

ŠUMARSKI LIST

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO



Hrvatsko šumarsko društvo
1846
ŠUMARSKI LIST - 1877

UDC 630*
ISSN
0373-1332
CODEN
SULIAB

11-12

GODINA CXLVI
Zagreb
2022

The screenshot shows the homepage of the Croatian Forestry Society (Hrvatsko Šumarsko Društvo). The header features the society's logo and the URL <http://www.sumari.hr>. The main content includes a large image of a classical building, the website address www.sumari.hr, and several sections with statistics and links to digital resources.

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO

CROATIAN FORESTRY SOCIETY

Članica
HIS

O DRUŠTVU
ČLANSTVO

stranice ogranača:
BJ DE GO KA SI SP ZA

PRO SILVA CROATIA
SEKCIJA ZA BIOMASU
SEKCIJA ZA ŽAŠTITU ŠUMA
EKOLOŠKA SEKCIJA
SEKCIJA ZA KULTURU, SPORT I
REKREACIJU
SEKCIJA ZA URBANO ŠUMARSTVO (FB)

AKADEMIJA ŠUMARSKIH ZNANOSTI

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

www.sumari.hr

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO

**176. godina djelovanja
19 ogranača diljem Hrvatske
oko 2700 članova**

IMENIK HRVATSKIH ŠUMARA

**14042 osoba
22390 biografskih činjenica
14812 bibliografskih jedinica**

ŠUMARSKI LIST

**146. godina neprekidnog izlaženja
1109 svezaka na 84912 stranica
16261 članaka od 3294 autora**

DIGITALNA ŠUMARSKA BIBLIOTEKA

**4468 naslova knjiga, časopisa i medija
na 26 jezika od 3142 autora
izdanja od 1732. do danas**

IMENIK HRVATSKIH ŠUMARA

ŠUMARSKI LIST

DIGITALNA BIBLIOTEKA

ESEN I ŠUMARSKI Hrvatska

EFN HŠ ŠF HŠI HKiSD DHMZ



Naslovna stranica – Front page:

„Ciča zima“ – fotografija Bjelovarskog salona fotografija „Šuma okom šumara“ (Foto: Goran Dorić)

„Bitter Cold“ – a photograph of the Bjelovar Photography Salon „The Forest Through the Eyes of a Forester“ (Photo: Goran Dorić)

Naklada 1660 primjeraka

Uredništvo

ŠUMARSKOGA LISTA

HR-10000 Zagreb

Trg Mažuranića 11

Telefon: +385(1)48 28 359,

Fax: +385(1)48 28 477

e-mail: urednistvo@sumari.hr

Šumarski list online:

www.sumari.hr/sumlist

Journal of forestry Online:

www.sumari.hr/sumlist/en

Izdavač:

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO

Suizdavač:

Hrvatska komora inženjera šumarstva i drvene tehnologije

Financijska pomoć Ministarstva znanosti obrazovanja i sporta

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

"The publication of this journal was co-financed by the Ministry of Agriculture with funds collected from the tax on non-market forest functions."

The opinions expressed here do not necessarily reflect the views of the Ministry of Agriculture".

Publisher: Croatian Forestry Society –

Editore: Société forestière croate –

Herausgeber: Kroatischer Forstverein

Grafička priprema:

LASERplus d.o.o. – Zagreb

Tisk: CBprint – Samobor

ŠUMARSKI LIST

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

Uredivački savjet – Editorial Council:

- | | | |
|---------------------------------------|--|--|
| 1. Akademik Igor Anić | 12. Mr. sc. Petar Jurjević | 22. Davor Prnjak, dipl. ing. šum. |
| 2. Emil Balint, dipl. ing. šum. | 13. Ivan Krajačić, dipl. ing. šum. | 23. Krasnodar Sabljić, dipl. ing. šum. |
| 3. Mr. sc. Boris Belamarić | 14. Čedomir Križmanić, dipl. ing. šum. | 24. Zoran Šarac, dipl. ing. šum. |
| 4. Prof. dr. sc. Ružica Beljo Lučić | 15. Danijela Kučinić, dipl. ing. šum. | 25. Ante Taraš, dipl. ing. šum. |
| 5. Mario Bošnjak, dipl. ing. šum. | 16. Prof. dr. sc. Josip Margaletić | 26. Prof. dr. sc. Ivica Tikvić |
| 6. Goran Bukovac, dipl. ing. šum. | 17. Darko Mikičić, dipl. ing. šum. | 27. Davor Topolnjak, dipl. ing. šum. |
| 7. Mr. sp. Mandica Dasović | 18. Damir Miškulin, dipl. ing. šum. | 28. Oliver Vlainić, dipl. ing. šum., predsjednik |
| 8. Prof. dr. sc. Milan Glavaš | 19. Damir Nuić, dipl. ing. šum. | 29. Doc. dr. sc. Dinko Vusić |
| 9. Goran Gobac, dipl. ing. šum. | 20. Martina Pavičić, dipl. ing. šum. | 30. Silvija Zec, dipl. ing. šum. |
| 10. Mr. sc. Ivan Grginčić | 21. Doc. dr. sc. Sanja Perić | 31. Dražen Zvirotić, dipl. ing. šum. |
| 11. Marina Juratović, 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*

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

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

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

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

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

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

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

Glavni i odgovorni urednik – Editor in Chief

Prof. dr. sc. Josip Margaletić

Lektor – Lecturer

Dijana Sekulić-Blazina

Tehnički urednik i korektor – Technical Editor and Proofreader

Hranislav Jakovac, dipl. ing. šum.

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

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

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

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

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

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

SADRŽAJ

CONTENTS

Izvorni znanstveni članci – Original scientific papers

UDK 630* 114 (001) https://doi.org/10.31298/sl.146.11-12.1 Pernar N., D. Bakšić, M. Ančić, I. Perković Kemijske značajke površinskog dijela tla u odnosu na litologiju i geomorfologiju visokog krša – Chemical properties of topsoil in relation to lithology and geomorphology of high karst	475
UDK 630* 231 (001) https://doi.org/10.31298/sl.146.11-12.2 Kovač M., B. Kovačević, L. Kesić, E. Vastag, V. Vuksanović, S. Orlović Variability and discrimination power of anatomical parameters in Juglans regia half-sib lines originating from natural stands in Đerdap gorge, Serbia in nursery conditions – Varijabilnost i diskriminacijska moć anatomskih parametara kod linija polusrođnika Juglans regia podrijetlom iz prirodnih sastojina u Đerdapskoj kli- suri, Srbija u rasadničkim uvjetima	487
UDK 630* 360 (001) https://doi.org/10.31298/sl.146.11-12.3 Danilović, M., Lj. Nestorovski, S. Antonić, V. Puđa, V. Ćirović Cost-effectiveness analysis of harvester John Deere 1470D Eco III in poplar (<i>Populus × Canadensis</i>) planta- tions – case study – Analiza isplativosti harvestera John Deere 1470D Eco III u nasadima topola (<i>Populus × Ca- nadensis</i>) – studija slučaja	497
UDK 630* 164 (001) https://doi.org/10.31298/sl.146.11-12.4 Atar, F. Population variability of Common hornbeam (<i>Carpinus betulus</i> L.) in north-eastern part of Turkey accord- ing to the involucrum morphology – Populacijska varijabilnost običnoga graba (<i>Carpinus Betulus</i> L.) u sjevero- istočnom dijelu Turske prema morfološkim obilježjima ovoja	507
UDK 630* 114 (001) https://doi.org/10.31298/sl.146.9-10.5 Enez K., G. Savaci, T. Sarıyıldız Effects of logging residues and skid roads on litter decomposition rate and nutrient release of Black pine (<i>Pinus nigra</i> arnold) and Scots pine (<i>Pinus sylvestris</i> L.) – Učinak drvnih ostataka i traktorskog puta na stopu raspadanja listinca i otpuštanje hranjivih tvari crnoga bora (<i>Pinus nigra</i> arnold) i običnog bora (<i>Pinus sylvestris</i> L.).	517
UDK 630* 159 (001) https://doi.org/10.31298/sl.146.11-12.6 Bjedov L., M. Vučelja, J. Margaletić Influence of body size and coloration on the mate choice in striped Stink bug (<i>Graphosoma lineatum</i> L.) (Hemiptera: Pentatomidae) – Utjecaj veličine tijela i obojenosti prilikom odabira partnera kod prugastog smrd- ljuvca (<i>Graphosoma lineatum</i> L.) (Hemiptera: Pentatomidae)	529

Pregledni članci – Reviews

UDK 630* 304 + 964 https://doi.org/10.31298/sl.146.11-12.7 Matijević G., V. Peulić, M. Cesarik, Ž. Zečić, M. Landekić Opća kvalifikacija ozljeda sudionika prometnih nesreća s osvrtom na šumarstvo – General qualification of injuries of road accident participants with reference to forestry	535
--	-----

Zaštita prirode – Nature protection

Arač, K.:	
Troprsti zlatar (<i>Pluvialis apricaria</i> L.)	551

Aktualno – Current news

Anić, I.:	
Održana godišnja izborna skupština Akademije šumarskih znanosti.....	552
Drvodelić, D.:	
Znanstvena izložba plodova ukrasnih voćnih vrsta i šumskih voćkarica na Zavodu za ekologiju i uzgajanje šuma Fakulteta šumarstva i drvene tehnologije	553

Znanstveni i stručni skupovi – Scientific and professional meetings

Dramalija, D.:	
Kratki prikaz 4. hrvatskog stručnog skupa o urbanom šumarstvu Zadar, 2022.....	556

Iz HŠD-a – From the Croatian forestry association

Dramalija, D.:	
HŠD Sekcija za urbano šumarstvo primljena u punopravno članstvo EAC European Arboricultural Council ..	561
Zapisnik	
2. sjednice Upravnog odbora HŠD-a 2022. godine	562
Zapisnik	
126. Redovite izborne sjednice Skupštine Hrvatskoga šumarskog društva.....	565

In memoriam

Dasović, M.:	
Nikola Milković, dipl. ing. šum. (Zagreb 25.3.1985. – Perušić 2.4.2020.)	575
Dasović, M.:	
Karlo Posavec, dipl. ing. šum. (2.1.1927.–20.12.2021.).....	576

RIJEČ UREDNIŠTVA

NA KRAJU 2022. GODINE

Ove smo godine, kao i prethodnih, nastojali biti aktualni te kroz ovu rubriku izražavali razmišljanja i o hrvatskom šumarstvu, ali isto tako i o europskom pa i svjetskom. Dinamika svekolikih promjena koje se događaju na planeti Zemlji sve više utječe i na naše šume i šumarstvo. To je bilo vidljivo u više naših uvodnika. Tako smo se dva puta osvratali na istu tematiku energetike kroz uvodnike u broju 3-4/2022 pod naslovom „Da li i kako koristimo biomasu kao emergent?“ i broju 7-8/2022 „Zašto kasnimo u zelenoj tranziciji i energetskoj neovisnosti?“. Oba naslova su završila upitnikom, a u i tekstu su postavljena pitanja na koja još nema odgovora. Da je ova tematika duže aktualna, vidi se po tome što se o istome pisalo i 2010. godine. Uostalom, Hrvatsko šumarsko društvo još je 2005. godine osnovalo svoju sekciju pod nazivom Hrvatska udruga za biomasu. Svojim djelovanjem kroz 17 godina sekcija je imala pionirsку ulogu u razjašnjavanju i educiranju o važnosti korištenja resursa koje naše šume imaju. Želja je bila usmjeriti Republiku Hrvatsku prema smanjenju uporabe fosilnih goriva i emisije stakleničkih plinova te povećanju energetske neovisnosti i klimatske neutralnosti.

Uvodnik u broju 5-6/2022 osvrnuo se na 15. svjetski šumarski kongres održan početkom svibnja u Južnoj Koreji. Moto

kongresa bio je „Izgradnja zelene, zdrave i otporne budućnosti sa šumama“, dok jedan od zaključaka kongresa glasi: „Šume nadilaze političke, društvene i ekološke granice i vitalne su za biološku raznolikost i cikluse ugljika, vode i energije na planetarnoj razini.“ Ponukani dosadašnjim lošim iskustvima u primjeni raznih deklaracija na globalnoj razini, preostaje nuda kako će čovječanstvo napokon shvatiti da mu vrijeme za primjereni odnos prema planeti sve više ističe.

U broju 9-10/20 više smo se bavili domaćom temom „Šume u službi decentralizacije i demografskog oporavka Hrvatske“. Dok broj stanovnika u svijetu uglavnom raste, Republika Hrvatska ima suprotni trend starenja i smanjenja stanovništva. To je problem i čitave Europe kao sve starijeg kontinenta. Smatramo da su nam naše šume jedna od prilika za preokretanje negativnog trenda u depopulaciji i sve većem propadanju ruralnog prostora.

U nadi da će nam sljedeći uvodnici donijeti i svjetlijе to-nove, opraštamo se za ovu godinu s vama. Svim čitateljima Šumarskog lista želimo ugodno blagdansko vrijeme, čestit Božić i uspješnu novu 2023. godinu.

Uredništvo

EDITORIAL

AT THE END OF 2022

As in all the years preceding this one, we have tried to be up-to-date and express our thoughts not only on Croatian forestry but also on European and world forestry. The dynamics of various changes that are taking place on Planet Earth is increasingly affecting Croatian forests and forestry. This topic was discussed in several of our editorials. Thus, the same topic of energy appeared in the editorials of issue 3-4/2022 under the title "Do we use biomass as an energy source? If so, how do we use it?" and of issue 7-8/2022 entitled "Why do we lag behind in the green transition and energy independence?" Both headlines ended with a question mark, but the questions raised in the texts are still without answers. That this topic has been relevant for a long time can be deduced from the fact that it was already relevant in 2010. After all, the Croatian Forestry Association founded its section in 2005 under the name of Croatian Biomass Association as early as 2005. Through its activity of 17 years, the section has played a pioneering role in clarifying the importance of and educating about the use of the resources from our forests. The intention was to direct the Republic of Croatia towards reducing the use of fossil fuels and greenhouse gas emissions and increasing energy independence and climate neutrality.

The editorial in issue 5-6/2022 referred to the 15th World Forestry Congress held at the beginning of May in South

Korea. The congress was held under the motto "Building a Green, Healthy and Resilient Future with Forests". One of the conclusions read as follows: "Forests transcend political, social and environmental boundaries and are vital for biodiversity and the carbon, water and energy cycles at a planetary scale." Prompted by past bad experience in the application of various declarations at the global level, we can only hope that mankind will finally realise that time for a more adequate attitude towards the planet is increasingly running out.

Issue 9-10/2022 focused on the local topic "Forests in the Service of Decentralisation and Demographic Recovery of Croatia". While the population in the words is growing, the Republic of Croatia is undergoing the opposite trend of population ageing and decline. Europe, being an increasingly old continent, is experiencing the same problem. We believe that our forests provide an opportunity to reverse the negative depopulation trend and the growing deterioration of rural areas.

Let us hope that the editorials to come will bring us brighter tones. In this light, we say goodbye for this year. We wish all readers of Forestry Journal a pleasant holiday season, Merry Christmas and Happy New Year 2023.

Editorial Board

KEMIJSKE ZNAČAJKE POVRŠINSKOG DIJELA TLA U ODNOSU NA LITOLOGIJU I GEOMORFOLOGIJU VISOKOG KRŠA

CHEMICAL PROPERTIES OF TOPSOIL IN RELATION TO LITHOLOGY AND GEOMORPHOLOGY OF HIGH KARST

Nikola PERNAR¹, Darko BAKŠIĆ¹, Mario ANČIĆ², Ivan PERKOVIĆ¹

SAŽETAK

Visokogorsko područje dinarskog krša obilježeno je raznolikošću reljefnih formi, koje su u kombinaciji s humidnom klimom i različitim odnosima dolomita i vapnenaca, posebice u pogledu brzine i načina trošenja, dodatni izvor variabilnosti fiziografije tla. U Nacionalnom parku Risnjak dimenzijama se ističu dvije ponikve (Viljska ponikva - VIP i Velika ponikva - VP) gdje smo testirali hipotezu o postojanju značajnih razlika u fiziografiji površinskog dijela tla. Cilj je bio istražiti u kojoj se mjeri uzduž osojne i prisojne padine ponikve mijenjaju kemijske značajke površinskog dijela tla i očituje li se pri tomu i razlika između dviju ponikvi, s obzirom na postojanje razlike u njihovoj litološkoj građi i poziciji unutar gorskog masiva. Istraživanja su provedena tako da je u svakoj ponikvi postavljen transekt u pravcu sjever-jug preko dna ponikve, na komu je obavljeno uzorkovanje tla do dubine od 15 cm (ili do stijene, ako je tlo plića). Pokazalo se da je u VIP izraženija diferencijacija prirode humusa u organskom horizontu i da ona dobro korespondira s diferencijacijom vegetacije. U VP se fizička trošivost stijena (dolomitični supstrat) odražava na fiziografiji tla u obliku karbonatnosti i više pH-vrijednosti, koja u VIP raste od dna prema rubu ponikve, dok se u VP pH-vrijednost značajno ne mijenja uzduž padina. Na osojnoj ekspoziciji u VIP je udio organskog ugljika u tlu značajno veći (377 g kg^{-1}) od udjela na prisojnoj ekspoziciji (97 g kg^{-1}), pri čemu na osojnoj ekspoziciji udio organskog ugljika opada od dna prema rubu ponikve, a na prisojnoj ekspoziciji se očituje blagi rast. Za razliku od naveđenoga, u VP udjel organskog ugljika ima obrnuti trend. Slične odnose i trendove pokazuje i udjel ukupnog dušika, osim pri dnu osojne padine u VIP, gdje je N_{tot} relativno nizak, a C_{org} relativno visok.

Zaključno, fiziografija tla dubokih gorskih ponikvi krša pod snažnim je utjecajem prirode stijena u pogledu dolomitičnosti. Tlo povrh dolomita i dolomitičnih vapnenaca obilježeno je karbonatnošću. U ponikvama u masivima čvrstih vapnenaca može se očekivati na njihovim osojnim padinama karakteristične trendove pH-vrijednosti tla te udjela organskog ugljika i ukupnog dušika zbog vrlo izraženog hidrotermičkog, odnosno bioklimatskog trenda. Na prisojnim ekspozicijama takvih ponikvi analogni trendovi s karakterističnim gradijentima izostaju, što korespondira i s izostankom prepoznatljivog vegetacijskog slijeda.

KLJUČNE RIJEČI: tlo, organski ugljik tla, dušik tla, ponikve, krš, Nacionalni park Risnjak

UVOD INTRODUCTION

Posebnost tla krša je da ono nastaje vrlo sporom akumulacijom mineralnih čestica, koje su pak produkt trošenja vapnenaca i dolomita. Ove mineralne čestice mogu predstavljati

isključivo nekarbonatni ostatak iz procesa dominantno kemijskog trošenja spomenutih stijena, a mogu uključivati i karbonatni detritus stijena, u slučaju kad su one i fizički trošive. U prvom slučaju radi se o tlu na vapnencima, rijeđe na dolomitima koji su fizički postojani, a dominantna forma

¹ prof. dr. sc. Nikola Pernar, prof. dr. sc. Darko Bakšić, doc. dr. sc. Ivan Perković, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvene tehnologije, Zavod za ekologiju i ugađanje šuma, Svetošimunska cesta 23, HR-10000 Zagreb, npernar@sumfak.hr

² doc. dr. sc. Mario Ančić, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvene tehnologije, Zavod za izmjeru i uređivanje šuma, Svetošimunska cesta 23, HR-10000 Zagreb

trošenja je otapanje karbonata (Schaetzl i Anderson 2015). U drugom slučaju radi se također o visokokarbonatnim stijenama, ali dolomitne prirode (dolomiti, kalcitični dolomiti, dolomitični vapnenci), koje su podložne fizičkom trošenju. Stoga u gradi tla sudjeluje i karbonatni detritus stijene (od krupnijih fragmenata pa sve do čestica koloidnih dimenzija) koji daje poseban pečat fizičkim i kemijskim značajkama tla (ilovastopjeskovita tekstura, $\text{pH} > 7$). Jedno od dominantnih obilježja tla krša je velika varijabilnost njegove fiziografije, posebice dubine i skeletnosti te stjenovitosti i kamenitosti zemljišta (Bautista i dr. 2005, Wang i dr. 2020).

Karakteristično obilježje krškog reljefa su i ponikve ili vrtače. To su tanjurasta, kotlasta, ljevkasta ili bunarasta udubljenja nastala procesima korozije i mehaničkog djelovanja vode na vapnence i dolomite (Ford i Williams 2007). Promjer i dubina im se kreće u rasponu od 10-ak do nekoliko 100-tina metara. One su tipičan krški fenomen, a ponekad se jako ističu svojom brojnošću (Pahernik 2012). Tada se na aerosnimkama očituju u gustoj točkastojoj (pjegastoj) formi pa se takav krš naziva „boginjavi krš“ (Bočić i dr. 2010). U različitim uvjetima pojavljuju se u navedenim karakterističnim oblicima; u visokogorskim područjima posebno su zastupljene ljevkaste ponikve (Maras, 2009) s relativno plitkim tlom, a na pogrebenom kršu prepoznatljivim oblikom ističu se plitkotanjuraste fosilne (pogrebene) ponikve (Ford i Williams 2007) s izrazito dubokim tlom.

Duboke ponikve visokogorskog krša snažno modifiraju lokalnu klimu – topoklimu (Antonić i dr. 1997; Vilović i dr. 2019). To se očituje u obliku termičke i vegetacijske inverzije (Horvat, 1962; Hrašovec i dr. 1994; Whiteman i dr. 2004b; Vilović i dr. 2019) te u vidu hidrotermičkog kontrasta između osojne (sjeveru izložene, *zasjenjene*) i prisjone (jugu izložene, *osunčane*) padine (Whiteman i dr. 2004a, 2004b; Pospichal i dr. 2004; Steinacker i dr. 2007).

Ponikve gorskih područja snažno doprinose prostornom diverzitetu tla, kako u pogledu njegovih fizičkih značajki

(dubina, skeletnost, granulometrijski sastav), tako i u pogledu kemijskih i bioloških značajki. Najlakše uočljivo ektomorfološko obilježje je stjenovitost dijela ruba ponikve i u tom rubnom dijelu tlo je najmanje dubine. Ovisno o obliku ponikve (njenoj dubini, nagibu padina i njihovoj duljini), prirodi stijena (u rasponu od vapnenaca, preko dolomitičnih vapnenaca, kalcitičnih dolomita do dolomita) i bioklimatskim značajkama područja, za očekivati je relativno široki raspon utjecaja na značajke tla.

S obzirom na vegetacijsku inverziju koja se u velikim ponikvama očituje karakterističnim vegetacijskim slijedom (različitim na osojnoj i prisjenoj ekspoziciji ili padini), reflektirajući njihove reljefne i hidrotermičke posebnosti, za očekivati je i specifični odraz na fiziografiju tla, posebice u njegovom površinskom dijelu.

U svezi s navedenim, postavili smo hipotezu o postojanju značajnih razlika u fiziografiji površinskog dijela tla koje su u prostoru krša svojstvene ponikvama, posebice velikim ponikvama.

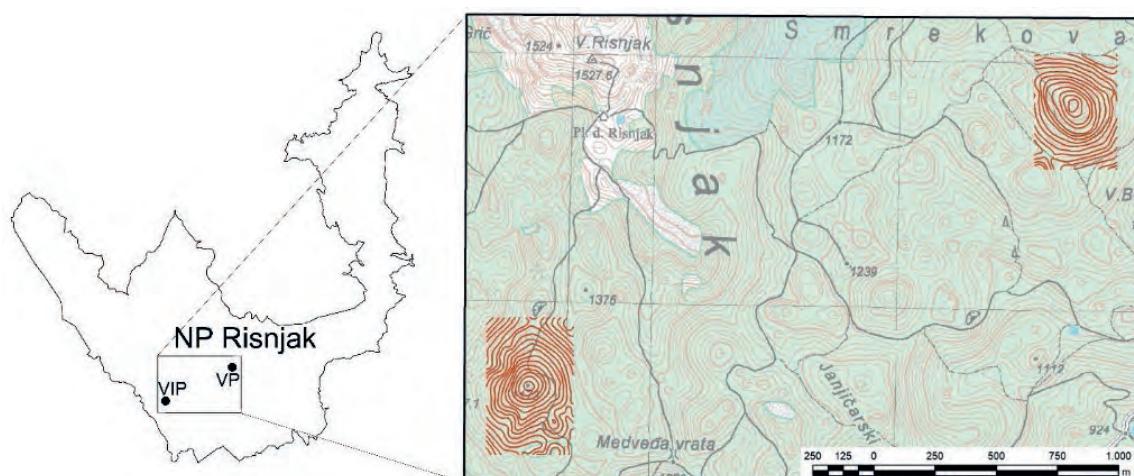
Ovu hipotezu testirali smo na dvije velike krške ponikve, slične po veličini, a različite prema poziciji unutar gorskog masiva, kao i prema litološkoj građi.

Postavljen je cilj: istražiti u kojoj se mjeri uzduž osojne i prisjone padine ponikve mijenjaju kemijske značajke površinskog dijela tla (pH -vrijednost, udjel organskog ugljika, udjel ukupnog dušika, C:N) i očituje li se pri tomu i razlike između dviju ponikvi, s obzirom na postojanje razlike u litološkoj građi i poziciji unutar gorskog masiva.

