumskom gospodarstvu „Hrast“ Vinkovci, Šumariji Otok. Slijedi pre-mještaj (1. 8. 1990.) u šumariju Vukovar u OOURE uzgoja na poslove inženjera operative. Pomoćnik upravitelja šumarije postao je 1993., a upravitelj šumarije 1995. godine nakon mirne reintegracije, kada je trebalo biti i vrstan šumar i posebice vrstan čovjek. Ogoromnom radnom i životnom energijom, ljudskom zauzetošću znalački je odradio sve svoje zadaće, na čemu mu svi trebamo odati zahvalnost. Godine 2004. postaje upravitelj Šumarije Vinkovci, a 2008. godine rukovoditelj Proizvodnoga odjela. Na mjesto stručnoga suradnika za uzgajanje šuma odlazi 2012. godine, a 2017. ponovno postaje upravitelj Šumarije Vinkovci, gdje

¹ Dr. sc. Tomislav Dubravac, Hrvatski šumarski institut

je radio do zadnjega dana. Predsjednik vinkovačkoga ogranka Hrvatskoga šumarskog društva bio je od 2006. do 2010. godine. Dugogodišnji je član Upravnoga odbora KUD-a Šumari.

Katastrofalno olujno nevrijeme koje je zadesilo Slavoniju, naše Spačvanske šume, kraljevstvo hrasta lužnjaka, 19. srpnja 2023., vjerujem, znam, djelovalo je i na Cifa, jer srušilo se i njegovo kraljevstvo koje je dugo gradio. U svome je kraljevstvu, svojim Kunjevcima, svakodnevno uživao i u lovu i podnevnim šetnjama, uživajući u ljepoti šume u njezinoj raskošnoj odmjereno izbalansiranoj formi, punio baterije, bistrovo svoje misli uz sabiranje dnevnih aktivnosti i akumulaciju sutrašnjih, budućih. Cifa je krasilo ponajprije čovjekoljublje, koje je uključivalo istovremeno i domoljublje. Nije to posebno naglašavao. To se za njega podrazumijevalo, što je dokazao cijelim svojim životom i rijetko viđenim prisnim odnosom s kolegama i svim ljudima dobre volje. Bio je izuzetan i kao suprug, otac, a najveću radost činili su mu njegova unuka Franka i unuk Marko. Nažalost, najneizvjesnija izvjesnost „smrt“ prekinula je njegovo životno putovanje. Jer, život i smrt jedno su, kao što su jedno rijeka i ocean. Kako napisala A.B. Šimić: „*Smrt nije izvan mene. Ona je u meni od najprvog početka, sa mnom raste u svakom času. Moj svršetak njen pravi je početak*“.

Dragi prijatelju, otimat ćemo te zaboravu i nositi kao trajni spomen u našima srcima. Ponosan sam što sam imao čast biti Tvoj prijatelj, hoditi s Tobom kroz naše odrastanje, školovanje, druženje, brojne dugačke divane, a u posljednje vrijeme uživali smo u najvažnjoj, najradosnijoj temi, našim unucima, a polako smo bistrili i skorašnju radnu jesen, zbrajajući učinjeno, ali i žaleći za neučinjenim. Uz pokoju čašu vina znali smo se i zapitati, pomalo utopistički, kome ćemo ostaviti šumu kada nas ne bude. No, život koji nam je Svevišnji odredio kratak je, ali zato sjećanje na dobro proživljen život ostaje vječno. Ako poživimo u srcima onih koje smo ostavili za sobom, nećemo umrijeti. I nećeš prijatelju. Zauvijek ćeš ostati u našim srcima i sjećanjima.

Odlaskom našega Cifa u vječnost, 21. kolovoza 2023. godine se „mali krug velikih ljudi“ nažalost još i više smanjio, vrijednosno posebice, ali barem će tamo gore „sjaj u tami“, vjerujemo s našim Cifom biti ljepši i jači. Svima će nam silno nedostajati, nama prijateljima, radnim kolegama, posebice obitelji, supruzi Gordani, kćeri Teni, zetu Tomislavu, unuci Franki i unuku Marku kojima izražavamo iskrenu sućut. Neka Te Gospodin obilno nagradi u kraljevstvu nebeskom, počivaj u miru Božjem, u nekom drugom okruženju svojih „novih“ Kunjevaca, Spačvanskih šuma...!

Do viđenja prijatelju!

UPUTE AUTORIMA

Šumarski list objavljuje znanstvene i stručne članke iz područja šumarstva, odnosno svih znanstvenih grana koje pripadaju šumarstvu, zaštiti prirode i lovstvu. U neznanstvenom dijelu časopisa objavljaju se tekstovi o zaštiti prirode vezani uz šume, tekstovi o obljetnicama, znanstvenim i stručnim skupovima, knjigama i časopisima, o zbivanjima u Hrvatskom šumarskom društvu, tijeku i zaključcima sjednica Upravnoga odbora te godišnje i izvanredne skupštine, obavijesti o ograncima Društva i dr.