MATERIJAL I METODE MATERIAL AND METHODS

Područje istraživanja – Research area

Terenski dio istraživanja proveden je u Nacionalnom parku „Risnjak“ u Gorskem Kotaru – visokogorsko područje za-



Slika 1. Područje istraživanja.

Figure 1. Study area.

padnog dijela Hrvatske (Slika 1). Radi se o središnjem dijelu Nacionalnog parka s karakterističnim krškim *reljeffom*; isponima dominiraju goli vapnenci srednje- i gornjejurske (Doger, Malm) starosti, a u nižim dijelovima parka značajnije su zastupljeni donjejurski (Lijas) vapnenci i dolomiti i gornjetrijaski dolomiti (Savić i Dozet 1985).

U istraživanje su uključene dvije ponikve:

1. Viljska ponikva (VIP) koja je smještena između južnog produžetku glavnog vapnenačkog grebena Risnjaka i Viljskih stijena, dnom 1345 m južno od Velikog Risnjaka (1528 m n.v.), „uronjena“ u jurske vapnence između Južnog Malog Risnjaka (1425 m n.v.) na sjeveroistočnoj strani i Viljskih stijena (najviši vrh 1380 m n.v.) na jugozapadnoj strani;
2. Velika ponikva (VP) koja je smještena neposredno sjeverozapadno od masiva Velikog (1266 m n.v.) i zapadno od Malog Bukovca (1263 m n.v.), dnom 1990 m istočno od vrha Velikog Risnjaka, 2520 m istočno-sjeveroistočno od dna VIP i 535 m sjeverozapadno od vrha Velikog Bukovca.

Ponikve su ljevkastog oblika s blago eliptičnom devijacijom, s padinama bez lomova, tj. s tek blagim promjenama stupnja nagiba.

Najniži dio ruba VIP je na njenoj jugoistočnoj strani i nalazi se na nadmorskoj visini 1283 m (Slika 6). Iznad ove nadmorske visine ponikva gubi ljevkasti oblik pa joj se tako rub većim dijelom (posebno jugozapadni, zapadni i sjeverozapadni greben, poznat pod nazivom „Viljske stijene“) nalazi iznad 1300 m n.v. Dno ponikve je na 1175 m n.v. pa je tako njena minimalna dubina (u odnosu na najniži dio ruba) 108 m. Srednji promjer na razini najnižeg ruba je 400 m, a na razini najviših točaka uzorkovanja 370 m. Za razliku od VIP, koja se nalazi u donjojurskim (srednji Lijas) vapnencima, litološku građu VP obilježavaju donjojurski dolomitični vapnenci i kalcitčni dolomiti. To su stijene veće fizičke trošivosti od čvrstih vapnenaca, koji se u građi VP pojavljuju tek u njenom rubnom (najvišem) dijelu (~iznad 1110 m n.v.)¹. Posljedica takve litološke građe je vrlo niska stjenovitost i kamenitost (Slika 4), izuzev dna ponikve u kojoj je akumuliran grubi koluvijalni skelet (većim dijelom potječe od vapnenaca koji izgrađuju najviše dijelove ponikve, posebno na njenoj jugoistočnoj, istočnoj i sjevernoj strani) s maksimalnim promjerom i više od 1 m (Slika 5).



Slika 2. Stjenovita i kamenita padina u VIP.

Figure 2. Rocky and stony slope in VIP.



Slika 3. Dno u VIP sa skeletnim koluvijjem.

Figure 3. Bottom of VIP with skeletal colluvium.

~400 m, a na razini najviših točaka uzorkovanja tla ~470 m. Prosječni nagib osojne padine u VIP na istraživačkom transektu je 25° (46,5 %), a prisojne padine 27° (51 %). Ova ponikva nalazi se u masivu čvrstih, dobro uslojenih i gromadastih donjojurskih (srednji Lijas) vapnenaca, što se očituje u stjenovitošći i kamenitošći njenih padina (Slika 2), prisutnošću vapnenačkog sipara u donjoj polovici osojne padine (osobito razvijenom u pravcu jug-jugozapad) i grubo skeletnim koluvijem u dnu ponikve (Slika 3).

VP svojim dnom je udaljena 2,52 km od dna VIP u pravcu sjeveroistoka (Slika 1). Najniži dio ruba ove ponikve je na njenoj jugozapadnoj i zapadnoj strani i nalazi se na 1115 m n.v., a dno joj je na 1000 m n.v., što je niže od VIP za 175 m (7 i 8). Iznad 1090 m n.v. ponikva gubi pravilan ljevkasti oblik. Prosječni nagib osojne padine u VP na istraživačkom transektu je 27° (51 %), a prisojne padine $33,5^\circ$ (66,4 %). Padine su obilježene sporadičnim humkama kao posljedicama izvaljivanja stabala. Minimalna dubina VP (u odnosu na najniži dio ruba) je 115 m. Srednji promjer na razini najnižeg ruba je 400 m, a na razini najviših točaka uzorkovanja 370 m. Za razliku od VIP, koja se nalazi u donjojurskim (srednji Lijas) vapnencima, litološku građu VP obilježavaju donjojurski dolomitični vapnenci i kalcitčni dolomiti. To su stijene veće fizičke trošivosti od čvrstih vapnenaca, koji se u građi VP pojavljuju tek u njenom rubnom (najvišem) dijelu (~iznad 1110 m n.v.)¹. Posljedica takve litološke građe je vrlo niska stjenovitost i kamenitost (Slika 4), izuzev dna ponikve u kojoj je akumuliran grubi koluvijalni skelet (većim dijelom potječe od vapnenaca koji izgrađuju najviše dijelove ponikve, posebno na njenoj jugoistočnoj, istočnoj i sjevernoj strani) s maksimalnim promjerom i više od 1 m (Slika 5).



Slika 4. Padina u VP.

Figure 4. Slope in VP.



Slika 5. Dno VP s koluvijem i mahovinom.

Figure 5. Bottom of VP with colluvium and moss.

¹ U osnovni geološkoj karti područje objju ponikvi izdvaja se kao geološkolitološka cijelina (srednji Lijas), u kojoj su vapnenci i dolomiti u alteraciji. Pri tomu se ukazuje da je donji dio ovog srednjolijaskog slijeda karakteriziran lateralnom i vertikalnom izmjenom vapnenaca i dolomita, a u središnjem i vršnom dijelu prevladavaju vapnenci „s mjestimičnim i vrlo uskim pojasevima dolomita“ (Savić i Dozet 1985). Kako se VP nalazi 200 m niže od VIP, evidentno je da se ona nalazi u dominantno dolomitnom dijelu masiva, a VIP u dominantno vapnenačkom dijelu masiva.

Tablica 1. Mjesečne i godišnje srednje temperature zraka i količine oborina na gorskim vrhovima u blizini istraživanih ponikvi – razdoblje 1931–1960. (Bertović 1994).

Table 1. Monthly and annual mean air temperatures and precipitation on mountain peaks near the investigated sinkholes – period 1931–1960. (Bertović 1994).

Gorski vrh / Mount. peak		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ann.
Veliki Risnjak	temp.	-5,6	-5,1	-4,3	1,5	3,1	9,8	14,9	11,0	9,3	4,4	-0,2	-3,2	3,0
	obor./precip.	302	328	264	235	291	238	190	168	367	376	427	393	3579
Veliki Bukovac	temp.	-4,8	-4,1	-2,4	3,1	5,5	11,4	15,7	12,6	10,3	5,4	0,8	-2,4	4,3
	obor./precip.	297	301	242	218	254	211	173	154	304	358	399	377	3288

Klima šireg područja istraživanja iskazana je srednjim mjesečnim i godišnjim temperaturama zraka i količinama oborina za vrh Velikog Risnjaka i Velikog Bukovca, (tab. 1) dobivenih na temelju temperaturnih i oborinskih gradijenata za razdoblje 1930–1960 (Bertović 1994).

Prema navedenim podacima evidentno je da se radi o perhumidnoj klimi koju obilježava godišnja količina oborina iznad 3000 mm i srednja godišnja temperatura zraka između 3 i 5 °C (ponikve su niže od navedenih referentnih gorskih vrhova, pa je za očekivati da imaju nešto više temperaturne srednjake, česte i dugotrajne mrazeve, kratko vegetacijsko razdoblje i dugotrajni snježni pokrivač). Srednja temperatura najhladnjeg mjeseca (siječanj) u području ponikava je između -4 i -5 °C, a najtoplijeg (srpanj) je između 15 i 16 °C. Najveća količina oborina je u jesenskom i zimskom razdoblju (rujan–veljača), kada je mjesecni srednjak iznad 300 mm, a najmanja u kolovozu (150–170 mm).

Specifični, precizniji i noviji podaci raspoloživi su za VIP, a odnose se isključivo na mikroklimatska mjerena (temperatura zraka, relativna vlažnost zraka i temperatura tla) tijekom 28., 29. i 30. srpnja 1984. god. (Hrašovec i dr. 1994). Isti ukazuju na postojanje vrlo izraženu temperaturnu inverziju u najhladnjem dijelu dana (u 5.00 sati na dnu ponikve u odnosu na njen rub bilo je hladnije za 9,4 °C, a u 14.00 sati na dnu ponikve bilo je za 4,5 °C toplijе u odnosu na rub ponikve).

U svjetlu bioklimatologische interpretacije šireg područja (Bertović 1994) istraživane ponikve imaju klimu nižeg predplaninskog pojasa, odnosno višega gorskog pojasa.

VIP je „uronjena“ u bioklimat predplaninske bukove šume koji je obilježen zajednicom predplaninske bukove šume s planinskim žabljakom (*Ranunculo platanifoliae-Fagetum* (Horvat 1938) Marinček i dr. 1993) i zajednicom predplaninske smrekove šume s modrom kozokrvinom (*Lonicero caeruleae-Piceetum* Zupančič (1976) 1994 corr. 1999). Vrlo izražena temperaturna inverzija u VIP manifestira se i u vidu inverzije vegetacije, posebice na osojnoj ekspoziciji – ispod pojasa predplaninske bukove šume s planinskim žabljakom slijedi predplaninska smrekova šuma s modrom kozokrvinom, a zatim klekovina bora krivulja s planinskom pljuskavicom (*Hyperico grisebachii-Pinetum mugi* (Horvat 1938) T. Wraber, Zupančič et Žagar 2004). Na samom dnu

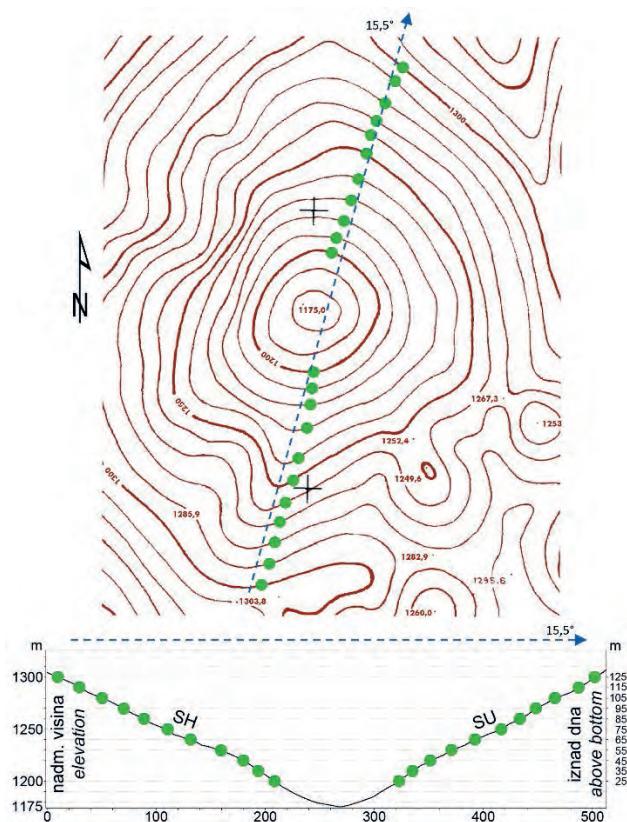
VIP grubo skeletni koluvij obrasta zajednica veleisne vrbe (*Salicetum appendiculatae* Horvat (1962) 1974). Prisojne padine u VIP u potpunosti (izuzev manjih enklava na sjevernom rubu Ponikve) su obrasle šumom predplaninske bukve (Vukelić i dr. 2020).

VP je na nižoj nadmorskoj visini i u okruženju je dinarske bukovo-jelove šume (*Omphalodo vernae-Fagetum* (Tregubov 1957) Marinček i dr. 1993), glavnog vegetacijskog reprezentanta višega gorskog bioklimatskog pojasa. Ova šuma obrasta gornju polovicu padina VP, a donju polovicu obrasta predplaninska smrekova šuma s modrom kozokrvinom (Vukelić i dr. 2020), što je također primjer vegetacijske odnosno bioklimatske inverzije. Sjeveroistočni i istočni stjenoviti rub VP obrastao je predplaninskom smrekovom šumom i jelovom šumom s milavom (*Calamagrostio-Abietetum albae* (Horvat 1950) Horvat in Cestar 1967). Dno VP je bez šumske vegetacije – radi se o grubo skeletnom koluviju prekrivenom mahovinom (Slika 6).

Uzorkovanje tla – *Soil sampling*

Uzorkovanje je provedeno na transektima postavljenim preko dna ponikvi, u skladu s idejom da se obuhvati hidrotermički kontrast ponikvi (osojna i prisojna padina), pri čemu se vodilo računa da se izbjegne žljebasta anomalija osojne padine VIP (Slika 6). Stoga je postavljen transek s azimutom od 15,5° od jednog do drugog ruba preko dna ponikve. Sličan transek (s azimutom od 13°) postavljen je i u VP (Slika 7). Uzduž transekata projektirani su nizovi s visinskim razlikama od 10 m (u VP visinska razlika između dva najniža niza je 5 m zbog prekrivenosti dna ponikve skeletnim (stijene) koluvijem), na kojima se uzorkovalo tlo na 5 točaka (ponavljanja) s međusobnim razmakom 1-1,5 m (Slika 6, 7 i 8). U nastavku na slikama, osojna padina se označava sa „SH“ (shaded, zasjenjeno), a prisojna sa „SU“ (sunny, osunčano).

U svakoj ponikvi realizirano je uzorkovanje na 22 niza – po 11 nizova na prisojnoj, odnosno na osojnoj padini. Nizovi na prisojnoj i osojnoj ekspoziciji (padini) postavljeni su na istim nadmorskim visinama, odnosno relativnim visinama iznad dna svake ponikve. Tako je u VIP najniži niz postavljen na 1200 m n.v., odnosno 25 m iznad dna ponikve, jer se na osojnoj ekspoziciji ispod ove visine radi o skeletnom koluviju (sipar, Slika 3) i nije bilo moguće uzorkovati tlo.



Slika 6. Transek kroz VIP (gore) i vertikalni profil uzduž transekta (dolje).
Figure 6. Transect through VIP (above) and vertical profile along the transect (below).

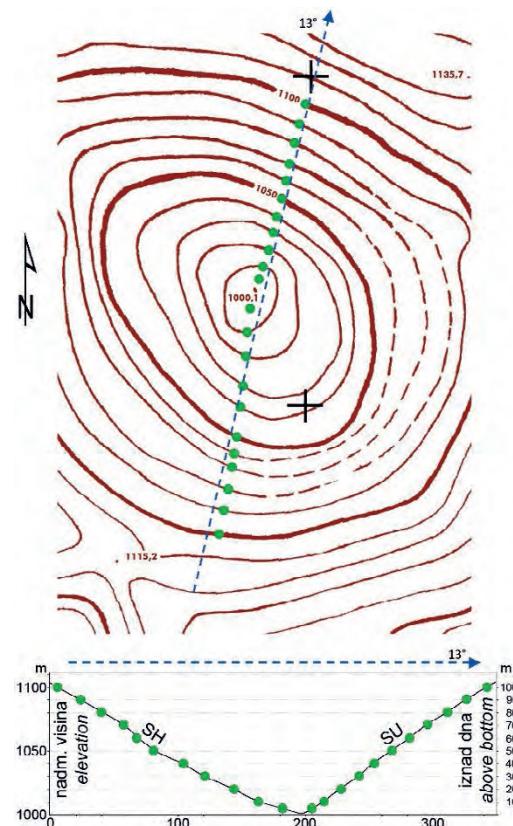
Stoga je i na prisojnoj eksponiciji uzorkovanje započeto na visini od 25 m iznad dna ponikve. Na gornjim dijelovima padina najviši niz postavljen je na 1300 m n.v., odnosno 125 m iznad dna ponikve (Slika 6). U VP najniži niz postavljen je na 1005 m n.v., odnosno 5 m iznad dna, jer je do ove visine dno ponikve prekriveno grubim skeletom prekrivenim mahovinom (Slika 5). Na gornjim dijelovima padina najviši niz postavljen je na 1100 m n.v., odnosno 100 m iznad dna ponikve (Slika 7).

Tlo je uzorkovano 19. i 20. rujna 2019. god. U svakoj poniki prikupljeno je po 110 uzoraka tla – po 55 na osojnoj, odnosno prisojnoj eksponiciji. Uzorkovalo se do dubine od 15 cm (ili do stijene, ako je tlo plića) od površine A- horizonta ili Oa-podhorizonta (ukoliko postoji), na plitkim profilima kopanim do cca. 40 cm (ili do stijene, ako je tlo bilo plića).

Za terensku determinaciju i iskazivanje formi koji je 80-ih i 90-ih godina prošloga stoljeća razvijan i testiran u šumskim ekosustavima Europe i Sjeverne Amerike (Klinka i dr. 1981, Green i dr. 1993, Klinka i dr. 1997).

Analize tla i podataka – Soil and data analysis

Na uzorcima tla određena je pH-vrijednost u vodi i u otopini $0,01 \text{ mol dm}^{-3}$ CaCl_2 (ISO-10390 2005), udjel dušika



Slika 7. Transek kroz VP (gore) i vertikalni profil uzduž transekta (dolje).
Figure 7. Transect through VP (above) and vertical profile along the transect (below).



Slika 8. Horizontalni niz od 5 uzoraka tla na transektu kroz poniku.
Figure 8. A horizontal series of 5 soil samples on the transact through the sinkhole.

(N_{tot} – ISO-13878 1998) i udjel organskog ugljika (C_{org} – ISO-10694 1995) suhim spaljivanjem u Flash 2000® Combustion NC Soil Analyzer (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA) te udjel karbonata (volumetrijska metoda – ISO-10693 1995). Udjel karbonata korišten je za redukciju ukupnog ugljika na organski ugljik. Uzorci su pripremljeni za analize u skladu s normom ISO 11464 1994.

Za svaku analiziranu varijablu provedena je detaljna deskripcijska analiza za pojedinu ponikvu. Za testiranje odnosa promjene udjela organske tvari i dušika u tlu s pro-

mjenom relativne visine u odnosu na dno ponikve, za svaku padinu zasebno, te za testiranje odnosa udjela organskog ugljika u tlu i pH-vrijednost primjenjen je model jednostavne regresije. Za testiranje odnosa mјerenih parametara na osojnoj i prisojnoj ekspoziciji primjenjen je Tukey HSD test (ANOVA s ponovljenim mјerenjem).

REZULTATI I RASPRAVA

RESULTS AND DISCUSSION

Jedno od polazišta u ovom istraživanju bila je činjenica da se radi o dvije morfološki vrlo slične i relativno bliske ponikve u istom gorskom masivu (dnom udaljene ~2,5 km) i da su nastale u sličnim uvjetima endogenih (urušne ponikve) i egzogenih procesa (oblikovanje padina, koluvijalno zatrpanje dna), što omogućuje usporedbu istovjetnih istraživanja ovih dviju ponikvi. Pri tomu se mora imati na umu i činjenica da se ponikve razlikuju prema bioklimatskim i litološkim značajkama, pa je za predpostaviti da se to odražava na fiziografske značajke tla.

Prepostavljene razlike se očituju već kroz ektomorfološke značajke tla. U vapnenačkom prostoru VIP stjenovitost je od 1 % do 30 %, a kamenitost do 5 %, izuzev na donjoj polovici blago žljebaste osojne (prema sjeveru orijentirane) padine na kojoj je formiran vapnenački sipar, pa je u tom dijelu kamenitost 100 % (Slika 3). Dno ponikve je zatrpano gromadama stijena i kamenjem pa je stjenovitost i kamenitost sveukupno 100%. S druge strane, u VP stjenovitost je ograničena samo na njen obrub (cjelokupno područje oko VP obilježavaju čvrsti vrapnenci) i na dno (uključujući i prstenasti pridanak njenih padina, Slika 5) koje je zatrpano stijenama i krupnim kamenjem, analogno VIP. Na osojnoj padini VP mjestimice ima kamenitosti i preko 20 %. Ona je posljedica fizičkog trošenja dolomičnog vrapneca i dolomita (u ovom dijelu ponikve jače se ističe dolomitiziranost karbonatnih sedimenata u odnosu na njenu prisojnu padinu), a kamenje je u potpunosti prekriveno mahovinom (također i na njenom dnu, Slika 5).

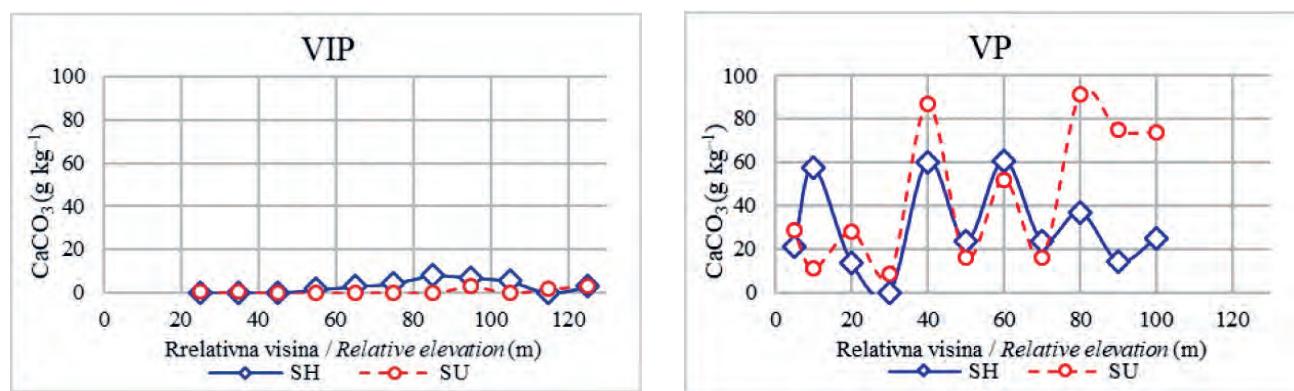
U konstelaciji mikroklima i kamenito-stjenovite osojne padine VIP markantno se doima uski pojas subalpske smrekove šume s modrom kozokrvinom (*Lonicero caeruleae-Piceetum*) i relativno velik fragment klekovine bora krivulja s alpskom pljuskavicom (*Hyperico grisebachii-Pinetum mugi*). U odnosu na subalpsku smrekovu šumu koja je u VP daleko bolje uzrasta i gdje obrasta donju polovicu padine (izuzev dna ponikve i pridanka padina do visine od ~15 m), u navedenim zajednicama VIP na osojnoj ekspoziciji ističu se naslage sirovog humusa (hemimor, modermor, sphagnomor) koje su genezom snažno obilježene karakterističnim acidofilnim vrstama u sloju prizemnog rašća kao što su *Vaccinium myrtillus*, *Lycopodium annotinum* i *Vaccinium vitis-idaea*, a dijelu padine unutar borove klekovine ističe se facijes maha tresetara

(*Sphagnum sp.*). *Vaccinium myrtillus* i *Vaccinium vitis-idaea* te *Lycopodium annotinum*, iako imaju različite ekeološke zahtjeve u pogledu vlažnosti staništa (Olleck i dr. 2020) u VIP dolaze zajedno u uskom visinskom pojusu iznad sipara na njenoj osojnoj padini.

U VP, unutar zajednice *Lonicero caeruleae-Piceetum* izostaju navedene acidofilne vrste, a pri dnu ponikve je vrlo razvijen sloj mahovina, koje u potpunosti prekrivaju skeletni koluvij u dnu ponikve i njegovom okruženju. Na osojnoj padini VP također je izražena akumulacija sirovog humusa, a izostaje sphagnomor, iako je pri dnu padine, koja je intenzivno obrasla mahovinama, isključivo mahovinski humus (bez vrsta roda *Sphagnum*). U pogledu formi humusa u gornjem dijelu osojne padine, kao i u VIP, u zajednici *Ranunculo platanifoliae-Fagetum*, podjednako su zastupljeni polusirovi (mormoder, leptomoder, mullmoder) i sirovi (hemimor, modermor) humus. Za istaknuti je da na prisojnim padinama obadviju ponikvi dominiraju navedeni oblici polusirovog humusa, rjeđe je prisutan sirovi humus (pretežno hemimor); u tomu nema većih razlika između ovih dviju ponikvi, iako se radi o različitim biljnim zajednicama (u VIP to je *Ranunculo platanifoliae-Fagetum*, a u VP *Lonicero caeruleae-Piceetum* odnosno *Omphalodo vernea-Fagetum* u gornjoj polovici padine).

Primarni čimbenik koji predisponira pedofiziografske razlike između ovih dviju ponikvi je trošivost stijena. Dolomitična priroda krških stijena (izuzev onih nastalih ranodijagenetskom dolomitizacijom) u pravilu je obilježena njihovim fizičkim trošenjem, pri čemu nastaje karbonatni regolit koji sudjeluje u građi sklopa profila tla kao C-horizont. Takvo trošenje odražava se na fiziografiju tla, ali i na prirodu reljefa (zaobljene forme, izostanak kanjonskih usjeka). Iako između kasnodijagenetskih dolomita i okolnih vrapnenaca mogu postojati različiti prijelazi i diskordantni odnosi vrapnenaca (Tišljarić, 2001), na širem području istraživanih ponikvi u NP Risnjak dolomični vrapnenci i dolomiti gotovo redovito su konkordantno položeni u vidu trijaske i donjejurske podine donjejurskim i srednjejurskim vrapnencima. U tom svjetlu je i razumljiva razlika u litološkoj prirodi između VIP i VP. Dno VIP više je od ruba VP koji je građen od vrapnenaca, a ispod su dolomični vrapnenci i dolomiti. VIP izgrađuju čvrsti vrapnenci koji se ne troše fizički, dok VP izgrađuju dolomiti u izmjeni s dolomitičnim vrapnencima. Stoga je tlo u VIP karbonatno tek sporadično, redovito ispod 1 g kg^{-1} (Slika 9), dok je u VP tlo karbonatno u 21 od 22 niza (srednje vrijednosti su između 10 i $90 \text{ g CaCO}_3 \text{ kg}^{-1}$). Maksimalna pojedinačna vrijednost karbonatnosti u VIP je $13,2 \text{ g kg}^{-1}$, a u VP 210 g kg^{-1} . Velika varijabilnost karbonatnosti tla u VP može se pripisati fitopedoturbaciji kao posljedici izvaljivanja stabala (slika 6).

Fiziografski parametar koji očekivano dobro korespondira s prirodom trošenja supstrata, odnosno s karbonatnošću



Slika 9. Udio karbonata u tlu na transekstu kroz VIP i VP na osojnoj (SH) i prisojnoj (SU) padini.

Figure 9. Carbonate content in soil on transect through VIP and VP at shaded (SH) and sunny (SU) slope.

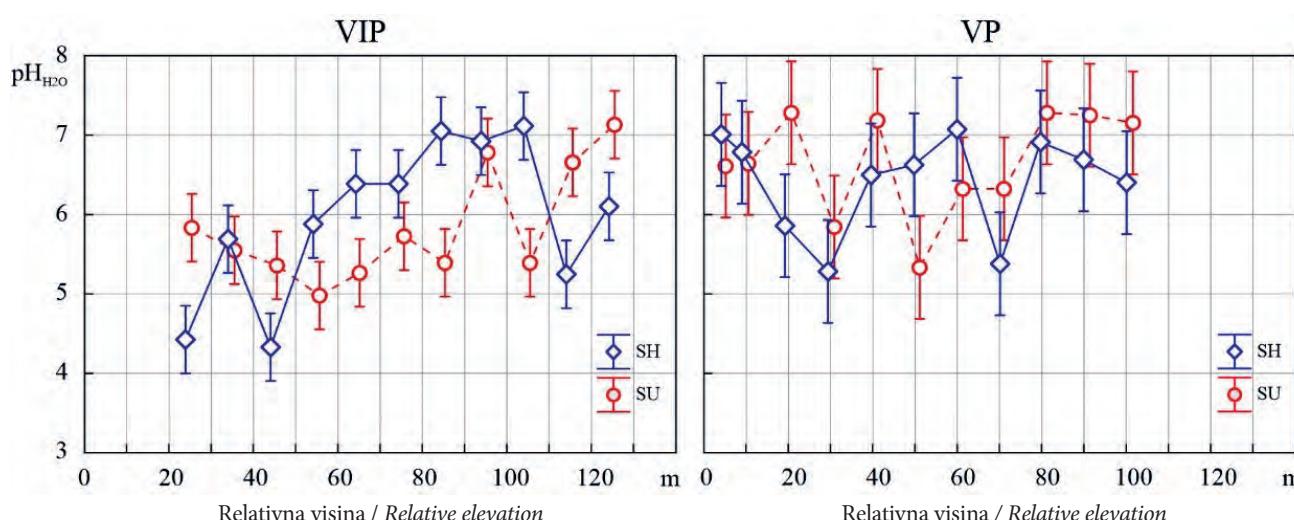
tla je njegova pH-vrijednost (Gruba i Socha, 2016). Dakako ona ovisi i o bioklimatskim čimbenicima (Brady i Weil 2008), odnosno o specifičnim hidrotermičkim uvjetima pojedine ponikve. Prema tome, pH-vrijednost je rezultanta više, pojedinačno složenih, čimbenika, a nerijetko odražava utjecaj dominantnog čimbenika (npr. matični supstrat, vegetacija ili klima).

Srednja vrijednost pH tla (mjerena u vodenoj suspenziji) na osojnoj eksponiciji u VIP je 5,96, a na prisojnoj 5,81. U VP na osojnoj eksponiciji srednja vrijednost pH tla je 6,41, a na prisojnoj 6,64; pri tomu je njena varijabilnost najveća na osojnoj eksponiciji u VP (Slika 10). Zanimljivo je da u VIP pH raste od dna prema rubu ponikve, kako na osojnoj tako i na prisojnoj eksponiciji (statistički značajna regresija - R^2 shaded = 0,24; R^2 sunny = 0,29), dok se u VP pH-vrijednost značajno ne mijenja, kako uzduž osojne tako i uzduž prisojne padine. Evidentno je da je u uvjetima čvrstih vapnenaca VIP pH tla pod posrednom kontrolom bioklimatskog čimbenika, a u uvjetima dolomita i dolomitičnih

vapnenaca VP pod kontrolom karbonatnog detritusa i fitopedoturbacije.

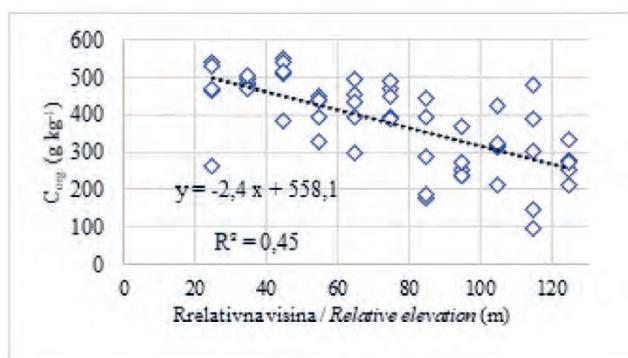
Udio organskog ugljika (Corg) u tlu korespondira s hidrotermičkim, odnosno bioklimatskim uvjetima staništa (Chen i dr. 2016). On je također i rezultat kakvoće i količine izvorne organske tvari i uvjeta (osobito hidrotermičkih) u kojima se odvija njena transformacija (Davidson i Janssens 2006, Yang i dr. 2008, Craine i dr. 2010, Conant i dr. 2011).

Na osojnoj eksponiciji VIP je udio organskog ugljika u tlu značajno veći od udjela na prisojnoj eksponiciji, što je podudarno s nalazima i u drugim gorskim područjima gdje se eksponicija (aspect) pokazala najvažnijim čimbenikom distribucije organskog ugljika u površinskom dijelu tla (Bennie i dr. 2008; Zhang i dr. 2008, Chen i dr. 2016). Srednja vrijednost na osojnoj eksponiciji je 377 g kg^{-1} , a na prisojnoj eksponiciji samo 97 g kg^{-1} . Pri tomu na osojnoj eksponiciji udio organskog ugljika značajno opada od dna prema rubu ponikve (Slika 11 i 12), a na prisojnoj eksponiciji se očituje



Slika 10. pH-vrijednosti tla (aritmetička sredina s intervalom pouzdanosti 0,95) u VIP i VP.

Figure 10. pH value of the soil (arithmetic mean with reliability interval 0.95) in VIP and VP.

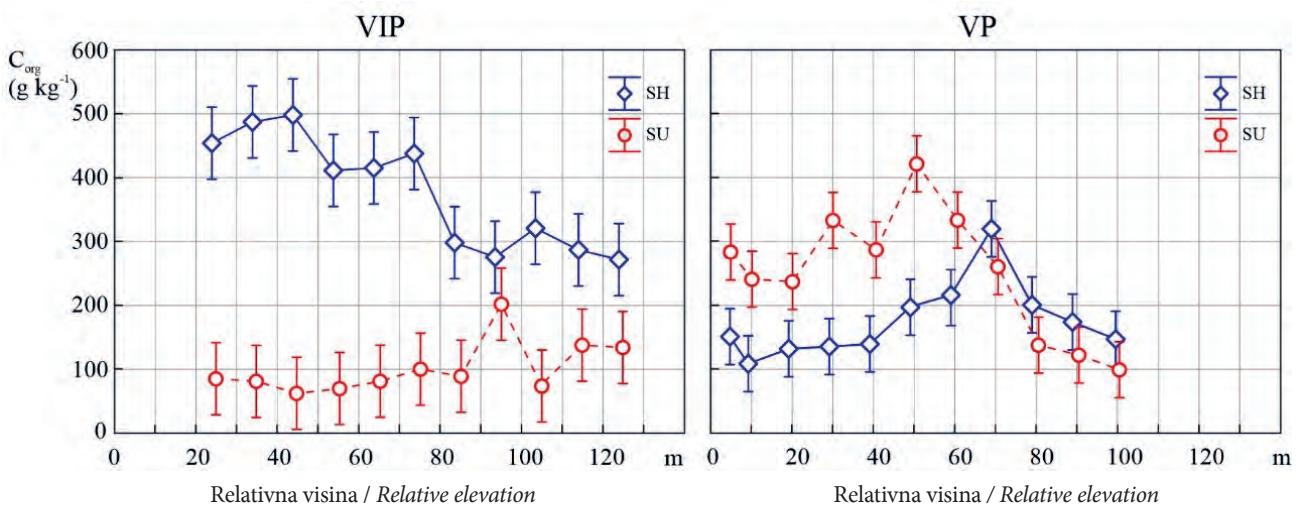


Slika 11. Linearno izjednačenje trenda udjela C_{org} na osojnoj padini u VIP.

Figure 11. Linear equation of the trend of the C_{org} on shaded slope of VIP.

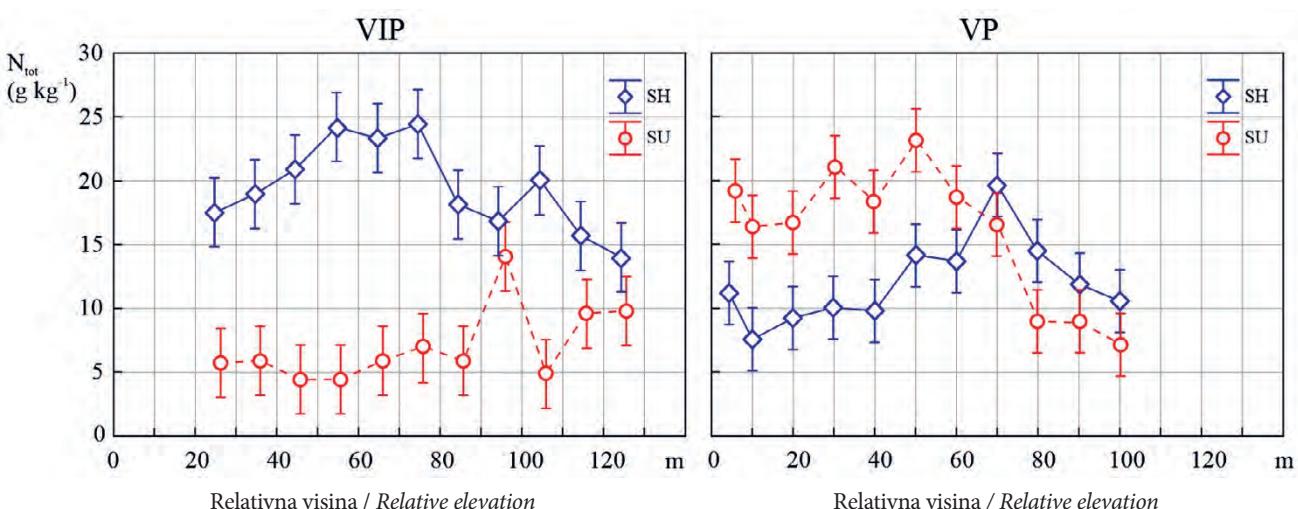
blagi rast (Slika 12)². Za razliku od navedonoga, u VP udjel organskog ugljika ima obrnuti trend (Slika 12). Na osojnoj padini udio mu lagano raste od dna prema rubu ponikve, na prisojnoj eksponiciji udio mu opada prema rubu ponikve, a srednja vrijednost udjela značajno je manja na osojnoj eksponiciji (174 g kg^{-1}) od one na prisojnoj (248 g kg^{-1}).

Sasvim očekivano, vrlo sličan trend udjelu organskog ugljika pokazuje udio ukupnog dušika, ali je razlika između osojne i prisojne eksponicije nešto manja (Slika 13) - u VIP je kod organskog ugljika odnos prosječnog udjela 3,90:1, a kod ukupnog dušika to je ~2,8:1; u VP je kod organskog ugljika odnos prosječnog udjela 1:1,4, a kod ukupnog dušika 1:1,3. Značajnije odstupanje od navedenog trenda



Slika 12. Udio organskog ugljika (C_{org}) u tlu na osojnoj (SH) i prisojnoj (SU) padini u VIP i VP.

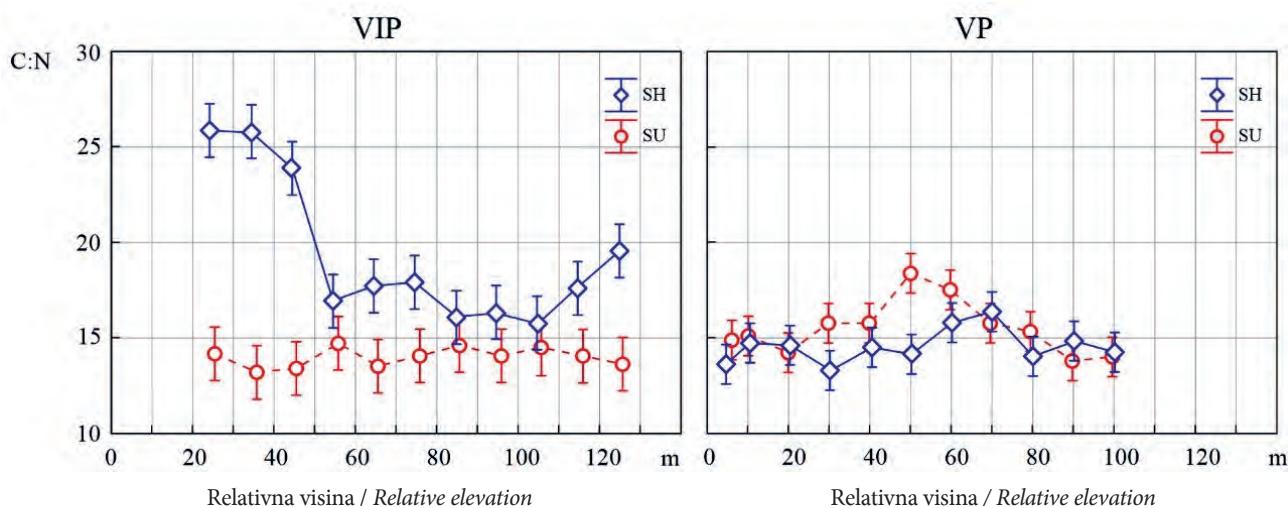
Figure 12. The content of C_{org} in the soil on shaded (SH) and sunny (SU) slope of VIP and VP.



Slika 13. Udio ukupnog dušika (N_{tot}) u tlu na osojnoj (SH) i prisojnoj (SU) padini u VIP i VP.

Figure 13. The content of N_{tot} in the soil on shaded (SH) and sunny (SU) slope of VIP and VP.

² Iako se pretežno radi o niskom stupnju korelacije, sve regresije odnosa relativne visine i OC te relativne visine i TN su statistički značajne.



Slika 14. Odnos C_{org} i N_{tot} u tlu na osojnoj (SH) i prisojnoj (SU) padini u VIP i VP.

Figure 14. The relationship between C_{org} and N_{tot} in the soil on shaded (SH) and sunny (SU) slope of VIP and VP.

organiskog ugljika je u donjem dijelu osojne ekspozicije u VIP. Tu je stoga i vrijednost odnosa organskog ugljika i ukupnog dušika vrlo visoka (Slika 14), što se može objasniti prirodom humusa - sirovi humus (hemimor, modermor, sphagnomor) na donjoj trećini osojne padine. Radi se o dijelu padine koji je većinom obrastao klekovinom bora krvulja s alpskom pljuskavicom (*Hyperico grisebachii-Pinetum mugi*), a u sloju mahovina ističe se facijes maha trešetara (*Sphagnum sp.*).

Odnos organskog ugljika i ukupnog dušika ($C_{org} : N_{tot}$) u površinskom dijelu šumskog tla obično se kreće između 10 i 30. Ovaj parameter dobar je pokazatelj mikrobne aktivnosti ovisno o kakvoći organskih ostataka (Carrera i dr. 2005, Wang i dr. 2013), načinu korištenja zemljišta (Kanok-porn, 2015) i klimatskim značajkama (Callesen i dr. 2007, Follett i dr. 2012, Marty i dr. 2017). Srednja vrijednost C:N na osojnoj padini u VIP je 19,43. Ova relativno visoka vrijednost obilježena je doprinosom sirovog humusa u donjoj trećini padine (Slika 14). Za ova tri niza točaka srednja vrijednost je 25,2, a za gornji, veći dio padine srednja vrijednost je značajno manja – 17,27. Na prisojnoj padini srednja vrijednost C:N je 13,98, ne mijenja se značajno uzduž padine, a varijabilnost joj je relativno niska (Slika 14).

Srednja vrijednost C:N na osojnoj padini VP je 14,48, ne mijenja se značajno uzduž padine, ali joj je varijabilnost izrazito visoka (Slika 14). Na prisojnoj padini srednja vrijednost C:N je 15,40, pri čemu do polovice padine raste od ~14,5 na 18,3, a zatim prema rubu ponikve opada na ~14. Karakteristični trend vrijednosti C:N prepoznatljiv je u donjoj trećini osojne padine VIP, koja je obilježena ponajprije trendom organskog ugljika, ali i trendom pH-vrijednosti.

Analiza vrijednosti parametara tla i njihovih promjena na osojnim i prisojnim padinama dviju gorskih ponikvi pokazala je da se u uvjetima homogene litološke građe VIP man-

ifestira efekt inverznosti trendova pH-vrijednosti, organskog ugljika i odnosa C i N na osojnoj ekspoziciji. Na prisojnoj ekspoziciji ove ponikve inverznost je prepoznatljiva samo na pH-vrijednosti tla.

Karbonatnost tla u VP pokazuje vrlo visoku varijabilnost, što je razumljivo kad se ima u vidu njen rubni položaj u odnosu na čvrste vapnence i "uronjenost" u kompleks dolomitičnih vapnenaca i dolomita. Nadalje, u ovoj ponikvi ne manifestira se inverznost trendova mјerenih parametara; ističe se jedino lagani rast udjela C_{org} i N_{tot} od dna prema rubu ponikve na prisojnoj ekspoziciji.

ZAKLJUČCI CONCLUSIONS

U području visokogorskog krša susreću se specifične kombinacije klimatskih i litoloških uvjeta koji na relativno malom prostoru predisponiraju prostornu varijabilnost fiziografije tla. Ove kombinacije posebno su karakteristične za ekstremno duboke ponikve s bioklimatskom inverzijom i/ili s "uronjenošću" u sedimente koji su obilježeni izmenom karbonatnih slojeva različitog stupnja dolomitizacije. U ponikvi s bioklimatskom inverzijom gradijent promjena parametara površinskog dijela tla relativno je sličan gradijentu promjena ovih parametara unutar megareljefa gorskog krša zapadnih Dinarida.

U odnosu na prisojnu ekspoziciju, na osojnoj ekspoziciji dubokih gorskih ponikvi, posebice na nižim dijelovima padina, prisutne su deblje naslage sirovog humusa, koje na prisojnoj ekspoziciji izostaju.

Tlo povrh dolomita i dolomitičnih vapnenaca obilježeno je karbonatnošću. Prepoznatljiv čimbenik prostorne varijabilnosti karbonatnosti i pH-vrijednosti tog tla je fitopedoturbacija u vidu izvaljivanja stabala i izbacivanja karbonatnih

čestica na površinu padine ponikve, gdje su izložene gravitacijskoj i vodnoj eroziji i daljnjoj redistribuciji niz padinu.

U dubokim gorskim ponikvama u masivima čvrstih vapnenaca može se uvijek očekivati na osojnim padinama karakteristične trendove pH-vrijednosti tla te udjela organskog ugljika i ukupnog dušika zbog vrlo izraženog hidrotermičkog, odnosno bioklimatskog trenda. Na prisjnjim eksponcijama takvih ponikvi analogni trendovi s karakterističnim gradijentima izostaju, što korespondira i s izostankom prepoznatljivog vegetacijskog slijeda.

Zahvala – Acknowledgements

Autori zahvaljuju Nacionalnom parku „Risnjak“ na potpori ovom istraživanju.

LITERATURA

REFERENCES

- Antonić, A., V. Kušan, B. Hrašovec, 1997: Mikroklimatske i topoklimatske razlike između fitocenoza u Viljskoj ponikvi, Risnjak, Hrvatska. *Hrvatski meteorološki časopis*, 32:37- 49.
- Bautista, F., S. Díaz-Garrido, M. Castillo-González, J. A. Zinck, 2005: Spatial Heterogeneity of the Soil Cover in the Yucatán Karst, 2005: Comparison of Mayan, WRB, and Numerical Classifications. *Eurasian Soil Science*, 38(1):581–588.
- Bennie, J., B. Huntley, A. Wiltshire, M.O. Hill, R. Baxter, 2008. Slope, aspect and climate: spatially explicit and implicit models of topographic microclimate in chalk grassland. *Ecol. Model.*, 216(1):47–59.
- Bertović, S., 1994: Prilog ekologisko-prostornom tumačenju i značajkama reljefa i podneblja u Gorskem Kotaru. Zbornik radova 40 godina Nacionalnog parka „Risnjak“ 1953-1993, 115-120.
- Bočić, N., M. Pahernik, A. Bognar, 2010: Geomorfološka obilježja Slunjske zaravni. *Hrvatski geografski glasnik*, 72(2):5 – 26.
- Brady N.C., R.R. Weil, 2008. The Nature and Properties of Soils. The, 15th Edition, Prentice-Hall Press, 740 p
- Callesen, I., K. Raulund-Rasmussen, C.J. Westman, L. Tau-Strand, 2007: Nitrogen pools and C:N ratios in well-drained nordic forest soils related to climate and soil texture. *Boreal Environ. Res.* 12(6):681–692.
- Carrera, A.L., D.N. Vargas, M. V. Campanella, M.B. Bertiller, C.L. Sain, M.J. Mazzarino, 2005: Soil nitrogen in relation to quality and decomposability of plant litter in the Patagonian Monte, Argentina. *Plant Ecology*, 181:139-151.
- Chen, L.F., He, Z.B., Du, J., Yang, J.J., X. Zhu, 2016: Patterns and environmental controls of soil organic carbon and total nitrogen in alpine ecosystems of northwestern China. *Catena*, 137:37–43.
- Conant, R.T., M.G. Ryan, G.I. Ågren, H.E. Birge, E.A. Davidson, P.E. Eliasson, M.A. Bradford, 2011. Temperature and soil organic matter decomposition rates—synthesis of current knowledge and a way forward. *Glob. Chang. Biol.*, 17 (11), 3392–3404.
- Craine, J.M., N. Fierer, K.K. McLauchlan, 2010. Widespread coupling between the rate and temperature sensitivity of organic matter decay. *Nat. Geosci.*, 3 (12), 854–857.
- Davidson, E.A., I.A. Janssens, 2006. Temperature sensitivity of soil carbon decomposition and feedbacks to climate change. *Nature*, 440 (7081), 165–173.
- Follett, R.F., C.E. Stewart, E.G. Pruessner, J.M. Kimble, 2012: Effects of climate change on soil carbon and nitrogen storage in the US Great Plains. *J. Soil Water Conserv.*, 67:331–342.
- Ford, D.C., P. Williams, 2007: Karst Hydrogeology and Geomorphology, John Wiley & Sons, 562 p.
- Green, R. N., R. L. Trowbridge, K. Klinka, 1993: Towards a Taxonomic Classification of Humus Forms. Forest Science, Monograph 29, 49 p.
- Gruba P., J. Socha, 2016: Effect of parent material on soil acidity and carbon content in soils under silver fir (*Abies alba* Mill.) stands in Poland [J]. *Catena*, 140:90–95.
- Horvat, I., 1962: Vegetacija planina zapadne Hrvatske. *Prirodoslovna istraživanja ser. Acta Biologica II*, 30:5–173, Zagreb.
- Hrašovec B., M. Ivković, V. Kušan, 1994: Mikroklima Viljske ponikve - kompjutorski model. Zbornik radova 40 godina Nacionalnog parka „Risnjak“ 1953-1993, 123-128.
- ISO 10390, 2005: Soil quality – Determination of pH. ISO, Genève.
- ISO 10693, 1995: Soil quality – Determination of carbonate content – Volumetric method, ISO, Genève.
- ISO 10694, 1995: Soil quality – Determination of organic and total carbon after dry combustion (elementary analysis). ISO, Genève.
- ISO 11464, 1994: Soil quality - Pretreatment of samples for physico-chemical analyses. ISO, Genève.
- ISO 13878, 1998: Soil quality – Determination of total nitrogen content by dry combustion (elemental analysis). ISO, Genève.
- Kanokporn S, 2015: Soil Carbon and Nitrogen Ratio in Different Land Use. International Conference on Advances in Environment Research. Vol. 87 of IPCBEE, p 36-40. DOI: 10.7763/IPCBEE. 2015. V87. 7
- Klinka, K., R.N. Green, R.L. Trowbridge, L.E. Lowe, 1981: Taxonomic classification of humus forms in ecosystems of British Columbia: first approximation. Land management, Report number 8, 54 p.
- Klinka, K., P. Krestov, J. Fons, 1997: Towards a Taxonomic Classification of Humus Forms: Third Approximation. *Scientia Silvica*, Extension Series, Number 9, 4 p.
- Maras, M., 2009: Krš Hrvatske – geografski pregled i značenje. Hrvatsko geografsko društvo, Split, 264 p.
- Marty, C., D. Houle, C. Gagnon, F. Courchesne, 2017: The relationships of soil total nitrogen concentrations, pools and C:N ratios with climate, vegetation types and nitrate deposition in temperate and boreal forests of eastern Canada. *Catena*, 152:163–172.
- Olleck, M., B. Reger, J. Ewald, 2020: Verbreitung und Vorkommen von Alpenhumus – Regionalisierung auf Landschaftsebene (Teilprojekt Makroskala). In: Ewald et al.: Alpenhumus als klimasensitiver C-Speicher und entscheidender Standortfaktor im Bergwald. *Forstliche Forschungberichte*, 220:21-60.
- Pahernik, M., 2012: Prostorna gustoća ponikava na području Republike Hrvatske. *Hrvatski geografski glasnik*, 74(2):5 – 26.
- Pospichal, B., S. Eisenbach, P. Weihs, C. B. Clements, R. Steinacker, E. Mursch-Radlgruber, M. Dorninger, 2004: Inversion breakup in small Rocky Mountain and Alpine basins. *J. Appl. Meteor.*, 43:1069–1082.
- Savić, D., S. Dozet, 1985: Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. Karta i tumač za list Delnice. SGZ Beograd, 66 p.
- Schaetzl, R., S. Anderson, 2015: Soils; Genesis and Geomorphology. Third printing. Cambridge University Press. 817 p.
- Steinacker, R., C. D. Whiteman, M. Dorninger, B. Pospichal, S. Eisenbach, A. M. Holzer, P. Weihs, E. Mursch-Radlgruber, K. Baumann, 2007: A sinkhole field experiment in the eastern alps. *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, 88(5):701-716.