Svi radovi moraju biti napisani na hrvatskom jeziku, a znanstveni i stručni radovi na hrvatskom ili engleskom jeziku, s bitnim elementima – sažeci, ključne riječi, naslovi i podnaslovi, potpisi tablica i slika, tekstuálni elementi tablica, tekstuálna oprema grafikona, slika, karata – prevedenima na drugi jezik. Elementi na drugom jeziku trebaju biti u kurzivu.

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

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

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

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

Pravila za citiranje literaturе:

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

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

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

Knjiga: Prezime, I., GOD: Naslov knjige, Izdavač, xxxx str., Grad
Dizertacije i magistarski radovi: Prezime, I., GOD: Naslov,
Dizertacija, Fakultet, Grad.

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

Radovi se dostavljaju mailom na adresu urednistvo@sumari.hr ili preko OJS sustava (trenutno u uvodenju) na adresi www.sumari.hr/sumlist/ojs

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

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

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

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

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

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

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

Rules for reference lists:

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

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

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

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

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

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

Papers are submitted by mail at the address urednistvo@sumari.hr or via the OJS system (currently being introduced) at the address www.sumari.hr/sumlist/ojs.



Slika 1. Izbojci: tanki, smeđi, goli, sjajni; lisni pupovi stožasti, šiljasti; cvjetni pupovi veći i jajasti; ljske pupova gole, u donjem dijelu svjetlosmeđe, u gornjem tamnosmeđe. ■ Figure 1. Twigs: slender, brown, glabrous, shiny; leaf buds conical, pointed; flower buds larger and ovoid; bud scales glabrous, light brown with dark edge.



Slika 2. Listovi: naizmjenični, jednostavni, eliptični do obrnutojajasti, dvostruko nazubljenog ruba i naglašeno kose osnove; odozgo glatki ili hrapavi, odozdo mekano dlakavi; 10–15 (–17) cm dugački, 4–7 (–9) cm široki, peteljka 5–10 mm dugačka; ujesen žuti. ■ Figure 2. Leaves: alternate, simple, elliptical to obovate, with double-serrate margins and very asymmetrical base; upper surface glabrous or scabrous, lower one downy; 10–15(–17) cm long, 4–7(–9) cm wide, petiole 5–10 mm long; turn yellow in the autumn.

Slika 3. Cvjetovi: anemofilni, dvospolni, sitni, neuobičajeni; više cvjetova zajedno skupljeno u postrane, rahle čuperke; cvjetanje u ožujku i travnju, prije listačnja. ■ Figure 3. Flowers: anemophilous, bisexual, small, inconspicuous, arranged in axillary, loose, many-flowered fascicles; flowering in March to April, before leaves emerge.



Slika 4. Plodovi: plosnate, okruglaste do široko jajaste, 1–1,5 cm dugačke i široke, gole, jednosjeme perutke; stapka 2–4 cm dugačka; oraščić smeđ, uokolo okriljen, smješten u sredini ili u donjem dijelu perutke te urez na vrhu krilca ne dopire do njega; krilce membranasto, po rubu gusto, trepavičasto dlakavo, na vrhu urezano; dozrijevaju u svibnju; anemochoroni i hidrochoroni. ■ Figure 4. Fruits: flattened, suborbicular to broadly ovate, 1–1.5 cm long and wide, glabrous, 1-seeded samaras; pedicels 2–4 cm long; nutlet brown, winged all around, nearly at centre or in lower part of samara, separated from apical notch; wing membranous, densely ciliate, emarginate at apex; maturing in May; anemochorous and hydrochorous.



***Ulmus laevis* Pall. (*U. effusa* Willd., *U. pedunculata* Foug.) – vez, brijest vez (*Ulmaceae*)**

Vez je listopadno drveće koje može narasti više od 35 m visoko. Prirodno je rasprostranjen u srednjoj i jugoistočnoj Europi (uključujući Hrvatsku) i na Kavkazu. Vrsta je nizinskih šuma koja tolerira povremene poplave. Na vlažnom staništu može razviti prošireno ūlište. *U. laevis* je najsrodniji s američkim brijestom (*U. americana* L.) i ne krža se s ostale dvije europske vrste brijestova, nizinskim (*U. minor* Mill.) i gorskim brijestom (*U. glabra* Huds.). Podložan je holandskoj bolesti briesta, ali manje oboljeva nego ostale europske vrste, jer je manje privlačan potkornjacima, koji su prenositelji bolesti.

***Ulmus laevis* Pall. (*U. effusa* Willd., *U. pedunculata* Foug.) – European White Elm (*Ulmaceae*)**

The European white elm is a deciduous tree over 35 m high, native to central and southeastern Europe (including Croatia) and Caucasus. It is a riparian species, tolerating flooding for some periods of the year. It can develop distinctive basal buttresses on wet soil. *U. laevis* is closely related to the American elm (*U. americana* L.) and it does not hybridize with other European elms, the field elm (*U. minor* Mill.) and the wych elm (*U. glabra* Huds.). It is susceptible to Dutch elm disease, but less affected than other European elm species due to being less attractive to the disease vectors, bark beetles.