- Tišljar, J., 2001. Sedimentologija karbonata i evaporita. Institut za geološka istraživanja, Zagreb, str. 375.
- Vilović, T., S. Buzjak, N. Buzjak, 2019: Floristic and microclimatic features of the Sovljak doline (Mt. Velika Kapela, Croatia). *Šumarski list*, 1–2:35–43.
- Vukelić, J., I. Šapić, M. Baneković, M. Orešković, 2020: Ekološko-fitocenološke značajke i vegetacijska karta šumskih zajednica Nacionalnoga parka „Risnjak“. NP Risnjak, Crni Lug, 60 p.
- Wang, M., L.Y.Qu, K.M. Ma, X. Yuan, 2013: Soil microbial properties under different vegetation types on Mountain Han. *Sci. China Life Sci.*, 56:561–570.
- Wang X., X. Huang, H. Jiwei, Z. Zhenming, 2020: The Spatial Distribution Characteristics of Soil Organic Carbon and Its Effects on Topsoil under Dierent Karst Landforms. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 17(8), 2889; doi:10.3390/ijerph17082889.
- Whiteman, C. D., S. Eisenbach, B. Pospichal, R. Steinacke, 2004a: Comparison of Vertical Soundings and Sidewall Air Temperature Measurements in a Small Alpine Basin. *J. Appl. Meteor.*, 43:1635–1647.
- Whiteman, C. D., T. Haiden, B. Pospichal, S. Eisenbach, 2004b: Minimum temperatures, diurnal temperature ranges and temperature inversions in limestone sinkholes of different size and shape. *J. Appl. Meteor.*, 43:1224–1236.
- Yang, Y.H., J. Fang, Y. Tang, C. Ji, C. Zheng, J. He, B. Zhu, 2008: Storage, patterns and controls of soil organic carbon in the Tibetan grasslands. *Glob. Chang. Biol.*, 14(7):1592–1599.
- Zhang, Y., Y.C. Zhao, X.Z. Shi, X.X. Lu, D.S. Yu, H.J. Wang, W.X. Sun, J.L. Darilek, 2008: Variation of soil organic carbon estimates in mountain regions: a case study from Southwest China. *Geoderma*, 146:449–456.

SUMMARY

The high mountain area of the Dinaric karst is characterized by a variety of relief forms, which in combination with humid climate and different relationships of dolomite and limestone, especially in terms of rate and nature of weathering, are an additional source of variability of soil physiography. In the Risnjak National Park, two sinkholes stand out in terms of dimensions (Viljska ponikva - VIP and Velika ponikva - VP), where we tested the hypothesis of the existence of significant differences in the physiography of the surface part of the soil. The aim was to investigate the extent to which the chemical characteristics of the surface part of the soil change along the shady and sunny slopes of the sinkhole and whether the difference between the two sinkholes is evident, given the difference in their lithological structure (VIP is sink-hole in limestone and VP is sinkhole in dolomitic limestones and calcite dolomites) and positions within the mountain massif. The research was carried out in such a way that in each sinkhole a transect was placed in the direction north-south over the bottom of the sinkhole, on which soil sampling was performed to a depth of 15 cm (or to the rock, if the soil is shallower). Sampling was performed on rows of profiles in 5 replicates, which were placed perpendicular to the transect with a height difference of 10 m (Fig. 1). In each sinkhole, 22 rows of profiles were set up, on which 110 soil samples were collected, and the pH value, carbonate content, organic carbon content and total nitrogen content were measured on them. The research showed that on the shady slope in VIP, in addition to vertical vegetation differentiation, there is also a differentiation of the nature of humus in the organic horizon (hemimor, modermor, sphagnomor). This differentiation is much less pronounced in the VP, and on the sunny slope in both sinkholes it is almost absent. In VP, the physical weathering of rocks (dolomitic substrate) is reflected in the physiography of the soil in the form of free carbonate and higher pH values (Figs. 9 and 10). In VIP the pH rises from the bottom towards the edge of the sinkhole, both on the shady and sunny slope, while in VP the pH value does not change significantly, both along the shady and along the sunny slope. A recognizable factor in the spatial variability of carbonate content and pH value of this soil is phytoturbation in the form of tree felling and ejection of carbonate particles on the surface of the sinkhole slope, where they are exposed to gravitational and water erosion and further redistribution down the slope.

At the shady slope in VIP, the share of organic carbon in the soil is significantly higher (377 g kg⁻¹) than the share at sunny slope (97 g kg⁻¹). At the shady slope the share of organic carbon decreases from the bottom to the edge of the sinkhole (Fig. 11), and a slight increase is evident on the sunny slope. In VP, the mean values on the slopes and the trends of these shares on the slopes in relation to VIP have the opposite relationship (Fig. 12). Similar ratios and trends are shown by the share of total nitrogen (Fig. 13), except at the bottom of the shady slope in VIP. Here, the share of N_{tot} is relatively low, and the share of C_{org} is relatively high, so only in this part within both transects does C/N differ significantly from the remaining parts of the transects (Fig. 14).

In conclusion, the soil physiography of deep karst sinkholes is strongly influenced by the nature of the rocks in terms of dolomitization. The soil above the dolomite and dolomitic limestones is marked by carbonates. In deep sinkholes in solid limestone massifs, characteristic trends of soil pH and the content of organic carbon and total nitrogen can be expected on their shady slopes due to a very pronounced hydrothermal and bioclimatic trend. Analogous trends with characteristic gradients are absent on the sunny slopes of such sinkholes, which corresponds to the absence of a recognizable vegetation sequence.

KEY WORDS: soil, soil organic carbon, soil nitrogen, sinkholes, karst, Risnjak National Park



Originalni STIHL lanci za pile: vrhunska kvaliteta i pouzdanost

STIHL kvaliteta razvoja: STIHL je jedini proizvođač motornih pila u svijetu koji je sam razvio svoje lance i vodilice. Na taj način se osigurava savršena usklađenost svih triju komponenti prilikom rada- pile, lanca i vodilice.

STIHL proizvodna kvaliteta: STIHL lanci izrađeni su " Švicarskom preciznošću " u STIHL tvornici u Wilu (Švicarska). Proizvode se na specijalnim strojevima koje su također razvijeni i proizvedeni od strane firme STIHL.

Vrhunska rezna učinkovitost: STIHL- ovi lanci za pile neće svoju kvalitetu i preciznost u rezanju pokazati samo na STIHL motornim pilama, nego i na pilama drugih proizvođača.

VARIABILITY AND DISCRIMINATION POWER OF ANATOMICAL PARAMETERS IN JUGLANS REGIA HALF-SIB LINES ORIGINATING FROM NATURAL STANDS IN ĐERDAP GORGE, SERBIA IN NURSERY CONDITIONS

VARIJABILNOST I DISKRIMINACIJSKA MOĆ ANATOMSKIH PARAMETARA KOD LINIJA POLUSRODNIKA JUGLANS REGIA PODRIJETLOM IZ PRIRODNIH SASTOJINA U ĐERDAPSKOJ KLISURI, SRBIJA U RASADNIČKIM UVJETIMA

Milica KOVAČ¹, Branislav KOVAČEVIĆ², Lazar KESIĆ², Erna VASTAG¹, Vanja VUKSANOVIC¹, Saša ORLOVIĆ²

SUMMARY

This paper presents analysis of anatomical parameters of leaves in *Juglans regia* half-sib lines from natural stands in Đerdap Gorge in Serbia. Thirty-five half-sib lines were examined, designated according to the number of their mother trees from R1-R35. Twenty measured and derived anatomical parameters were examined, describing stomatal and leaf blade cross-section traits. According to Hierarchical analysis of variance, variation of the majority of characters describing stomatal properties were significantly affected by effect of half-sib lines. The effect of variation between plants within half-sib lines was significant for all examined stomatal traits. However, in cross-section characters, the effect of differences between half-sib lines was significant only for thickness of spongy mesophyll (SL). The discrimination model with seven selected traits achieved 60.5% of correct allocation, while the correct allocation of the model with all 20 examined traits was 81.6%. According to the results of stepwise discriminant analysis, the most powerful trait in discrimination of these half-sib lines were stomatal aperture width/stomatal aperture length ratio (Wb/La) and stomatal aperture length/ stomata guard cell length ratio (La/LA). Presented results strongly support implementation of stomatal and cross-section leaf traits in further studies that would deal with description of variability of *Juglans regia*.

KEY WORDS: Persian walnut, multivariate analysis, conservation

INTRODUCTION

UVOD

Persian walnut (*Juglans regia* L.) is noble broadleaved wind-pollinated monoecious and dichogamous long-lived tree

species, mostly praised for edible fruits and hard, high-quality wood that is useful for versatile applications. It is also used in urban areas due to decorative crown and leaves, vigorous growth and resilience to toxic gases, smoke, and

¹ Mr. sc. Milica Kovač, Dr. sc. Vanja Vuksanović, Mr. sc. Erna Vastag - Faculty of Agriculture University of Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 8, Serbia, e-mail: milica.kovac@polj.uns.ac.rs

² Dr. sc. Branislav Kovačević, Dr. sc. Saša Orlović, Mr. sc. Lazar Kesić - University of Novi Sad – Institute of Lowland Forestry and Environment, Antona Čehova 13, Serbia, email: branek@uns.ac.rs

dust (SOROKOPUDOV et al. 2015; IANOVICI et al. 2017). Persian walnut is meso- and thermophilic species, susceptible to late and early frosts. Its edible fruits are important for many animal species which is its additional contribution to the idea of „green corridors“ and preservation and improvement of biodiversity. It is also basis for realization of secondary forest products, agroforestry, and ecosystem services (DE RIGO et al. 2016).

Study of variability is important step in preservation of a species, and basis for further selection, conservation and improvement of germplasm. Variability of numerous traits has been examined in Persian walnut. Usual morphological parameters used in variability studies of *Juglans sp.* are pomological and leaf morphological traits (MALVOLTI and FINESCHI, 1994; SHARMA and SHARMA, 2001; AKCA and SEN, 2001; JAFARI et al. 2006; ROSS-DAVIS et al. 2008; EBRAHIMI et al. 2009; EBRAHIMI et al. 2011; NOROUZI et al., 2013; ATTAR et al. 2014), but also wood quality and tolerance to biotic and abiotic agents, phenological traits (FADY et al. 2003; ARZANI et al. 2008), and leaf physiological traits (BOTU et al. 2001; IANOVICI et al. 2017). Numerous variability studies in Walnut used leaf anatomical traits. Most of them are related to stomatal traits (MURADOĞLU and GÜNDÖĞDU, 2011) but also to cross-section characteristics (SKOROKOPUDOV et al., 2015). Leaf anatomical traits are of interest, as they are considered to be related to the drought tolerance. In their study on six species of genus *Juglans*, SKOROKOPUDOV et al. (2015) found *Juglans regia* to have most of xeromorphic features as highly developed

palisade layer, thick leaf, elongated palisade cells, moderate partition of palisade layer, low stomatal density, and elongated stomatal guard cells. The importance of anatomical parameters is reflected in structure of the leaves and thicknesses of different layers of tissue, which play a significant role in various processes important for plant development. The main role of epidermis is to reduce the release of water from plant, palisade tissue is responsible for the process of photosynthesis and the main role of spongy tissue is to perform aeration (CUTLER et al., 2007).

The areal of this Persian walnut spans from Balkan peninsula, over Caucasus and Asia minor and further to Central Asia and northern parts of India. However, this species is disseminated and grown in much larger area that includes temperate regions of Europe, North and South America, Asia, Australia, and New Zealand (BERNARD et al. 2018). In Europe, this species is relatively neglected and endangered, so there are numerous projects considering it breeding and conservation (MALVOLTI and FINESCHI, 1994; FERNÁNDEZ-LÓPEZ et al. 2001; CEROVIĆ et al. 2010; IANOVICI et al. 2017). In Serbia, Persian walnut is present in autochthonous stands in its eastern parts, as western part of its global natural areal. In Đerdap gorge, through which flows river Danube, it is recognized as autochthonous species in numerous relict phytocoenoses of poly and oligodominant type (OSTOJIĆ et al., 2019). The aim of this study was to examine variability as well as discrimination power of anatomical traits in *Juglans regia* half-sib lines originating from autochthonous stands in Đerdap gorge, Serbia.



Figure 1. Location of mother trees of Persian walnut (*Juglans regia* L.) in Đerdap gorge, from which the examined half-sib lines were produced (according to geographic coordinates presented by KOVAČ et al., 2021)

Slika 1. Lokacija majčinskih stabala domaćeg oraha (*Juglans regia* L.) u Đerdapskoj klisuri od kojih su proizvedene ispitivane linije polusrodnika (prema geografskim kordinatama prezentiranim od KOVAČ et al., 2021)

MATERIAL AND METHODS

MATERIJAL I METODE

Plant material and examined parameters – Biljni materijal i ispitivani parametri

Examined half-sib lines originate from National park "Đerdap" (total area 63.608,02 ha) in the Eastern part of Serbia. For every mother tree the geographic coordinates were taken and presented by KOVAČ et al. (2021) (Fig. 1). Thirty-five half-sib lines (with 5-10 individuals per line), designated according to the number of their parent trees from R1-R35, were produced in nursery of Experimental estate "Kaćka šuma" (44°17'38.8"N 22°53'13.3"E) in the vicinity of Novi Sad, Serbia, managed by Institute of lowland forestry and environment of University of Novi Sad.

Half-sib lines were grown as seedlings in the open field in nursery conditions until the September 2018 when leaf anatomical parameters were measured on the dominant fully developed leaf from each plant of all half-sib lines in their third growing season, in the timescale between 9:00 AM and 11:00 AM, on a sunny and windless day. For stomatal parameters describing number and size of stomata, one imprint per plant was taken by fingerprint method or 'collodion' method. Imprints were made on the abaxial leaf surface of the top leaflet, between the 3rd and 4th leaflet vein, from a fully formed leaf of light, which were located at upper 1/3 of crown. There were five views per imprint with five stoma measured per view. For every stomatal parameter, average values for plant entered further statistical analysis. For cross-section analysis, the top leaflet from the largest fully developed leaf per plant which was cut-off and rinsed in 70% ethanol until used for preparation of cross-sections. Five cross sections were measured per plant and

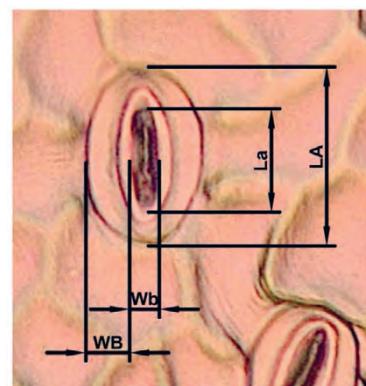


Figure 2. Examined measured stomatal traits on leaf of Juglans regia – LA - stomatal guard cell length, WB - stomatal guard cell, La – stomatal aperture length, Wb – stomatal aperture width

Slika 2: Mjereni parametri puči na listu Juglans regia - LA – dužina stanice zatvaračice, WB – širina stanice zatvaračice, La – dužina otvora puči, Wb – širina otvora puči

average values for plant of cross section parameters entered further statistical analysis.

Following stomatal parameters were measured: stomatal density per mm² (SD), stomata guard cell length (LA [μm]) and width (WB [μm]), and stomatal aperture length (La [μm]) and width (Wb [μm]) were determined from leaf prints following the protocol described by STOJNIĆ et al. (2015) (Fig. 2). For measurements of stomata imprints the Olimpus SC50 light microscope was used. Stomatal density (SD) was determined by counting at five randomly chosen fields of view CellSens Standard software was used for measurements of size of stomata guard cells and stomata aperture were on five stomata per five randomly chosen fields of view. Beside mentioned, following stomatal characters were derived:

$$\text{WB/LA, Wb/La, La/LA, and Wb/WB.}$$



Figure 3. Examined measured leaf anatomical traits of Juglans regia * - a) leaflet midrib cross-section traits: PS – midrib vascular bundle diameter (average from r1 and r2), SK – midrib sclerenchyma thickness (average from measurements from 1 to 8); b) lamina cross-section traits: UE- adaxial epidermis thickness, PP – palisade mesophyll thickness, SP - spongy mesophyll thickness, LE – abaxial epidermis thickness, and LT- total lamina thickness
Slika 3. Ispitivani anatomski parametri lista Juglans regia: a) svojstva poprečnog presjeka glavnog nerva letka: PS – promjer sprovodnog snopica glavnog nerva (sredina od r1 i r2), SK – debљina sklerenhim glavnog nerva (sredina merenja od 1 do 8); b) svojstva poprečnog presjeka lisne plojke letka: UE – debљina adaksijalnog epidermisa, PP – debљina palisadnog tkiva, SP – debљina spužvastog tkiva, LE – debљina abaksijalnog epidermisa, i LT- ukupna debљina lisne plojke.

For cross-section traits measurements, samples were prepared on Slee mev device, and measured with same Olympus SC50 light microscope and CellSens Standard software. Then, following leaflet cross-section characters were measured:

PS – diameter of midrib vascular bundle [μm] (average from two measurements), SK – thickness of midrib sclerenchyma [μm] (average from eight measurements), UE – adaxial epidermis thickness [μm], PP – palisade mesophyll thickness [μm], SP – spongy mesophyll thickness [μm], LE – abaxial epidermis thickness [μm], and LT – total lamina thickness [μm]. Also, following cross-section characters were derived: PP/LT, SP/LT, SP/PP, and (UE+LE/LT).

Statistical analysis – *Statistička analiza*

The variability of examined characters was analyzed by two-way hierarchical analysis of variance, with half-sib lines and plants within lines as controlled sources of variation according to following model:

$$X_{ijm} = \mu + a_i + b_{j(i)} + \varepsilon_{m(ij)},$$

Where X_{ijm} stands for measured value, μ for average value, a_i for effect of j_{th} half-sib line, $b_{j(i)}$ for effect of j_{th} plant within j_{th} half-sib line, and $\varepsilon_{m(ij)}$ for effect of residual variation. Based on these results the expected variances were calculated and their contribution to the total variation, as well as analog coefficients of variation. The stomatal density (SD) was transformed by square root transformation in order to meet normal distribution of frequencies, which is required for tests of parametric statistics (BARTLETT, 1936). Canonical discriminant analysis (CDA) and forward stepwise discriminant analysis were used for the study of relationship between examined parameters and their discrimination power. Hierarchical cluster analysis with UPGMA (unweighted pair group method with arithmetic mean) agglomeration method was used for the analysis of agglomeration of half-sib lines. Statistical methods were performed by STATISTICA for Windows version 13 (TIBCO SOFTWARE INC., 2020).

RESULTS AND DISCUSSION

REZULTATI I RASPRAVA

Variability of anatomical parameters – *Varijabilnost anatomskeih parametara*

According to F-test of Hierarchical analysis of variance, most of characters describing stomatal properties were significantly affected by half-sib lines, except for LA and WB/LA. However, in cross-section characters, the effect of half-sib lines was significant only for thickness of spongy layer (SL) and (UE+LE)/LT ratio. All examined traits were under

significant effect of variation between plants within half-sib lines (Table 1).

The highest coefficients of variation between half-sib lines among stomatal traits achieved Wb/La and among cross-section traits SL ($CV_{between} > 10\%$), except for SD, relatively high coefficients of variation within half-sib lines with $CV_{within} > 10\%$ were found only in cross-section traits, and the highest were for PS and PL with $CV_{within} > 20\%$.

The further assessment of variability of examined anatomical traits was based on the contribution of examined sources of variation to the total expected variance. These results provided information about importance of differences between half-sib lines but also between plants within half-sib lines, allowing additional way of comparison of the importance of variability between and within half-sib lines (Figure 2). According to these results, the contribution of variation between half-sib lines considerably varies between examined traits. Generally, contribution of half-sib lines was higher in stomatal than in cross-section traits, with the highest contribution in Wb/La and La/LA of more than 45% of total variation. The highest contribution of half-sib lines in cross-section traits achieved SL and (UE+LE)/LT of more than 15%. The highest contribution of plants within half-sib lines among stomatal traits was found in SD (67.2%) and among cross-section traits in PS, PL, and (UE+LE)/LT (more than 70%). Except for SD, stomatal traits were generally more influenced by differences between lines than cross-section traits, while the contribution of variation of plants within half-sib lines in cross-section traits was considerably higher than in stomatal characters. This also suggest risk of decrease of variability of stomatal parameters if case of drop in size of *Juglans regia* population of Đerdap gorge, which could be of importance in its conservation. Significant differences in stomatal density, and length and width of guardian cells among eleven genotypes of *Juglans regia* has been studied by MURADOĞLU and GÜNDÖĞDU (2011), who also cited similar findings of study of ÇAĞLAR et al. published in 2004, stressing the significance of stomata frequency and size for plant genetics and ecology. According to SKOROKOPUDOV et al. (2015), *Juglans regia* have the most xeromorphic leaf anatomical features among six species they examined. They found ranges of variability for thickness of leaf (86,3- 151,2 μm , palisade mesophyll (50,8-83,6 μm) and spongy mesophyll (28,9- 63,9 μm) for the group of several species within genus *Juglans*. Group of half-sib lines examined in our study achieved similar or even wider range of variability for the same leaf anatomical characters, suggesting the existence of considerable variability at the level of examined group of half-sib lines.

Considerable contribution of variance within half-sib lines that was found to be particularly high in cross-section traits,

Table 1. Results of analysis of variance for leaf anatomical parameters of examined half-sib lines of *Juglans regia* – F-test, coefficients of variation, variation range

Tablica 1. Rezultati analize varijance za anatomske parametre lista linija polusrodnika Juglans regia – F-test, koeficijent varijacije, interval varijacije

Character ^{a)} Svojstvo	F _B ^{b) c)}	F _W	CV _B (%)	CV _W (%)	CV _R (%)	Variation range Interval varijacije
LA	1.307 ^{ns}	3.708**	1.588	4.438	6.030	27.115-31.860
WB	3.555**	3.032**	4.587	4.262	6.686	6.357-8.456
La	3.871**	5.362**	6.915	6.677	7.148	15.277-20.872
Wb	3.824**	2.789**	7.849	6.785	11.343	3.746-5.668
WB/LA	2.866**	2.496**	3.571	3.677	6.710	0.218-0.278
Wb/La	8.385**	2.458**	11.537	5.928	10.983	0.183-0.344
La/LA	7.519**	4.275**	5.704	3.546	4.385	0.541-0.684
Wb/WB	5.454**	2.713**	11.038	7.538	12.880	0.459-0.804
SD	1.805*	22.585**	5.661	11.185	5.383	38.052-82.569
PS	1.486 ^{ns}	252.984**	8.684	22.366	3.147	432.29-755.26
SK	0.950 ^{ns}	2.159**	0.000	17.394	36.093	19.638-35.035
UE	0.813 ^{ns}	3.569**	0.000	11.839	16.464	11.862-15.64
PL	1.409 ^{ns}	20.973**	9.054	24.708	12.322	52.448-110.80
SL	1.985**	7.311**	10.978	18.390	16.316	35.742-76.053
LE	1.056 ^{ns}	1.819**	1.696	8.619	21.230	8.692-11.94
LT	1.543 ^{ns}	27.754**	7.949	18.950	8.166	113.39-202.51
PL/LT	1.246 ^{ns}	4.632**	2.570	8.226	9.620	0.413-0.561
SL/LT	1.221 ^{ns}	2.358**	2.420	6.985	13.360	0.292-0.385
SL/PL	1.133 ^{ns}	2.876**	3.789	15.004	24.413	0.543-0.961
(UE+LE)/LT	1.878*	10.601**	9.481	17.217	12.388	0.118-0.211

a) Abbreviations for characters: LA – stomatal guard cell length [μm]; WB – stomatal guard cell width [μm]; La – stomatal aperture length [μm]; Wb – stomatal aperture width [μm]; WB/LA – WB/LA ratio; Wb/La – Wb/La ratio; La/LA – La/LA ratio; Wb/WB – Wb/WB ratio; SD – stomatal density [mm^{-2}]; PS – diameter of midrib vascular bundle [μm]; SK – midrib sclerenchyma thickness [μm]; UE – adaxial epidermis thickness [μm]; PL – palisade mesophyll thickness [μm]; SL – spongy mesophyll thickness [μm]; LE – abaxial epidermis thickness [μm]; LT – total lamina thickness [μm]; PL/LT, SL/LT, SL/PL, and (UE+LE/LT);

b) Labels in subscript for F-value (F) and coefficient of variation (CV): B – between half-sib lines, W – plants within half-sib lines, R – residual;

c) Labels concerning significance of F-test: * – $p < 0.05$; ** – $p < 0.01$.

a) Kratice za svojstva: LA – dužina stanica zatvaračica [μm]; WB – širina stanica zatvaračica [μm]; La – dužina otvora puči [μm]; Wb – širina otvora puči [μm]; WB/LA – odnos WB/LA; Wb/La – odnos Wb/La; La/LA – odnos La/LA; Wb/WB – odnos Wb/WB; SD – gustoća puči [mm^{-2}]; PS – promjer provodnog snopa glavnog nerva [μm]; SK – debeljina sklerenhimata glavnog nerva [μm]; UE – debeljina adaksijalnog epidermisa [μm]; PL – debeljina palisadnog mezofila [μm]; SL – debeljina spužvastog mezofila [μm]; LE – debeljina abaksijalnog epidermisa [μm]; LT – ukupna debeljina lisne plojke [μm]; PL/LT, SL/LT, SL/PL, i (UE+LE/LT);

b) Oznake u indeksu F vrednosti (F) i koeficijenata varijacije (CV): B – između linija polusrodnika, W – bilje unutar linija polusrodnika, R – rezidual;

c) Oznake u vezi sa značajnošću F-testa: * – $p < 0.05$; ** – $p < 0.01$.

could be explained by effective pollen dispersal that is characteristic of wind-pollinated forest tree species. It indicates extensive gene-flow which further high genetic diversity between individuals of the same population and low spatial genetic structure (KRAMER, 2012; POLJAK et al., 2014; JUMP et al., 2012). Walnut has heavy pollen, which, according to FERNÁNDEZ-LÓPEZ et al. (2001), could be considered to spread just over 100 m from pollinating tree, but ZHOU et al. (2021) suggested that that distance can be much longer (even around 1000 m). Low contribution of variation within lines is of particular importance in design of conservation and restoration strategies, since it suggests low heterozygosity of parent trees and in this way high dependence of the conservation of variability on the number

of preserved trees. Among nine examined stomatal traits in 14 populations of *Fagus sylvatica* from six European countries (VASTAG et al. 2019), all of examined traits except potential conductance index (PCI) and stomatal aperture length (L_a) had relatively low contribution of differences between half-sib lines, but considerable contribution of plants within half-sib lines. Also, KOVACEVIC et al., (2014) in study of variation of leaf morphometric parameters of twelve populations of *Populus nigra* in Danube basin, found that in most examined traits contribution of variation between trees within population dominated contribution of variation between populations. Strong contribution of variance of half-sib lines within populations related to contribution of variation between population for

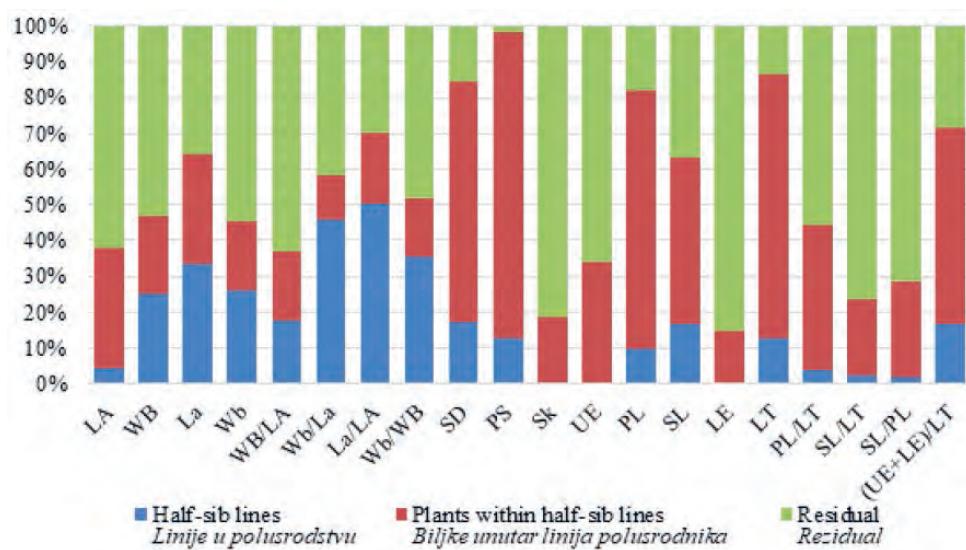


Figure 4. Contribution of expected variances of examined sources of variation to the total expected variance in half-sib lines of *Juglans regia*
Slika 4. Doprinos očekivanih varijanti ispitivanih izvora varijacije u ukupnoj očekivanoj varijanti linija polusrodnika *Juglans regia*

percentage of leaves damaged by *Myzus cerasi* in half-sib lines of six wild cheery populations in Bosnia and Herzegovina, was reported by POLJAKOVIĆ-PAJNIK et al. (2019).

Discrimination power of leaf anatomical parameters – Snaga diskriminacije anatomskih parametara lista

Canonical discriminative analysis allowed the evaluation of discrimination ability of examined traits. In our study, six successive canonical variables had eigenvalues higher than 1 (Table 2), but only for the first two of them χ^2 -tests of canonical coefficient were significant (data not shown). The first canonical variable dominated, with 49,6% of contribution to the total variation. The highest loadings with this canonical variable had Wb/La and La/LA (-0.509 and 0.420, respectively), suggesting the dominant role of these traits in discrimination of examined half-sib lines. Traits Wb/La and La/LA were among traits with the highest contribution of half-sib lines to the total variation, with relatively low contribution of plants within lines.

Among rare studies that used canonical discriminant analysis in *Juglans regia*, MALVOLTI and FINESCHI, (1994), used this method to analyze relationship of leaf and fruit morphometric parameters in 21 population of *Juglans regia* in one region in Italy according to standardized canonical coefficients. In their study of *Fagus silvatica* populations that of anatomical traits included size characters of guard cells and stomatal aperture, as well as stomatal frequency, VAŠTAG et al. (2019) found strong relation of size traits with the first canonical variable, while SD had strong loading with the second canonical variable. DANIČIĆ et al. (2018) and MIKIĆ et al. (2012), used canonical discriminant analysis in the analysis of relationship between fruit

traits in populations of *Castanea sativa* in Bosnia and Herzegovina and relationship between seven populations of wild cheery (*Prunus avium*) in Serbia, based on eight leaf morphological characters, respectively. KOVAČEVIĆ et al. (2014) used canonical discriminant analysis for differentiation of *Populus nigra* natural populations in Danube basin based on leaf morphometric traits, while ŠARAC et al., (2014) used same method in discrimination of *Pinus nigra* natural populations in Serbia based on terpene composition.

For further evaluation of discrimination power of anatomical traits, the forward stepwise discriminant analysis was used. By this statistical method, the discrimination models were formed subsequently by the addition of trait that maximizes the discrimination power of the model. Seven characters have been selected in following order: Wb/La, La/LA, Wb/WG, Wb, LA, SD and SP (Table 5). They had their highest loadings with the first (Wb/La and La/LA), second (Wb/WG), fourth (Wb, LA and SD) and fifth (SP) canonical variable. Since canonical variables are not correlated with each other, it is assumed that those parameters what have their highest loadings with the same canonical variable are more correlated between each other than with parameters that have their highest loadings with some other canonical variable. The fact that five last selected traits were in weak correlation with Wb/La and Wb/WB, are that they had their contribution of half sib lines to the total variance much smaller than that of the majority of other examined traits from the second RC group, suggest the ability of stepwise discriminant analysis to cope with multicollinearity. The increment of correct allocation of models calculated by forward stepwise analysis was relatively uniform, and almost linear. The discrimination model with seven selected traits achieved 60.5% of correct allocation, while

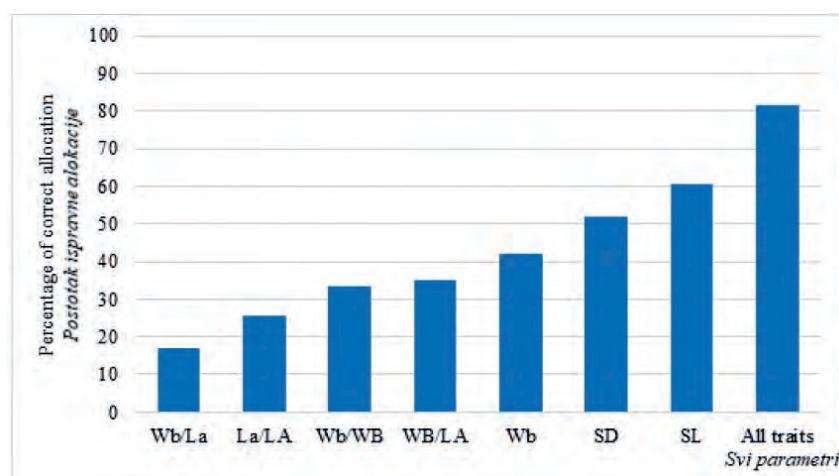
Table 2. Discriminative loadings between measured and the first six canonical variables (roots) based on leaf anatomical traits of examined half-sib lines of Persian walnut (*Juglans regia*).

Tablica 2. Diskriminatorska opterećenja između izmjerjenih i prvih šest kanonskih varijabli (korijena) na osnovu anatomske svojstava lista ispitanih linija polusrodnika domaćeg oraha (*Juglans regia*).

Original character Originalna svojstva	Canonical variable Kanonička varijabla*)					
	Root1	Root2	Root3	Root4	Root5	Root6
LA	0,070	-0,103	0,177	-0,257	-0,168	0,016
WB	0,233	-0,178	0,447	-0,145	0,068	-0,406
La	0,296	-0,012	-0,079	-0,365	-0,351	0,176
Wb	-0,278	0,269	-0,054	-0,412	-0,316	0,000
WG/LA	0,171	-0,072	0,338	0,114	0,212	-0,413
Wb/La	-0,509	0,384	0,042	-0,116	0,001	-0,196
La/LA	0,420	0,098	-0,341	-0,339	-0,398	0,302
Wb/WG	-0,329	0,352	-0,327	-0,318	-0,294	0,191
SD	-0,111	0,155	-0,277	-0,337	-0,056	-0,210
PS	0,013	0,235	-0,215	0,098	-0,269	-0,096
Sk	0,070	0,056	-0,088	0,150	-0,032	0,025
EI	0,029	0,071	-0,058	0,042	0,175	-0,205
PP	-0,032	0,142	-0,241	-0,113	-0,307	-0,373
SP	-0,019	0,258	-0,078	0,027	-0,552	-0,417
En	0,033	0,109	0,144	-0,088	0,037	0,077
LT	-0,024	0,195	-0,183	-0,066	-0,387	-0,403
PP/LT	-0,044	-0,033	-0,279	-0,199	-0,083	-0,197
SP/LT	0,028	0,131	0,205	0,194	-0,364	-0,050
SP/PP	0,043	0,102	0,234	0,208	-0,110	0,089
(EI+En)/LT	0,039	-0,096	0,215	0,099	0,548	0,374
Eigenvalue <i>Karakteristični korijen</i>	12,566	2,717	2,047	1,720	1,148	1,101
Contribution to the total variance <i>Doprinos ukupnoj varijansi</i>	0,496	0,107	0,081	0,068	0,045	0,043

*) Bolded values represent the highest loading of original trait for the first six canonical variables

*) Pojačane vrijednosti predstavljaju najviše opterećenje originalnog svojstva za prvih šest kanoničkih varijabli

**Figure 5.** Percentage of correct allocation for models based on leaf anatomical traits and formed by forward stepwise discrimination analysis for examined half-sib lines of *Juglans regia*.

Slika 5. Postotak ispravne alokacije za modele zasnovane na anatomskim parameterima lista i formiranim stupnjevitom diskriminacijskom analizom sa uključivanjem parametara za linije polusrodnika *Juglans regia*.

the correct allocation of the model with all 20 examined traits was 81.6%. These results stress the significance of selected traits in discrimination of examined half-sib lines,

but they are not sufficient to precisely discriminate all examined lines. For more precise discrimination it would be necessary to include some other traits (Figure 5).

Agglomeration of Persian walnut half-sib lines – Grupiranje linija polusrodnika domaćeg oraha

According to hierarchical cluster analysis with UPGMA agglomeration method, studied half-sib lines are grouped in five clusters (Figure 6). According to Scree-test, the linkage distance at which the clusters were defined was found to be at 6. Most of half-sib lines belong to one of two main clusters: the first and second cluster. Most of the first cluster consists of half-sib lines from sites „Štrbac“ (81–332 m.a.s.l.) and “Zlatica” (166–172 m.a.s.l.), except for R-20, originating from site “Bojana” (228 m.a.s.l.) and R-21 originating from site “Lepenski vir” (87 m.a.s.l.). The second cluster consists mostly of lines originating from sites “Poreč forests” (236–286 m.a.s.l.) and “Bojana” (133–212 m.a.s.l.) except lines R-4 and R-13, originating from site „Štrbac“ (265 and 94 m.a.s.l., respectively) and R-22 (92 m.a.s.l.) originating from site “Lepenski vir”. The third cluster consists of two half sib lines that originates from site “Štrbac”: R1 and R-2 (139 and 208 m.a.s.l., respectively), while lines R-33 (262 m.a.s.l., “Porečke šume”) and R-17 (183 m.a.s.l., “Bojana”) forms fourth and fifth cluster, respectively. The main difference between site “Štrbac” and other sites is that its bed rock is silicate, while the bed rock of other sites is calciferous. Also, mother trees on site „Zlatica“ were close to river-bed of creek „Zlatica“, and that differed this site from other sites on calciferous bed rock. According to the

results of forward stepwise discriminant analysis, the most powerful trait in discrimination of these clusters was Wb/WB (data not shown).

Presented results strongly support implementation of stomatal and cross-section leaf traits in the further studies that would deal with description of variability in *Juglans regia*. Significant attention should be paid to derived leaf anatomical parameters that are rarely used in such studies. Most of examined traits the contribution of plants within half-sib lines to the total expected variance is considerable, but stomatal parameters presented higher contribution of half-sib lines to the total expected variance and higher discrimination power then cross-section parameters. Obtained results suggest that there is considerable variability of *Juglans regia* in National park „Đerdap“, supporting further studies and preservation of *Juglans regia* autochthonous natural population in National park „Đerdap“.

ACKNOWLEDGEMENT ZAHVALA

This paper financed by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia, Project No. 451-03-68/2022-14/200117 and 451-03-68/2022-14/200197. We express gratitude for reviewers' suggestions in revision process of this paper.

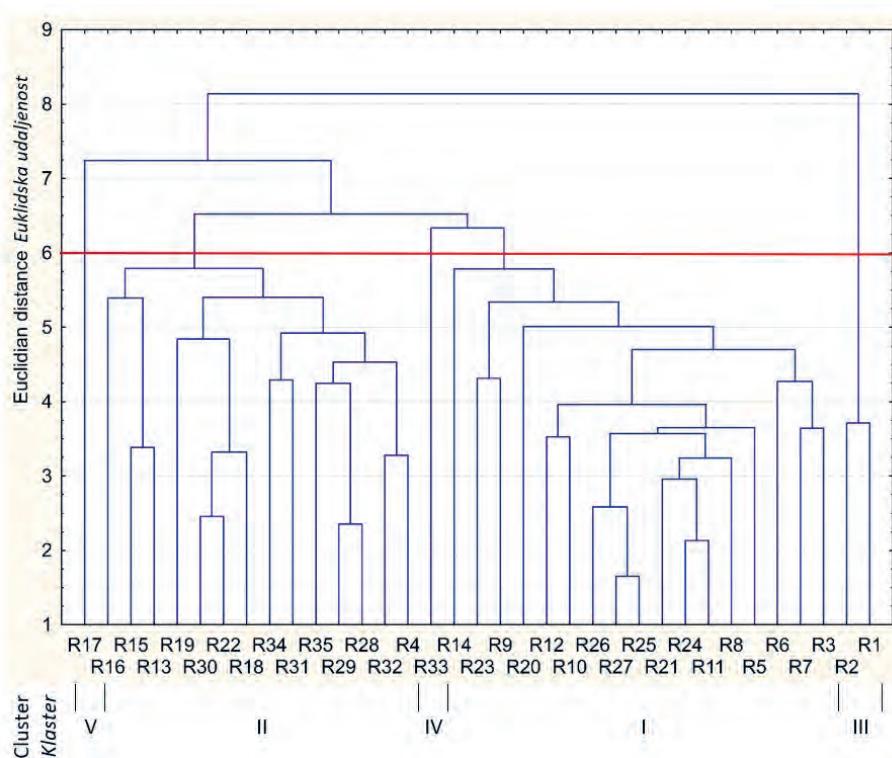


Figure 6. Dendrogram of cluster analysis of examined *Juglans regia* half-sib lines agglomerated by UPGMA method based on normalized leaf anatomical traits.

Slika 6. Dendrogram analize grupiranja ispitivanih linija polusrodnika *Juglans regia* grupiranih UPGMA metodom na osnovi normaliziranih anatomskih parametara lista

REFERENCES

LITERATURA

- AKCA, Y., S.M., SEN (2001): A study on the genetic variability and selection of superior walnut (*Juglans regia* L.) trees within seedling population of around of Van lake. *Acta Horticulturae*, 544: 119-124.
- ARZANI, K., H., MANSOURI-ARDAKAN, A., VEZVAZVAEI, M.R., ROOZBAN (2008): Morphological variation among Persian walnut (*Juglans regia*) genotypes from central Iran. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 36: 159–168.
- BERNARD, A., F., LHEUREUX, E., DIRLEWANGER (2018): Walnut: past, and future of genetic improvement. *Tree Genetics & Genomes*, 14: 1.
- BARTLETT, M.S. (1936): The Square Root Transformation in Analysis of Variance. Supplement to *Journal of the Royal Statistical Society*, 3:68–78.
- CEROVIĆ, S., GOLOŠIN, B., NINIĆ TODOROVIĆ, J., BIJELIĆ, S., OGNJANOV, V. (2010): Walnut (*Juglans regia* L.) selection in Serbia. *Hort. Sci.*, 37: 1-5.
- CUTLER, F.D., BOTHA, T., STEVENSON, D.W. (2007). Plant anatomy – an applied approach. Blackwell Publishing Ltd. Unite Kingdom. pp. 313.
- EBRAHIMI, A., A., ZAREI, R., FATAHI, M., GHASEMI VAR-NAMKHASTI (2009): Study on some morphological and physical attributes of walnut used in mass models. *Scientia Horticulturae*, 121: 490–494.
- EBRAHIMI, A., R., FATAHI, Z., ZAMANI (2011): Analysis of genetic diversity among some Persian walnut genotypes (*Juglans regia* L.) using morphological traits and SSRs markers. *Scientia Horticulturae*, 130: 146–151.
- FADY, B., F., DUCCI, N., ALETA, J., BECQUEY, R., DIAZ VAZQUEZ, F., FERNANDEZ LOPEZ, C., JAY-ALLEMAND, F., LEFÈVRE, A., NINOT, K., PANETSOS, P., PARIS, A., PISANELLI, H., RUMPF (2003): Walnut demonstrates strong genetic variability for adaptive and wood quality traits in a network of juvenile field tests across Europe. *New Forests*, 25: 211–225.
- FERNÁNDEZ LÓPEZ, J., N., ALETÀ, R., ALIA (2001): Long term conservation strategies: *Juglans regia* L. genetic resources conservation strategy. In: Noble Hardwoods Network: Fourth and Fifth Meetings, 4-6 September 1999 in Gmunden, Austria and 17-19 May 2001 in Blessington, Ireland. EUFORGEN: 38-43.
- IANOVICI, N., LATIŞ, A., RĂDAC, A. (2017): Foliar traits of *Juglans regia*, *Aesculus hippocastanum* and *Tilia platyphyllos* in urban habitat. *Romanian Biotechnological Letters*, 22(2): 12400-12408.
- JAFARI S.M.H., M.M.R. MARVI, H., SOBHANI, J., MOZAFARI J. (2006): Morphological leaf characteristics of Persian walnut in Iranian population. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research Vol 14 No 1(23):1-19*.
- KOVAČ M., KOVAČEVIĆ, B., ORLOVIĆ, S. (2021): Inventorying of Persian walnut (*Juglans regia* L.) trees in natural stands in “Đerdap” national park. *Šumarstvo*, 2021(1-2): 159-172. [In Serbian]
- KOVAČEVIĆ, B. (2014): Variability of leaf morphometric characters in *Populus nigra* populations in the basin of river Danube. In: Šiler B., Škorić M., Mišić D., Kovačević B., Jelić M., Patenković A., Kurbalija Novičić Z.: *Variability of European Black Poplar (*Populus nigra* L.) in the Danube Basin*. Zoran Tomović, Ivana Vasić (Eds.), Public Enterprise “Vojvodinašume”: 52-85.
- LITVAJ, T (2011): Fenotipska stabilnost i adaptabilnost običnog oraha (*Juglans regia* L.) u testovima potomstva. *Šumarski list*, Vol 135 No 13.
- PIOTTI, A., LEONARDI, S., BUITEVELD, J., GEBUREK, T., GERBER, S., KRAMER, K., VETTORI, C., VENDRAMIN, G.G. (2012): Comparison of pollen gene flow among four European beech (*Fagus sylvatica* L.) populations characterized by different management regimes. *Heredity*, 108(3): 322–331.
- MALVOLTI, M.E., FINESCHI, S. (1994): Morphological Integration and Genetic Variability in *Juglans regia* L. *Journal of heredity*, 85: 389-394.
- MIKIĆ T., BALLIAN, D., KOVAČEVIĆ, B., PILIPOVIĆ, S., MARKOVIĆ, M. (2012): Preliminary studies on the variability of wild cherry (*Prunus avium* L.) in some populations in Serbia. Proceedings of International Scientific Conference „Forest in future: Sustainable use, Risks and Challenges“, 4th-5th October 2012, Belgrade, Republic of Serbia: 151-160.
- MIKIĆ T., ORLOVIĆ, S., KOVAČEVIĆ, B., MARKOVIĆ, M., PILIPOVIĆ, A. (2008): Variability in wild pear (*Pyrus pyraster* Burgsd.) populations in Serbia based on leaf morphological characteristics. Proceedings of International Scientific Conference „Forestry in Achieving Millennium Goals“, 13-15 November 2008, Novi Sad: 359-365.
- MURADOĞLU, F. GÜNDÖĞDU, M. (2011): Stomata Size and Frequency in some Walnut (*Juglans regia*) Cultivars. *Int. J. Agric. Biol.*, 13: 1011-1015.
- NOROUZI, R., HEIDARI, S., ASGARI-SARCHESHMEH, M.A., SHAHI-GARAHLAR, A. (2013): Estimation of phenotypical and morphological differentiation among some selected persian walnut (*Juglans regia* L.) accessions. *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 4(9): 2438-2445.
- OSTOJIĆ, D., KRSTESKI, B., DINIĆ, A., PETKOVIĆ, A. (2019): Specificities of forest vegetation in “Đerdap” national park with special reference to the forests under the first-degree protection regime. *Šumarstvo*, 2019(3-4): 143-163. [In Serbian]
- POLJAK, I., IDŽOJTIĆ, M., ŠAPIĆ, I., VUKELIĆ, J., ZEBEC, M. (2014): Population variability of grey (*Alnus incana* /L./ Monch) and black alder (*A. glutinosa* /L./ Gaertn.) in the Mura and Drava region according to the leaf morphology. *Šumarski list*, 138(1-2): 7-16.
- DE RIGO, D., BOSCO, C., SAN-MIGUEL-AYANZ, J., HOUTON DURRANT, T., BARREDO, J. I., STRONA, G., CAUDULLO, G., DI LEO, M., BOCA, R. (2016): Forest resources in Europe: an integrated perspective on ecosystem services, disturbances and threats. In: *European Atlas of Forest Tree Species*. San-Miguel-Ayanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A. (Eds.), Publ. Off. EU, Luxembourg: e015b50
- ROSS-DAVIS A., Z., HUANG, J., MCKENNA, M., OSTRY, K., WOESTE (2008): Morphological and molecular methods to identify butternut (*Juglans cinerea*) and butternut hybrids: relevance to butternut conservation. *Tree Physiology*, 28:1127–1133.
- SHARMA, O.C., S.D., SHARMA (2001): Genetic divergence in seedling trees of Persian walnut (*Juglans regia* L.) for various metric nut and kernel characters in Himachal Pradesh. *Scientia Horticulturae*, 88(2): 163-171.

- SOROKOPUDOV, V.N., KUZNETSOVA, T.A., SHLAPAKOVA, S.N., NGUYEN, T.C. (2015): Morpho-anatomical and ecological features of the species of the genus *Juglans* L. in the conditions of Belgorod region. Theoretical & Applied Science, 23: 72-82.
- STOJNIĆ, S., ORLOVIĆ, S., TRUDIĆ, B., ŽIVKOVIĆ, U., VON WUEHLISCH, G., MILJKOVIĆ, D. (2015): Phenotypic plasticity of European beech (*Fagus sylvatica* L.) stomatal features under water deficit assessed in provenance trial. Dendrobiology, 73: 163-173.
- ŠARAC, Z., BOJOVIĆ, S., NIKOLIĆ, B., ZLATKOVIĆ, B., MARIN, P. (2014): Application of canonical discriminant analysis in differentiation of natural populations of *Pinus nigra* in Serbia based on terpene composition. Biologica Nyssana, 5 (1): 11-15.
- TIBCO SOFTWARE INC. (2020). Data Science Workbench, version 14. <http://tibco.com>.
- VASTAG, E., KOVACHEVIĆ, B., ORLOVIĆ, S., KESIĆ, L., BOJOVIĆ, M., STOJNIĆ, S. (2019): Leaf stomatal traits variation within and among fourteen European beech (*Fagus sylvatica* L.) provenances. Genetika, 51(3): 937-959.
- ZHOU, H., ZHAO, P., WOESTE, K., ZHANG, S. (2021): Gene flow among wild and cultivated common walnut (*Juglans regia*) trees in the Qinling Mountains revealed by microsatellite markers. Journal of Forestry Research, 32: 2189-2201.

SAŽETAK

Domaći orah (*Juglans regia* L.) jednodoma je dugovječna vrsta značajna ponajprije zbog svojih jestivih plodova i tvrdog visokokvalitetnog drveta, ali i zbog široke primjene u ozelenjavanju urbanih područja, kao i u agrošumarsrtvu i uslugama ekosustava. Proučavanje varijabilnosti je vrlo značajno za očuvanje vrste i temelj za daljnju selekciju, očuvanje i poboljšanje germplazme. U radu su prikazani rezultati analize anatomskih parametara listova u linijama polusrodnika *Juglans regia* koji potječu iz prirodnih sastojina u Đerdapskoj klisuri u Srbiji. Domaći orah smatra se autohtonom vrstom na ovome području, i zastupljen je u mnogim fitocenozama poli i oligodominantnog tipa. Na pet lokaliteta odabранo je 35 majčinskih stabala, a iz njihovog sjemena su tijekom tri vegetacijske sezone u rasadničkim uvjetima uzgajane linije polusrodnika, označene prema brojevima majčinskih stabala od R1-R35. Ispitano je dvadeset izmjernih i izvedenih parametara koji opisuju svojstva puči i poprečnog presjeka letka. Prema analizi varijacije poduzorka, varijacija većine osobina koje opisuju svojstva puči značajno je ovisila o učinku linija polusrodnika. Učinak varijacije biljaka unutar linija polusrodnika bio je značajan za sva ispitivana svojstva puči. Međutim, uz svojstva poprečnog presjeka plojke, učinak varijacije biljaka unutar linija polusrodnika bio je značajan samo za debljinu spužvastog tkiva (SL). Diskriminantni model sa sedam selektiranih svojstava ostvario je 60,5 % ispravne alokacije, dok je model sa svih 20 ispitanih svojstava postigao 81,6 % ispravne alokacije biljaka u odgovarajuće linije polusrodnika. Prema rezultatima kanoničke i stupnjevite diskriminantne analize, svojstva s najjačom snagom diskriminacije bili su omjer širine aperture puči/duljinu aperture puči (Wb/La) i omjera duljine aperture puči/duljine stanice zatvaračice (La/LA). Klasterska analiza je pokazala da se linije polusrodnika grupiraju u 5 klastera, među kojima dominiraju prvi (koji potječu uglavnom od majčinskih stabala na lokalitetima Štrbac i Zlatica) i drugi (koji potječu uglavnom od majčinskih stabala na lokalitetima Porečke šume i Bojana). Prikazani rezultati snažno podupiru primjenu parametara puči i poprečnog presjeka plojke u budućim studijama varijabilnosti *Juglans regia*.

KLJUČNE RIJEČI: varijabilnost, anatomski parametri, polusrodnici, *Juglans regia*

COST-EFFECTIVENESS ANALYSIS OF HARVESTER JOHN DEERE 1470D ECO III IN POPLAR (*POPULUS × CANADENSIS*) PLANTATIONS – CASE STUDY

ANALIZA ISPLATIVOSTI HARVESTERA JOHN DEERE 1470D ECO III U NASADIMA TOPOLA (*POPULUS × CANADENSIS*) – STUDIJA SLUČAJA

M. DANILOVIĆ¹, Lj. NESTOROVSKI², S. ANTONIĆ¹, V. PUĐA¹, V. ĆIROVIĆ¹

SUMMARY

In the last few years, harvesters have been increasingly used in stands of deciduous tree species. The use of harvesters in Serbia began in 2008 with John Deere 1470D Eco III and it was used for felling trees and production of wood assortments in poplar plantations in the lowland area. The aim of this paper is to determine maximum profit by engaging a harvester in the given conditions, as well as to determine the total costs of the asset. Harvester achieved a total of 18,392 machine hours (MH), with an average of 1,415 hours per year. The average fuel consumption during the entire period was 16.3 l/h, or 0.76 l/m³. The highest cost of spare parts was in the 6th year (around 66,000 euros) and in the 12th year (around 82,000 euros). The total cost of spare parts and services was 656,878 euros. Based on the planning that the number of work days per year is 200, an amortization period of 7 years is obtained (the point of intersection of current and average profit growth). Results of this research indicate that harvesters older than 7 years should be replaced with new machines, due to high maintenance costs. However, these are only initial researches, which will be continued with data on several harvesters that have been procured in the meantime.

KEY WORDS: harvester, poplar plantations, costs, productivity, amortization

INTRODUCTION UVOD

The use of harvesters for felling trees and production of wood assortments has especially intensified in the last 20 years, throughout Europe. For example, in Finland, mechanized felling accounted for 98% of total felling of 50.8 million m³ in 2006 (Finnish Forest Research Institute, 2006), in Germany about 50% (Hartsch et al. 2021), and is

constantly increasing, as application of harvester contributes to profit (Kováč et al. 2013).

Compared to chainsaws, which are the forerunners of mechanized felling of trees and production of wood assortments, harvesters are characterized by a large initial investment, but also incomparably higher maintenance costs. On the other hand, the efficiency of harvesters can hardly be compared to the efficiency of chainsaws. In addition, the ergonomic characteristics of the harvester are such

¹ Dr. Milorad Danilović, full professor, MSc Slavica Antonić, professional associate, MSc Vladimir Ćirović, teaching assistant, MSc Vladimir Puđa, professional associate, Faculty of Forestry, University of Belgrade, Kneza Višeslava 1, 11 000 Belgrade, Serbia

² Dr Ljupčo Nestorovski, full professor, Faculty of Forest Sciences, Landscape Architecture and Environmental Engineering, Ss. Cyril and Methodius University in Skopje, Boulevard Goce Delchev 9, 1000 Skopje, North Macedonia

that there are almost no negative effects on the operator. Mechanized logging also has distinct advantages in terms of simplified logistics, increased safety at work (Bell 2002) and environmental protection (Abbas et al. 2018; Marchi et al. 2018).

Disadvantages of harvesters are monotony in work, which can lead to decreased concentration, while the complexity of some tasks can cause mental fatigue and psychological stress (Szewczyk et al. 2021). Additionally, damage to the assortments can be caused by rollers on the harvester head (Karaszewski et al. 2016).

Although the original purpose of the harvester was to cut trees and produce wood assortments in coniferous stands, harvesters are also widely used in broadleaf stands. Slugen et al. 2014 investigated the effect of harvester in beech and oak stands. They came to the result that the productivity of harvester in beech stand, for an average tree volume of 0.22 m³ is 4.98 m³/h, and 5.35 m³/h in oak stand for an average tree volume of 0.18 m³. Research results by Pandur et al. 2018 indicate a high EROI of mechanized thinning in broadleaf stands. Although highly mechanized harvesting machines were used, that in relation to mechanization used in semi-mechanized harvesting system have much higher fuel consumption per PMH and generally require higher energy input in the system, their high productivity offsets the energy balance towards quite positive levels. Danilović 2011 investigated the harvester engaged by "Vojvodinašume" Public Company in 2008 and proved it to be an effective mean of work in poplar plantations.

The typical obstacles for harvester in broadleaf stands are mainly large tree sizes, bends and forks in the trunks and large branches. For these reasons, it is difficult to obtain specific log lengths according to the settings in the harvester on-board computer (Mederski et al. 2018). The problems that may occur in the research area are flooding, high demand for wood and a relatively short cutting period. Since the purchase of the harvester in 2008, the harvester has cut cca 1/3 to 1/2 of the annual allowable cut, with a minimum in the first year (13%) and a maximum in the eighth year (cca 80% of the annual allowable cut of poplar). Therefore, every day when the machine does not work represents a double loss - the cost of the eventual malfunction and the monetary loss due to the machine inoperability. In the case study of Ghaffariyan 2015 the average utilisation rate for a harvester-processor was 77.3% while for the forwarder the utilisation averaged at 81.1%. The long-term machine utilization rates can be applied by the operation management to control the current level of machine utilization and to calculate the machine hourly cost accurately to obtain unit harvesting costs. To verify the real impact of operational factors on the long-term machine performance, more detailed machine utilization case studies com-

bined with machine productivity records will be required. Also, according to Kováč et al. 2013, the reliability of the machine decreases over time.

The aim of this paper is to determine maximum profit based on available data by engaging a harvester in the given conditions. The goal of this paper is to determine the maintenance costs and the total operating costs of the harvester in a poplar plantation.

MATERIAL, METHOD AND OBJECT OF RESEARCH

MATERIJAL, METODE I OBJEKAT ISTRAŽIVANJA

This study analysed the operation of the John Deere 1470D Eco III harvester from the time of purchase (2008) to the end of its use (2020 - 13 years in total). This harvester was engaged in poplar plantations within the area of "Vojvodinašume" Public Company (Table 1).

Harvester worked the whole time in 25-30 years old poplar plantations, performing clear-cuts, where the average diameter-at-breast-height was cca 50 cm. Considering that the harvester worked on the territory of the entire autonomous province of Vojvodina, the average tree volume per area was in a relatively large interval of 200-600 m³/ha.

Data on the productivity as well as fuel and oil consumption were obtained from the department of Forest Utilization within the "Vojvodinašume" Public Company. Data on productivity were collected from daily work accounts. Fuel

Table 1. Harvester John Deere 1470D Eco III specifications

Tablica 1. Specifikacije harvesterja John Deere 1470D Eco III

Operating weight / Radna masa	19,700 kg
Crane manufacturer / Proizvođač hidraulične dizalice	John Deere
Crane type / Tip hidraulične dizalice	210 H
Harvester head / Harvesterška glava	Manufacturer / Proizvođač John Deere Type / Tip 758 HD Max. cut diameter / Maks. promjer rezanja 72 cm
Engine / Motor	John Deere 6090HTJ
Number of cylinders / Broj cilindara	6
Engine power / Snaga motora	180 kW
Max. torque / Maks. zakretni moment	1250 Nm / 1400 rpm
Fuel tank capacity / Kapacitet rezervoara za gorivo	480 l
Speed / Brzina	0-22 km/h
Number of wheels / Broj kotača	6
Max. Reach horizontal / Maks. horizontalni doseg	8,6-11,0 m
Transport length / Transportna duljina	11.85 m
Transport width / Transportna širina	3 m
Transport height / Transportna visina	3.95 m

and oil consumption were gathered on the basis of signed dispatch notes on filling up energy sources at petrol stations. Harvester repair and maintenance costs were collected.

The data were systematized in tables in Microsoft Excel software program and as such were used for further analysis.

RESULTS

REZULTATI

The number of hours during which the harvester worked ranged from a minimum of 530 MH/year in the eleventh year to a maximum of 2,166 MH/year in the eighth year (Figure 1). In the eighth year, the harvester cut about 80% of the total poplar annual allowable cut of the entire forest holding. After the maximum was reached, that number was

declining in the last year of use (13th year), when 911 hours of work were realized. Harvester achieved a total of 18,392 machine hours, with an average of 1,415 hours per year.

Productivity achieved by the harvester during the years is shown in Figure 2. The maximum productivity was achieved in the eighth year (almost 55,000 m³/year), after which it was declining. The minimum productivity was achieved in the first and last year of harvester engagement (about 10,000 m³/year), while the average annual productivity was 30,370 m³/year. The total wood volume cut by the harvester for 13 years of use is slightly less than 395,000 m³. After this period, the harvester was removed from company inventory. The linear dependence of the annual productivity on the number of realized machine hours per year is presented by

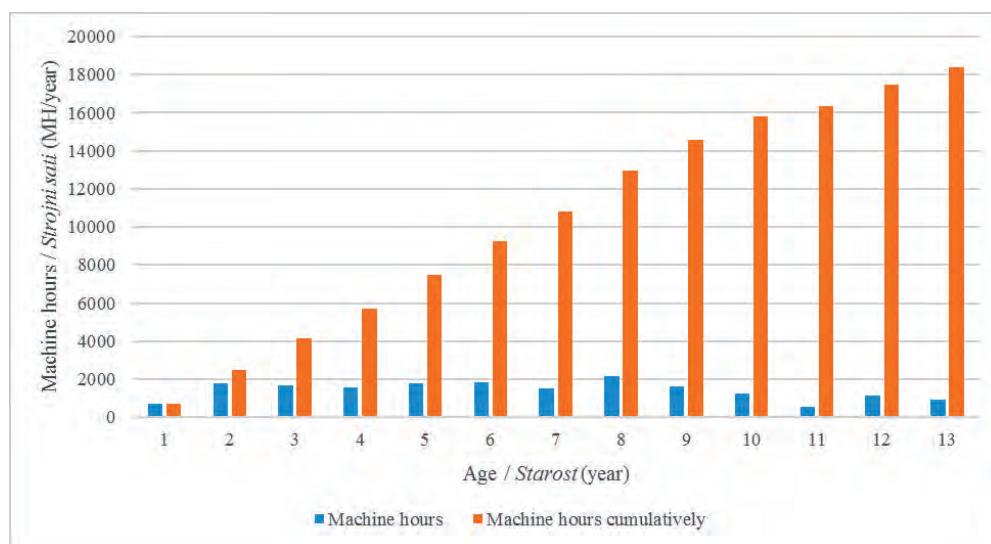


Figure 1. Machine hours of harvester during the years

Slika 1. Strojni sati harvestera tijekom godina

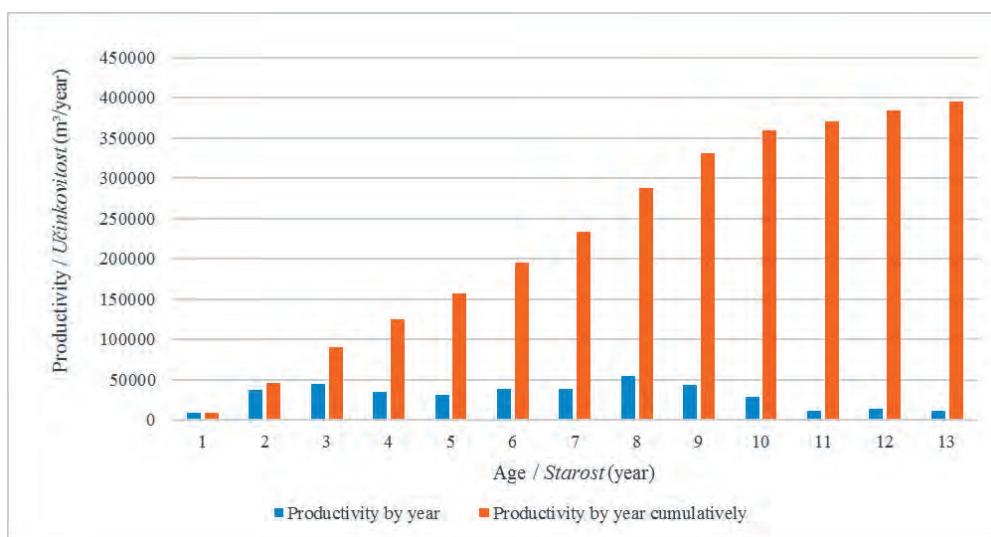


Figure 2. Productivity of harvester during the years

Slika 2. Produktivnost harvestera tijekom godina

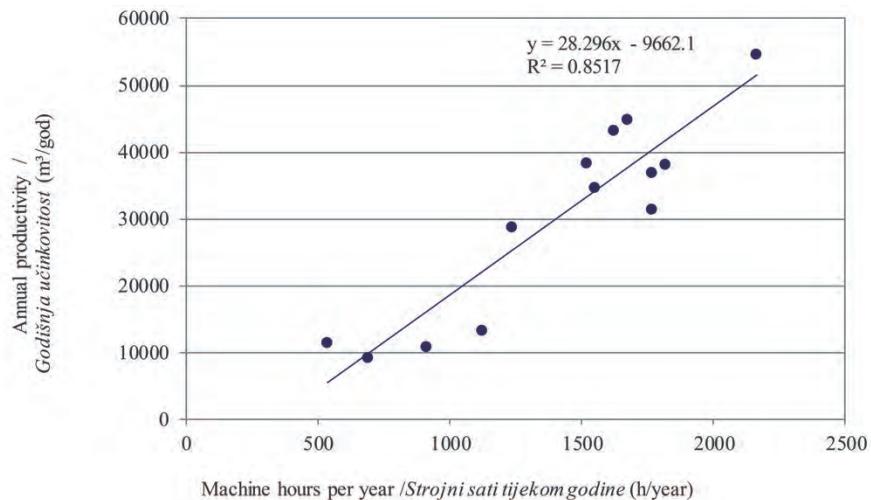


Figure 3. Dependence of annual productivity on number of realized machine hours per year

Slika 3. Ovisnost godišnje produktivnosti o broju strojnih sati ostvarenih tijekom godine

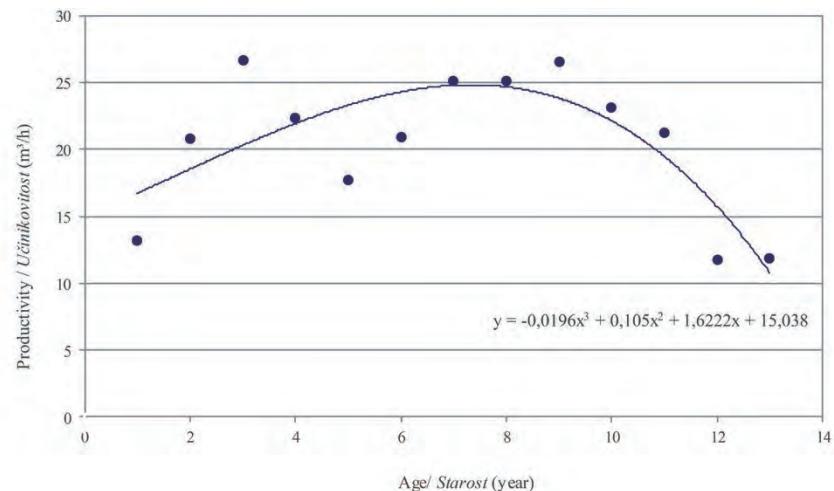


Figure 4. Dependence of productivity per hour on harvester age

Slika 4. Ovisnost produktivnosti po satu o starosti harvestera

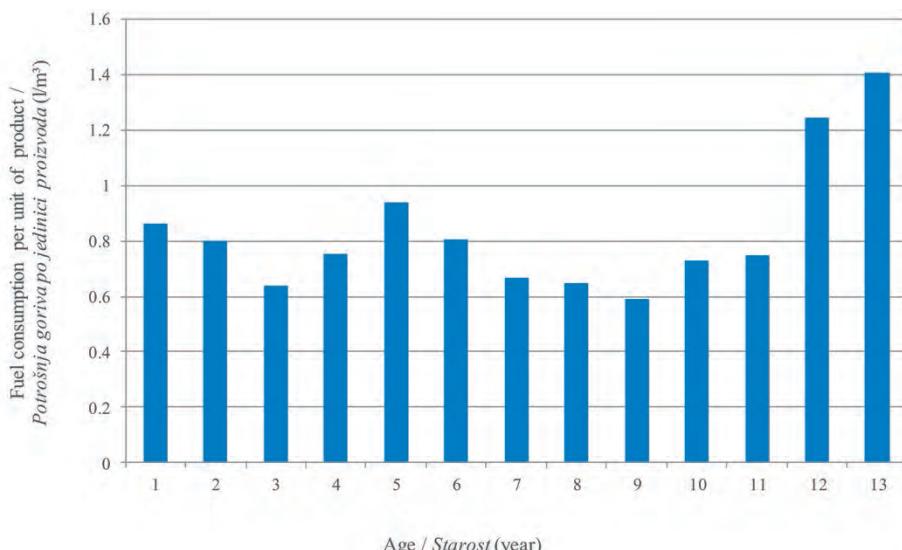
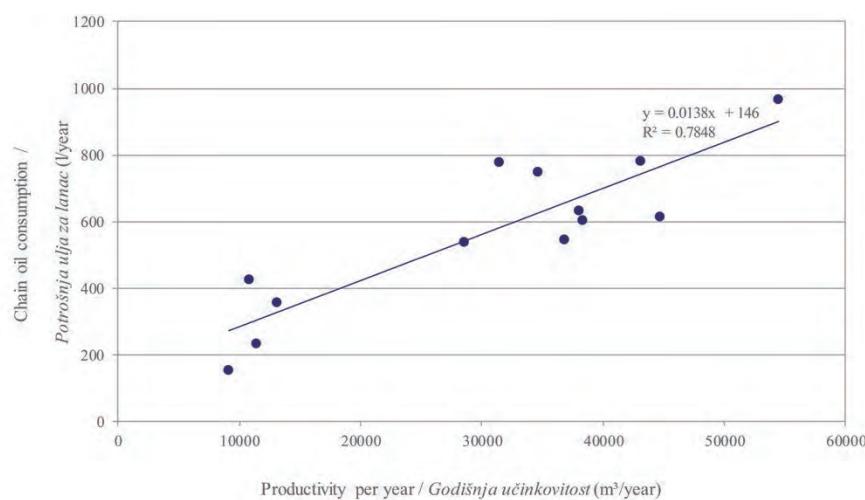


Figure 5. Dependence of fuel consumption per unit of product (l/m³) on harvester age

Slika 5: Ovisnost potrošnje goriva po jedinici proizvoda (l/m³) o starosti harvestera

**Figure 6.** Dependence of chain oil consumption on productivity

Slika 6: Ovisnost potrošnje ulja za lanac o produktivnosti

the function $y = 28.296x - 9662.1$, where y is the achieved productivity, and x is the number of harvester machine hours per year.

The dependence of productivity per hour on harvester age is shown in Figure 4. This function shows that by the age of 7 the productivity was increasing, after which its productivity stagnated in the next year and then decreasing after the 8th year, reaching its minimum at the age of 13.

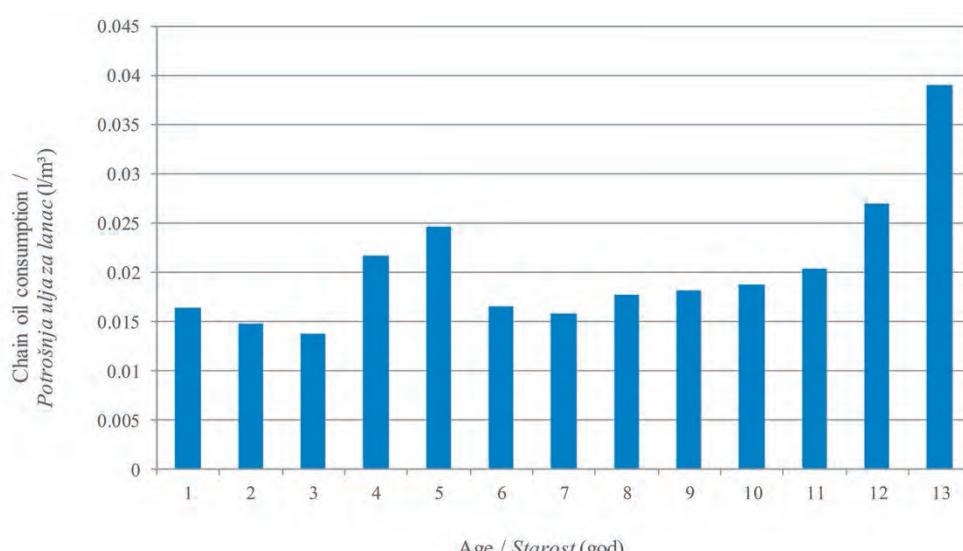
Fuel consumption per unit of product is shown in Figure 5. The obtained results show that fuel consumption was decreasing in the first three years, then increasing until the 5th year of harvester's age, after which it begins to decline, and then increased significantly after the age of 11.

Average fuel consumption during the entire period of use was 16.3 l/h, or 0.76 l/m³.

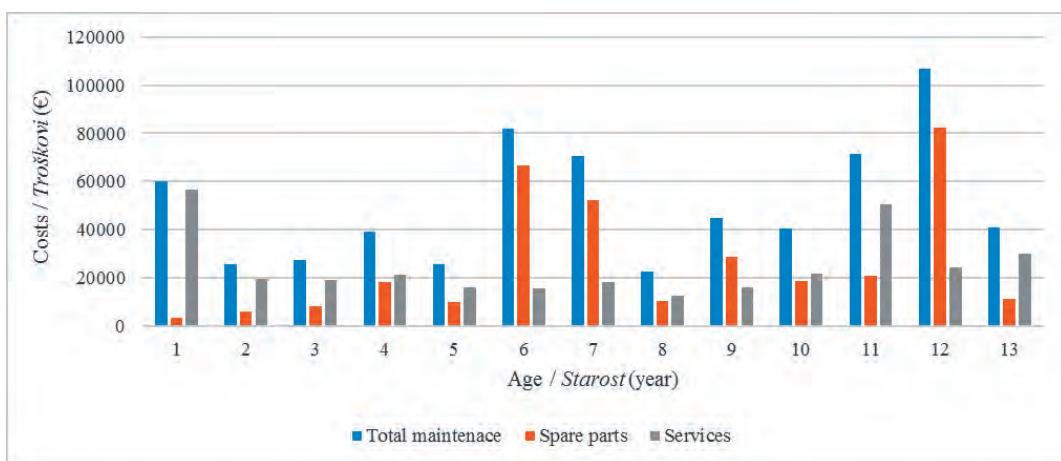
Harvester chain oil consumption as function of productivity is shown in Figure 6. Chain oil consumption increased linearly with increasing annual productivity, which is shown by the linear function $y = 0.0138x + 146$, where y is chain oil consumption and x is the harvester annual productivity.

Similar to fuel consumption per unit of product, chain oil consumption was decreasing in the first three years, then increased in the fourth and fifth year, and decreased again in the sixth year and thereafter was slowly increasing until the age of 12. There was also a significant increase of chain oil consumption in the 13th year of harvester's age (Figure 7).

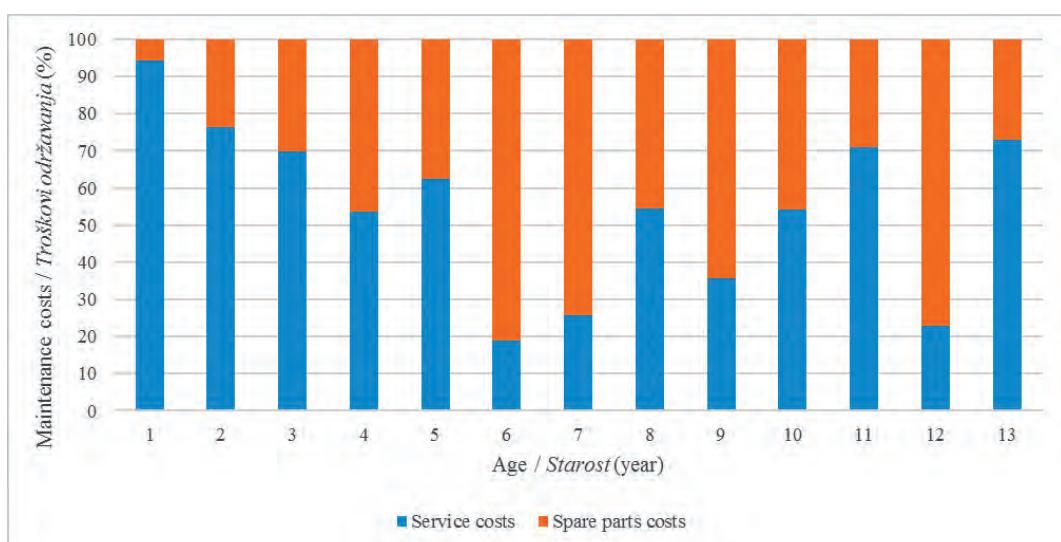
The maintenance costs of the harvester by year and cumulatively are shown in Figure 8. The highest cost of spare parts were in the 6th year (around 66,000 euros) and in the

**Figure 7.** Dependence of chain oil consumption on harvester age

Slika 7: Ovisnost potrošnje ulja za lanac o starosti harvestera

**Figure 8.** Maintenance costs of harvester during engagement

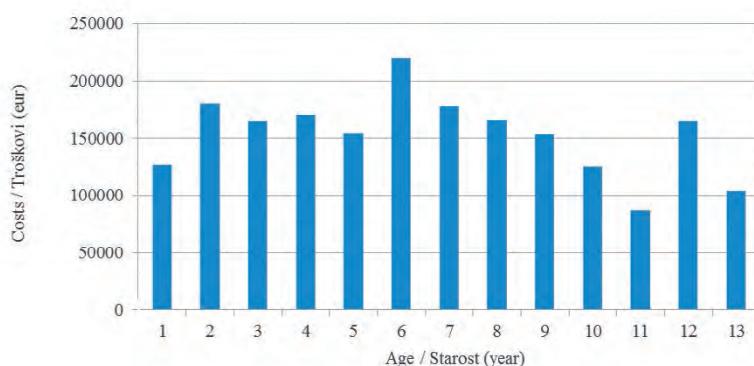
Slika 8. Troškovi održavanja harvestera tijekom rada

**Figure 9.** The share of service and spare part costs in total maintenance costs

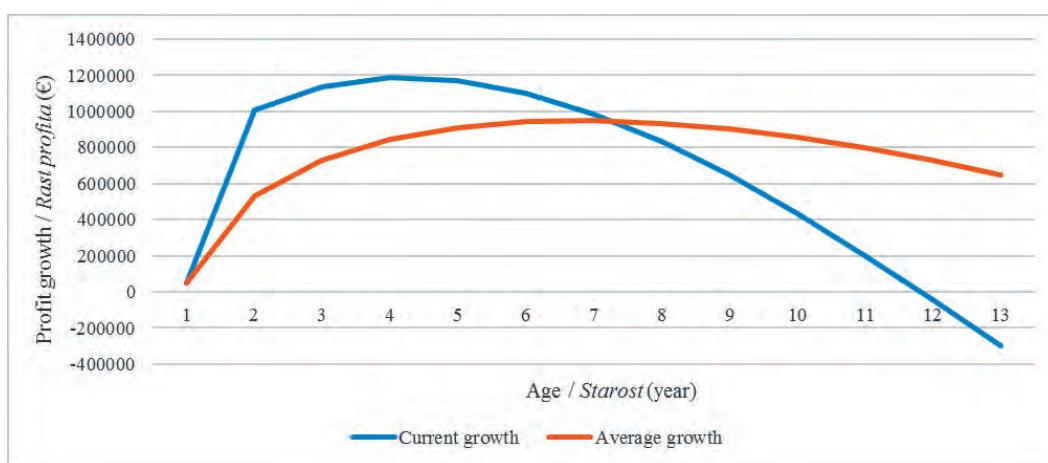
Slika 9. Udio troškova servisa i rezervnih dijelova u ukupnim troškovima održavanja

12th year of harvester's age (around 82,000 euros). The total cost of spare parts during 13 years, as long as the harvester was engaged, was 656,878 euros.

The share of service and spare part costs in total maintenance costs was changing during the years (Figure 9). Service costs mainly prevailed in the total maintenance costs,

**Figure 10.** Annual costs of harvester engagement

Slika 10. Godišnji troškovi harvestera tijekom godina

**Figure 11.** Profit growth

Slika 11. Rast dobiti

especially in the first years (up to the age of 6). However, in the 6th and 12th year, in addition to the costs of regular maintenance, there were also complementary spare part costs (replacement of the harvester head due to damage caused by delimiting). Average cost of the harvester repair was 17.2 € per machine hour.

The total annual costs of harvester ranged from a minimum of about 87,000 €/year, to maximum of about 220,000 €/year. An average annual cost was about 153,000 €/year (Figure 10).

The total costs, observed cumulatively for 13 years of harvester engagement, amounted to about 2,000,000 euros.

The increase in profit, if all wood volume was cut down by the harvester is shown in Figure 11. It can be observed that the current growth of profit had its maximum in the 4th year followed by a decline and in the 7th year it intersected ave-

rage growth line. These values were obtained by replacing the amortization expense for the part of the elapsed period with the total value of the amortization. This way the total expenditures for different lifespans were simulated. Revenue was obtained on the basis of performance and an average price of 41.5 €/m³. The value of profit is the difference between income and expenses, which is discounted at a discount rate of 4%.

Based on the above assumptions, and the number of 200 working days per year, an amortization period of 7 years was obtained (the point of intersection of current and average profit growth). According to the data on the number of realized machine hours, at the end of the 7th year of the harvester engagement, slightly less than 11,000 machine hours were realized (calculated value of machine life was 12,800 machine hours).

Table 2. Indicators of cost-effectiveness of engaging harvester in poplar plantations

Tablica 2. Pokazatelji isplativosti angažiranja kombajna u nasadima topola

Harvester age / Starost harvadera (year)	Total cumulative expenditure / Ukupni troškovi kumulativno (€)	Total cumulative income / Ukupni prihodi kumulativno (€)	Total cumulative profit / Ukupna dobit kumulativno (€)	Discounted profit / Diskontirana dobit (€)	Current growth of discounted profit / Tekući rast diskontovane dobiti (€)	Average growth in discounted profit / Prosječni rast diskontirane dobiti (€)
1	174,543	1,111,931	937,389	899,893	899,893	899,893
2	346,012	2,343,375	1,997,363	1,840,770	940,877	920,385
3	514,408	3,692,654	3,178,246	2,811,909	971,139	937,303
4	679,730	5,150,283	4,470,553	3,797,049	985,139	949,262
5	841,979	6,698,967	5,856,987	4,775,628	978,579	955,126
6	1,001,155	8,313,602	7,312,447	5,723,875	948,247	953,979
7	1,157,258	9,961,278	8,804,020	6,615,759	891,884	945,108
8	1,310,287	11,601,273	10,290,986	7,423,810	808,051	927,976
9	1,460,242	13,185,058	11,724,816	8,119,833	696,023	902,204
10	1,607,125	14,656,296	13,049,171	8,675,515	555,682	867,551
11	1,750,934	15,950,840	14,199,907	9,062,939	387,424	823,904
12	1,891,670	16,996,736	15,105,066	9,255,022	192,083	771,252
13	2,029,332	17,714,219	15,684,887	9,225,872	-29,149	709,682

Table 2 shows the cost-effectiveness indicators of harvesting in poplar plantations (revenues, expenditures and profits). At the end of the usage period, the discounted profit was 9,225,872 €. However, as can be noticed from the table, the average profit growth reached its maximum (945,108 €), and then declined. That information could tell us that after the age of 7, we should sell the harvester and buy a new one. However, since this is only a case study and the research will be continued.

DISCUSSION RASPRAVA

The total wood volume cut by the harvester during 13 years of engagement is slightly less than 400,000 m³. The productivity of the harvester was directly related to the number of realized machine hours ($R^2 = 0.997$).

In the 13 years harvester achieved about 18,000 machine hours. The recommended number of machine hours in manufacturer's brochure was 12,800, so the harvester realized about 50% more machine hours. In this study harvester achieved an average of 1,414 machine hours per year, while according to the study of Magagnotti et al. (2017) the number of hours achieved in various European countries in the period between 2000 and 2017 ranged from 1,184 to 2,042 hours per year. Holzleitner et al. (2011) found that the highest annual engagement of harvesters was 3,120 machine hours and this was recorded in a multi-shift working operations in the rehabilitation of windbreaks in Sweden. The same study concluded that the average working time of harvesters in Austria is in one shift and 1,650 machine hours per year.

Fuel consumption of the harvester was relatively uniform by the age of 9, and then began to grow exponentially, reaching its maximum at the age of 13, with average of 16,3 l/h, or 0.76 l/m³. In the study by Lijewski et. al., 2013 harvester consumption in pine culture was 0.80 l/m³, while Väätäinen et al. (2006) found that harvester fuel consumption was about 12.79 l/h. The situation is similar with chain oil consumption - relatively uniform consumption was recorded until the age of 10, and then a sharp increase in consumption, with a maximum in the last year. This could be explained by the fact that the amortization life of the machine expired at the age of 8 (a total of 12,965 machine hours have been achieved up to this year) and that due to machine wear and tear there is an increase in fuel and oil consumption.

The total costs of the harvester engagement during the 13 years amounted to about 2,000,000 euros. When these costs are divided by the total amount of wood volume felled by the harvester (about 400,000 m³), a unit cost of about 5 €/m³ is obtained. If we compare these unit costs with the costs of conventional felling, where the average value is about 3.5

€/m³, we come to the conclusion that this way of cutting is about 50% more expensive than the manual way. However, if other aspects are taken into account (productivity, ergonomics and safety at work), then this way of cutting trees and production of wood assortments can be considered very efficient.

When the aspect of profit is taken into account, it was found that it reached its maximum in the 7th year, after which it was decreasing. At the end of the 7th year of the harvester's engagement, 10,799 machine hours were realized. Given that the recommended work life of the machine was 12,800 machine hours, it can be considered that the machine reached its maximum at about 85% of the recommended number of machine hours.

There is no any statistical dependence in value of maintenance costs during the years. The same conclusion was reached by Spinelli and Visser (2008), who found that repair costs have a large variability between machine types and cumulative machine hours. In this study, the maximum values of maintenance costs were achieved at 6 and 12 years of age, due to replacement of the harvester head caused by damage during delimiting. A total of about 300,000 euros were spent on maintenance costs. According to Holzleitner et al. (2011) the average cost of harvester repair was 20.2 € per machine hour, as oppose to 17.2 € per machine hour gained in this study.

Based on many years of monitoring the costs of larger (129 kW) and smaller (86 kW) harvesters in pine, larch and spruce plantations, it was found that engine power does not affect operating costs in the power class between 70-140 kW (Dvořák et al. 2019). Authors conclude that labour costs had the largest share in total direct costs and typically ranged between 16 and 30% of total costs. Väätäinen et al. (2006) found that maintenance costs accounted for 5.3% of total costs, as oppose to 15% gained in this study.

Total costs depend on the costs of labour, materials and services, as well as the legislation in a particular country (Dvořák et al. 2020).

CONCLUSIONS ZAKLJUČCI

Based on the available data, it was determined that the maximum profit due to engaging harvester for cutting trees in poplar plantations is achieved at about 85% of the total number of machine's machine hours recommended by the manufacturer (in this case it was in the 7th year). The research showed that after the 7th year the profit was declining, and reached its minimum in the last year of engagement. Maintenance costs had their maximums in the 6th and 12th year due to major malfunctions which led to the replacement of the harvester head.

The maximum productivity was achieved in the 8th year of harvester's age. After this period, in the 9th year, a sudden increase in fuel and chain oil consumption occurred and this trend continued until the end of the engagement. This most likely occurred as a result of the machine wear and tear thus reaching its maximum cost-effective use.

Although the unit costs of the used harvester were 50% higher than the unit costs of motor-manual cutting trees by chainsaws, fully mechanised harvesting had other benefits, primarily reflected in work safety and incomparably less physical load of workers. Consequently, several more harvesters were bought procured in this company, and their number is constantly increasing.

REFERENCES LITERATURA

- Bell, J.L., 2002: Changes in logging injury rates associated with use of feller-bunchers in West Virginia. *Journal of Safety Research*, 33: 463–471.
- Danilović, M., Tomašević, I., Gačić, D., 2011: Efficiency of John Deere 1470D ECO III Harvester in Poplar Plantations. *Croatian journal of forest engineering* 32(2):533-549.
- Dvorak, J., Chytry M., Natov, P. Jankovsky M., Beljan, K., 2019: Long-term Cost Analysis of Mid-performance Harvesters in Czech Conditions. *Austrian Journal Of Forest Science* 136 (4), 351-372.
- Fernandes, HC, Burla, ER, Leite, ES, Minette, LJ, 2013: Technical and economic evaluation of a harvester under different terrain and forest productivity conditions. *Scientia Forestalis*; 41(97): 145-151.
- Finnish Statistical Yearbook of Forestry 2006: SVT Agriculture, forestry and fishery 2006. 438 p.
- Ghaffariany, M.R., Evaluating the machine utilisation rate of harvester and forwarder using on-board computers in Southern Tasmania (Australia). *Journal of Forest Science* 61 (7), 277-281
- Holzleitner, F., Stampfer, K., Visser, R., 2011: Utilization rates and cost factors in timber harvesting based on long-term machine data. *Croat J For Eng.* 32:501–508.
- Karaszewski, Z., Łacka, A., Mederski, P. S., Noskowiak, A., Bembenek, M., 2016: Damage caused by harvester head feed rollers to alder, pine and spruce. *Drewno*, Vol. 59, No. 197: 77-88.
- Kováč, J., Krilek, J., Dvořák, J., Natov, P., 2013: Research on reliability of forest harvester operation used in the company Lesy Slovenskej Republiky. *J. For. Sci.*, 59, 169–175.
- Kováč, J., Krilek, J., Dvořák, J., & Natov, P., 2018: Research on reliability of forest harvester operation used in the company Lesy Slovenskej Republiky. *Journal of forest science*, 59, 169-175.
- Lijewski, P., Merkisz, J., Fuć, P., 2013: Research of exhaust emissions from harvester diesel engine with the use of portable emission measurement system. *Croat J For Eng* 34(1):113–122.
- Lijewski, P., Merkisz, J., Fuć, P., Ziolkowski, A., Rymaniak, L., Kusiak, W., 2016: Fuel consumption and exhaust emissions in the process of mechanized timber extraction and transport. *European Journal of Forest Research* 136, 153–160.
- Magagnotti, N., Pari, L., & Spinelli, R., 2017: Use, Utilization, Productivity and Fuel Consumption of Purpose-Built and Excavator-Based Harvesters and Processors in Italy. *Forests*, 8, 485.
- Mederski, P.S., Bembenek, M., Karaszewski, Z., Pilarek, Z., Lacka, A. 2018: Investigation of Log Length Accuracy and Harvester Efficiency in Processing of Oak Trees. *Croatian journal of forest engineering* 39(2): 173-181.
- Slugen, J., Peňaško, P., Messingerova, V., Jankovsky, M. 2014: Productivity of a John Deere Harvester Unit in Deciduous Stands. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 62(1): 231-238.
- Spinelli, R., Visser, R., 2008: Analyzing and Estimating Delays in Harvester Operations. *International Journal of Forest Engineering* 19(1): 35–40.
- Szewczyk, G., Spinelli, R., Magagnotti, N., Mitka, B., Tylek, P., Kulak, D., Adamski, K., 2021: Perception of the Harvester Operator's Working Environment in Windthrow Stands. *Forests*. 12(2):168.
- Pandur, Z., Đuka, A., Papa I., Bačić, M., Janeš, D., Vusić, D. 2018: Energy efficiency of mechanized thinning in broadleaf stand. Conference proceedings: Natural resources, green technology & sustainable.
- Väätäinen, K., Asikainen, A., Sikanen, L., Ala-Fossi, A., 2006: The cost effect of forest machine relocations on logging costs in Finland. *Forestry studies/Metsanduslikund Uurimused* 45: 135–141.

SAŽETAK

Posljednjih nekoliko godina harvesteri se sve više koriste u sastojinama listopadnih vrsta drveća. Korištenje harvesteru u Srbiji počelo je 2008. godine sa John Deere 1470D Eco III i služio je za sječu stabala i proizvodnju drvnih sortimenata u nasadima topola u nizinskom području. Cilj ovoga rada je odrediti maksimalnu dobit angažiranjem harvesteru u zadanim uvjetima, kao i utvrditi ukupne troškove sredstava. Harvester je postigao ukupno 18,392 strojna sata (MH), s prosjekom od 1,415 sati godišnje. Prosječna potrošnja goriva tijekom cijelog razdoblja iznosila je 16.3 l/h, odnosno 0.76 l/m³. Najveći trošak rezervnih dijelova bio je u 6. godini (oko 66,000 eura) i u 12. godini (oko 82,000 eura). Ukupni troškovi rezervnih dijelova i usluga bili su 656,878 eura. Na temelju planiranja da je broj radnih dana u godini 200, dobiva se razdoblje amortizacije od 7 godina (točka presjeka tekućeg i prosječnog rasta dobiti). Ova informacija nam govori da bismo nakon 7. godine trebali harvester prodati i kupiti novi. No, ovo su samo početna istraživanja, koja će se nastaviti s podacima o nekoliko harvesteru, koji su u međuvremenu nabavljeni.

KLJUČNE RIJEČI: harvester, nasadi topola, troškovi, učinkovitost, amortizacija



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

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

Članovi Komore:

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

Stručni poslovi (Zakon o HKIŠDT, članak 1):

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

Javne ovlasti Komore:

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

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

Ostali poslovi koje obavlja Komora:

- promiče razvoj struke i skrbi o stručnom usavršavanju članova,
- potiče donošenje propisa kojima se utvrđuju javne ovlasti Komore u skladu s kriterijima europske i svjetske prakse,
- zastupa 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 posizvanje ciljeva ravnopravnog i jednakovrijednoga zastupanja struka udruženih u Komoru, članovi Komore organizirani su u strukovne razrede:

- Razred inženjera šumarstva,
- Razred inženjera drvne tehnologije.

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

POPULATION VARIABILITY OF COMMON HORNBEAM (*Carpinus Betulus L.*) IN NORTH-EASTERN PART OF TURKEY ACCORDING TO THE INVOLUCRE MORPHOLOGY

POPULACIJSKA VARIJABILNOST OBIČNOGA GRABA
(*Carpinus Betulus L.*) U SJEVEROISTOČNOM DIJELU TURSKE
PREMA MORFOLOŠKIM OBILJEŽJIMA OVOJA

Fahrettin ATAR*

SUMMARY

The objective of this study was to investigate involucrum morphological variability of common hornbeam (*Carpinus betulus L.*, Betulaceae) populations in Turkey. In total, 12 natural populations of common hornbeam located in four different watersheds of the Eastern Black Sea Region were sampled from three different altitude zones up to 1200 m a.s.l. Involucres have been examined biometrically by analyzing 13 morphological characteristics. High phenotypic variability was determined both among and within the studied populations. Furthermore, grouping of populations according to the eco-geographic principle was revealed. Variation in most of involucrum characteristics from the Camlihemşin, Çaykara and Trabzon-Maçka watersheds appeared to be related mostly to altitude. The trees in the higher elevations were characterized with the smaller involucres than those in the lower elevations. However, this trend has not been observed in the populations from the Giresun-Espiye watershed. Moreover, trees from that region at lower altitude had the smallest involucres. Overall, our results confirm the Eastern Black sea region as one of the hot spots of biodiversity and that the involucrum morphological variability is the result of the complex evolutionary process related to the adaptation and plasticity.

KEY WORDS: common hornbeam, morphology, altitude, variation, population

1. INTRODUCTION

1. UVOD

The hornbeam (*Carpinus L.*, Betulaceae) genus comprises about 40 species that are native to the temperate regions of Northern Hemisphere (Hillier, 1991; Suszka et al., 1996; Li and Skvortsov, 1999). In Turkish flora two species from this genus can be found: *Carpinus betulus L.* (common hornbeam) and *Carpinus orientalis Mill.* (Oriental hornbeam). In Turkey, common hornbeam is distributed in the Marmara and Black Sea Region, and sporadically in the Ama-

nos Mountains (Yaltırık, 1982; Anşin and Özkan, 2006). Usually in these areas common hornbeam forests can be found on the north facing slopes and riverbeds from the sea level up to 1200-1300 m a.s.l.

It is well known that the abiotic and biotic factors in heterogeneous habitats can have strong influences on plants' adaptation (Miner et al., 2005; Matesanz et al., 2010). Consequently, plant morphological characteristics depend on spatial or temporal changes of environmental variables (Shen et al., 2008; Herrera and Bazaga, 2013). However,

* Corresponding author: Department of Forest Engineering, Karadeniz Technical University, 61080, Trabzon, Turkey, Tel: +90 (462) 377 4228, Fax: +90 (462) 325 7499, e-mail: fatar@ktu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-4594-8148>

constraints related to these variables may not only influence plants' morphology, but anatomical and physiological characteristics as well (Gianoli and Valladares, 2010; Nascimbene and Marini, 2015). Ecological conditions such as atmospheric pressure, clear-sky turbidity, temperature, hours of sunshine, wind, season length, precipitation and soil change accompany altitudinal changes to which plant populations adapt (Austrheim, 2002; Wang et al., 2003; Körner, 2007). Thus, altitude can significantly influence plant morphology and physiology (Cordell et al., 1998; Gönüz and Özgörücü, 1999; Körner, 1999; Özbucak et al., 2013). For instance, adaptation to local environmental conditions in the higher elevations can result in a lower growth rate and smaller leaf morphotypes which increase the species' competitive ability and long-term success (Poljak et al., 2018). This is the result of plant adaptation to factors such as water and nutrient deficiency, high light and UV radiation, large temperature variations, and so on (Vitousek, 1982).

Diverse results in plant morphometric studies have been revealed (Alcántara-Ayala et al., 2020; Adamidis et al., 2021). The changes of factors such as soil depth, slope, relative humidity, precipitation, temperature, and light can have major impact on morphological variability. Forest trees usually adapt to environmental conditions at multiple scales (Savolainen et al., 2007), and the phenotype of a single tree is affected by genotype, environment and interactions between them (Falconer and Mackay, 1996). In other words, the evolutionary response of a phenotype to selection depends on genetic control, heritability and differential fitness of different morphotypes in different environmental conditions (Price, 1970). Furthermore, morphological characteristics can vary significantly within the same tree, especially in cases of large trees (Viscosi et al., 2012; Hagemeyer and Leuschner, 2019). In addition, the type of management (Poljak et al., 2022), habitat and soil acidity (Poljak

et al., 2012), and type of forest community can affect morphological variability as well (Adamidis et al., 2021).

Studies on the relationship between altitude and plant morphology are extremely beneficial for ecological researchers, and morphological knowledge is still very important in many fields of plant sciences, including: population variability (Douaihy et al., 2012; Zebec et al., 2015; Brus et al., 2016; Poljak et al., 2018), different taxon delimitation (Sękiewicz et al., 2016), morphological and physiological seed characterization (Powell, 2010; Güney et al., 2013; Drvodelić et al., 2015; Daneshvar et al., 2016; Atar et al., 2017, 2020), morphological involucrum variation (Brunken, 1979; Boratyński et al., 2007; Koutecký, 2007; Xue et al., 2020), cultivar characterization (Ertan, 2007; Poljak et al., 2016) and selection (Polat and Özkaya, 2005; Solar et al., 2005), and variation of macro- and micro-morphological leaf (Bruschi et al., 2003; Paridari et al., 2013; Poljak et al., 2015; Amer et al., 2016; Güney et al., 2016; Bayraktar et al., 2018) and fruit traits (Atar and Turna, 2018; Eminagaoglu and Ozcan, 2018). Overall, morphological variability and plasticity can be used to predict population dynamics and the evolutionary adaptations of plants to a novel environment (Nicotra et al., 2010).

The aim of this study was: (1) to evaluate morphological variability of involucrum in common hornbeam populations depend on altitude; (2) to determine involucrum variations among and within populations; and (3) to reveal the morphological plasticity of the seed involucrum traits according to the eco-geographic principle.

2. MATERIALS AND METHODS

2. MATERIJALI I METODE

Natural populations of common hornbeam located in four different watersheds of the Eastern Black Sea Region in Tur-

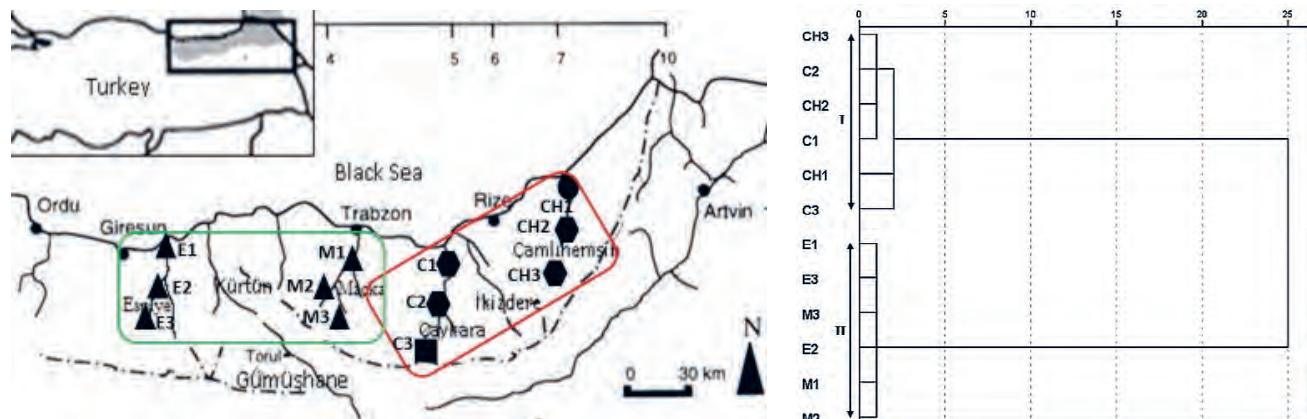


Figure 1. Results of the multivariate statistical methods and locations of the 12 sampled common hornbeam populations. (A) Geographical distribution of two groups of populations detected from K-means clustering method; (B) Tree diagram of researched populations. Acronyms of watersheds: CH=Çamlıhemşin; C=Çaykara; M=Maçka; E=Esentepe.

Slika 1. Rezultati multivarijatnih statističkih metoda i lokacije 12 istraživanih populacija običnoga graba. (A) Geografski raspored dvije skupine populacija utvrđen K-means metodom; (B) Dendrogram istraživanih populacija. Akronimi slivova: CH=Çamlıhemşin; C=Çaykara; M=Maçka; E=Esentepe.

Table 1. Information about geographical characteristics of the studied populations.

Tablica 1. Podaci o geografskim karakteristikama istraživanih populacija.

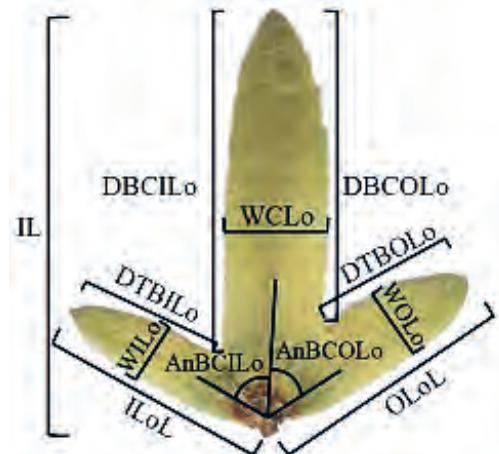
Watershed <i>Sлив</i>	Population <i>Популација</i>	Latitude <i>Zemljopisna ширина</i>	Longitude <i>Zemljopisna дужина</i>	Altitude (m) <i>Nadmorska висина (м)</i>
Çamlıhemşin	CH1	41° 04' 39" N	41° 01' 27" E	400
	CH2	41° 03' 15" N	41° 01' 11" E	800
	CH3	40° 58' 57" N	40° 59' 05" E	1200
Çaykara	C1	40° 45' 53" N	40° 15' 08" E	400
	C2	40° 42' 34" N	40° 12' 28" E	800
	C3	40° 41' 36" N	40° 11' 52" E	1200
Maçka	M1	40° 49' 52" N	39° 41' 11" E	400
	M2	40° 47' 32" N	39° 40' 15" E	800
	M3	40° 43' 19" N	39° 36' 26" E	1200
Espiye	E1	40° 52' 48" N	38° 45' 45" E	400
	E2	40° 48' 02" N	38° 47' 45" E	800
	E3	40° 45' 08" N	38° 46' 35" E	1200

Table 2. List of the studied morphological characters.

Tablica 2. Popis istraživanih morfoloških značajki.

Acronyms <i>Akronimi</i>	Morphological characters (unit of measurement) <i>Morfološke značajke (mjerna jedinica)</i>
IL	Involucr length (cm) <i>Dužina ovoja (cm)</i>
WCLO	Width of central lobe (cm) <i>Širina središnjeg režnja (cm)</i>
IA	Involucr area (cm ²) <i>Površina ovoja (cm²)</i>
DBCLO	Distance between top and outer base of central lobe (cm) <i>Udaljenost između vrha i vanjske osnove središnjeg režnja (cm)</i>
DBCILO	Distance between top and inner base of central lobe (cm) <i>Udaljenost između vrha i unutarnje osnove središnjeg režnja (cm)</i>
AnBCLO	Angle between central and outer lobe (°) <i>Kut između središnjeg i vanjskog režnja (°)</i>
OLoL	Length of outer lobe (cm) <i>Dužina vanjskog režnja (cm)</i>
DTBOLo	Distance between top and base of outer lobe (cm) <i>Udaljenost između vrha i osnove vanjskog režnja (cm)</i>
WOLo	Width of outer lobe (cm) <i>Širina vanjskog režnja (cm)</i>
AnBCILO	Angle between central and inner lobe (°) <i>Kut između središnjeg i unutarnjeg režnja (°)</i>
ILoL	Length of inner lobe (cm) <i>Dužina unutarnjeg režnja (cm)</i>
DTBILO	Distance between top and base of inner lobe (cm) <i>Udaljenost između vrha i osnove unutarnjeg režnja (cm)</i>
WILO	Width of inner lobe (cm) <i>Širina unutarnjeg režnja (cm)</i>

key were sampled for this study: Trabzon-Maçka, Trabzon-Çaykara, Rize-Çamlıhemşin and Giresun-Espiye (Table 1, Figure 1A). In total, 12 populations determined in three different altitude zones up to 1200 m a.s.l., and 180 trees were included in the study: 45 trees from Maçka (M1, M2, M3), 45 trees from Çaykara (C1, C2, C3), 45 trees from Çamlıhemşin (CH1, CH2, CH3) and 45 trees from Espiye (E1, E2, E3). Each tree was represented by 100 involucres

**Figure 2.** Measured involucr characters. Acronyms for studied involucr morphometric traits as in Table 2.

Slika 2. Mjerene značajke ovoja. Akronimi istraživanih morfometrijskih značajki ovoja kao u tablici 2.

from the outer (light exposed) part of the crown. The samples were collected in October 2018.

Involucres have been examined biometrically (Jentys-Szafarowa, 1964; Bialobrzeska, 1970; Boratyński et al., 2007), and a total of 13 characteristics were analyzed (Table 2, Figure 2). The involucres were scanned using a scanner (Hewlett Packard Scanjet G4010) at 1200 dpi resolution. Then, these digital images were processed with the ImageJ (Image Analysis Software) program to determine morphological characters of involucres.

The standard descriptive statistical parameters (arithmetic means and coefficients of variation) were calculated for the particular trait for each population in order to determine the range of their variation. Analysis of variance (ANOVA) was used to determine if there were significant differences in the measured variables due to populations and trees nested in populations. Overall population variability of in-

volucr morphology characteristics was examined using the hierarchical cluster analysis, K-means clustering method and principal component analysis. The data were analyzed using the “Windows SPSS Software 23.0” and “R v.3.4.3” statistical package programs.

3. RESULTS

3. REZULTATI

Results of the descriptive statistical analysis (arithmetic means and coefficient of variation) and analysis of variance of the involucr characters in sampled populations are summarized in Table 3. In general, the average values for the populations from the Çamlıhemşin, Çaykara and Maçka regions clearly shows that trees in the higher elevations have smaller involcres than those in the lower elevations. In contrast, in the Espiye region the highest values were generally detected at low altitude populations. The overall coefficients of variation for the studied morphological characteristics ranged from 15.49% (IL) to 38.76% (AnBCILO). In general, the lowest morphological variation was observed for majority of studied involucr characteristics among lower altitude populations.

The degree of similarity or dissimilarity among studied populations was determined by the hierarchical cluster analysis and the K-means clustering method. The populations from the Maçka and Espiye regions grouped together into cluster A (Figure 1A; green rectangle), and the populations from Çamlıhemşin and Çaykara region grouped together into cluster B (Figure 1B; red rectangle). The results obtained with the K-means clustering method were congruent with the tree diagram presented in the Figure 1B. In other words, the populations belonging to the neighboring watersheds have formed groups with each other.

The results of the conducted principal component (PC) analysis are presented in the Table 4 and Figure 3. PC analysis showed that 79.1% of the total variation was explained by the first five principal components. The first principal component explained 21.4%, followed by the next four PCs 16.9%, 16.8%, 15.0%, and 9.0% respectively. Five involucr size parameters (IL, IA, ILoL, DTBILo and WILO) were in strong positive correlation with the first PC axis. The second PC axis was highly positively correlated with the three involucr parameters (OLoL, DTBOLo and WOLo). Furthermore, two involucr shape parameters (DBCOLo and DBCILO) were positively correlated with the third PC and two parameters (WCLO and AnBCILO) with the fourth PC. Only one measured characteristic, AnBCOLo, was positively correlated with the fifth PC axis. From the graph in the Figure 3 two main groups can be distinguished, in which trees of Çaykara and Çamlıhemşin populations are mostly in one group, and trees of Maçka and Espiye populations in the second group.

4. DISCUSSION

4. RASPRAVA

The conducted research established high variability of the morphological characteristics, and the differences between the trees both within and between populations were confirmed for all the studied characteristics. Our results indicated that the populations are not homogeneous in term of the involucr characteristics.

The average values of the common hornbeam involucres in this study did not differ drastically from the data reported in previously published papers. In this study, it was determined that involucr length (IL) in all populations varied between 2.96 to 3.39 cm, and width of central lobe (WCLO) between 0.79 to 0.96 cm. Similar results were reported by Boratyński et al. (2007) for 29 common hornbeam populations from Poland. However, we obtained a much lower range of coefficient of variation in our study. The overall coefficients of variation for the morphological characteristics examined in this study ranged from approximately 15% to 39%. Boratyński et al. (2007) stated that the coefficients of variation of all measured morphological characters in Poland populations varied between 7% and 170%.

Different environmental factors such as altitude can affect the variability of morphological characteristics in most woody plants (Akbarian et al., 2011). Likewise, in this study we revealed that the morphological characteristics of involucres of common hornbeam in the regions of Çamlıhemşin, Çaykara and Maçka varied between different altitude zones, and that the variation of the studied characteristics appeared to be related mostly to altitude. We found out that the populations from lower altitudes had larger seed involucres than populations from high altitudes. Similar results were reported by Paridari et al. (2013) in a common hornbeam leaf morphometric study. They found out that trees in the higher elevations have smaller leaf lamina than those in the lower elevations. Furthermore, a study investigating the effects of altitude on density and biometric properties of hornbeam wood, showed significant effects of altitude variations on the studied properties (Kiaeи et al., 2019). Across elevation gradients, changes in abiotic and biotic factors probably lead to strong divergent selection, which resulted in a local adaptation of common hornbeam populations (Halbritter et al., 2018).

The fact that the increase in altitude generally decreases the leaf length, width and area have been reported for different plant species. In a studies conducted on the *Alnus subcordata* C.A. Mey. (Akbarian et al., 2011) and *A. incana* (L.) Moench subsp. *incana* (Poljak et al., 2018) it was reported that the values of leaf blade area and petiole length were in a negative correlation with the altitude. Similarly, Yousefzadeh et al. (2010) determined that values such as leaf width, number of leaf pairs and leaf vein angle in *Parrotia*

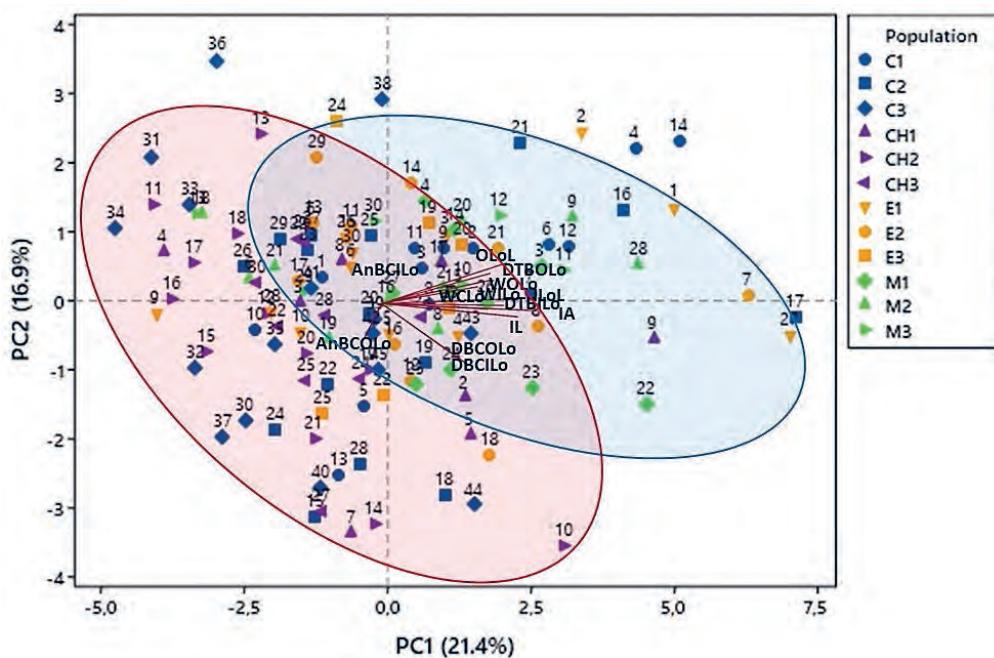
Table 3. The results of descriptive statistics and analysis of variance for the studied common hornbeam populations. Acronyms for studied involucrate morphometric traits as in Table 2. Acronyms of watersheds: CH=Çamlıhemşin; C=Çaykara; M=Maçka; E=Eskiye.
Tablica 3. Rezultati deskriptivne statističke analize i analize varijance za istraživane populacije običnoga gruba. Akronimi istraživanih morfometrijskih značajki ovaj ovoja kao u tablici 2. Akronimi sljivova: CH=Çamlıhemşin; C=Çaykara; M=Maçka; E=Eskiye.

Measured Characters Mjerene značajke	Statistical parameters Deskriptivni pokazateli	Studied Populations Istraživane populacije							ANOVA, p-value							
		CH1	CH2	CH3	C1	C2	C3	M1	M2	M3	E1	E2	E3	Total	Population Populacija	Tree (Population) Stablo (Populacija)
IL (cm)	Mean	3.23	3.05	3.13	3.40	3.27	2.96	3.38	3.14	3.08	3.25	3.27	3.22	3.20	0.000	0.000
	CV(%)	13.68	16.01	12.30	13.32	17.29	19.49	10.07	11.28	13.96	15.01	16.45	14.75	15.49		
WClo (cm)	Mean	0.81	0.79	0.85	0.89	0.86	0.81	0.91	0.81	0.85	0.84	0.93	0.96	0.85	0.000	0.000
	CV(%)	14.65	16.20	14.97	16.37	19.58	15.26	14.90	17.86	17.07	18.57	20.21	27.17	18.81		
IA (cm ²)	Mean	3.40	3.03	3.19	3.76	3.61	3.02	3.90	3.33	3.37	3.41	3.67	3.60	3.44	0.000	0.000
	CV(%)	25.54	33.45	17.66	24.69	34.46	30.71	17.77	27.03	22.20	29.19	28.83	35.05	29.19		
DBCOLo (cm)	Mean	2.35	2.20	2.21	2.25	2.26	2.04	2.46	2.28	2.15	2.27	2.23	2.27	2.25	0.000	0.000
	CV(%)	15.90	19.36	15.16	16.54	20.73	27.96	13.46	12.4	15.70	15.91	18.30	15.54	18.65		
DBCLLo (cm)	Mean	2.72	2.49	2.52	2.62	2.58	2.33	2.72	2.57	2.49	2.59	2.53	2.65	2.56	0.000	0.000
	CV(%)	14.90	17.53	13.90	14.11	20.48	25.67	12.65	12.33	15.65	15.01	15.87	18.15	17.50		
AnBCLLo (°)	Mean	50.48	46.69	49.08	46.53	49.89	52.86	50.44	49.48	48.48	45.92	46.84	48.19	48.81	0.000	0.000
	CV(%)	20.69	16.36	20.73	20.04	20.32	18.32	16.29	15.81	16.76	18.65	19.27	24.56	19.48		
OLOL (cm)	Mean	1.60	1.36	1.42	1.73	1.53	1.37	1.71	1.67	1.72	1.70	1.66	1.67	1.58	0.000	0.000
	CV(%)	20.53	18.88	13.78	20.31	20.37	20.61	12.06	16.83	19.46	22.47	17.73	20.59	20.99		
DTBLLo (cm)	Mean	0.78	0.59	0.62	0.83	0.74	0.63	0.77	0.79	0.77	0.79	0.70	0.74	0.72	0.000	0.000
	CV(%)	28.86	36.85	22.83	29.08	24.46	30.02	24.74	23.07	31.15	30.65	27.71	26.42	29.99		
WOLLo (cm)	Mean	0.52	0.44	0.48	0.55	0.51	0.50	0.59	0.56	0.55	0.52	0.53	0.56	0.52	0.000	0.000
	CV(%)	24.01	23.94	16.51	21.13	22.30	18.71	15.46	22.10	18.88	22.07	21.28	21.52	22.01		
AnBCLLo (°)	Mean	34.70	29.30	29.27	31.50	30.30	27.55	54.68	58.98	56.04	53.41	56.13	52.51	41.23	0.000	0.000
	CV(%)	34.39	16.06	12.30	13.62	17.61	20.29	21.31	20.91	18.41	26.52	23.98	28.21	38.76		
ILoL (cm)	Mean	1.42	1.36	1.33	1.56	1.56	1.32	1.58	1.48	1.55	1.55	1.48	1.54	1.47	0.000	0.000
	CV(%)	16.57	21.04	13.81	21.12	20.98	21.29	13.91	17.27	17.20	20.42	17.71	17.58	19.82		
DTBLLo (cm)	Mean	0.88	0.76	0.77	0.93	0.92	0.77	0.85	0.80	0.80	0.94	0.85	0.79	0.84	0.000	0.000
	CV(%)	23.16	32.59	19.41	31.15	28.14	31.25	18.54	23.73	27.30	31.88	27.15	23.45	28.82		
WLLo (cm)	Mean	0.43	0.41	0.43	0.45	0.45	0.42	0.50	0.47	0.46	0.47	0.48	0.48	0.45	0.000	0.000
	CV(%)	22.82	24.21	20.78	34.94	25.39	25.65	18.75	22.90	16.34	39.39	24.78	17.52	35.47		

Table 4. Results of the principal component analysis.

Tablica 4. Rezultati analize glavnih sastavnica.

Measured Characters <i>Mjerene značajke</i>	PC—Principal Components PC—glavne sastavnice				
	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
IL (cm)	0.510				
WCLo (cm)				0.800	
IA (cm ²)	0.598				
DBCOLo (cm)			0.954		
DBCILo (cm)			0.942		
AnBCOLo (°)					0.944
OLoL (cm)		0.865			
DTBOLo (cm)		0.891			
WOLo (cm)		0.658			
AnBCILo (°)				0.580	
ILoL (cm)	0.887				
DTBILo (cm)	0.874				
WILo (cm)	0.641				
Eigen value	4.864	1.813	1.345	1.236	1.031
Variation %	21.36%	16.90%	16.84%	15.01%	9.04%

**Figure 3.** Results of the principal component (PC) analysis based on 13 involucre morphometric traits in studied common hornebeam populations. Acronyms for involucre morphometric traits as in Table 2.

Slika 3. Rezultati analize glavnih sastavnica na temelju 13 morfometrijskih značajki ovoja istraživanih populacija običnoga graba. Akronimi istraživanih morfometrijskih značajki ovoja kao u tablici 2.

persica C.A. Mey. show significant changes depending on the altitude. The leaves of *P. persica* decrease in base angle and dry mass with increasing altitude. Furthermore, Körner et al. (1986) shown that distinct altitudinally-related changes in several physiological and anatomical characteristics of leaves exist in plants from the mountains of New Zealand. As elevation increases, leaf size and specific leaf area decrease, whereas stomatal conductance, nitrogen content per unit leaf area, stomatal frequency and leaf thickness

all increase. Similar results were reported by Joel et al. (1994). They revealed that leaf mass per area increases and leaf length per area decreases along environmental gradients in Hawaiian *Metrosideros polymorpha* Gaudich. In addition, Abdusalam and Li (2018) examined the morphological characteristics, biomass distribution and variations in morphological plasticity of 17 *Primula nivalis* Pall. populations at different altitudes. They concluded that plant height, petiole and leaf length showed a significant negative

correlation with altitude. In contrast, Poljak et al. (2020) reported negative correlations between altitude and *Pinus sylvestris* L. cone morphometric characteristics. The mentioned authors stated that populations from lower altitudes had smaller cones as compared to the populations from higher altitudes.

Although in this study variation in most of the studied involucrum characteristics from the studied populations from the Çamlıhemşin, Çaykara and Maçka watersheds appeared to be related mostly to the altitude, that was not the case with the populations from the Giresun-Espiye watershed. In that region the trees in the higher elevations were characterized with the largest involucres. The generally smaller involucres obtained at low altitudes may be due to the several reasons: most probably to the type of management and habitat conditions related to the soil properties. Two types of management are specific for hornbeam forests: high forest and coppice. In most of the studied populations, hornbeam forests are operated as high forests and are generally found in mixed stands with beech, alder, and sweet chestnut. However, this is not the case with the lower altitude populations from the Giresun-Espiye watershed where tree stems are repeatedly cut down and renewed from dormant buds of the stump. In this management type, a canopy is usually formed from multiple stems from a common stump. Similar results were reported by Poljak et al. (2022). These authors revealed that the sweet chestnut fruits in coppice populations are smaller than in the high forest populations. In addition, the type of habitat, soil acidity and type of forest community can affect fruit size (Poljak et al. 2012). Smaller fruits have been observed in acidic and drier sites, and larger fruits in more mesophilic sites. On the north-facing slopes of the Eastern Black Sea region, the soil is washed due to the excess precipitation and the lime is removed from the soil. Therefore, the soil is acidic in character. In addition to the management type, changes in the habitat, such as soil acidification, could significantly influence the involucrum sizes in Giresun-Espiye watershed. In a study conducted on *Pyrus pyraster* (L.) Burgsd., Vidaković et al. (2022) reported that despite being exposed to high temperatures and precipitation levels, the westernmost populations surprisingly had the smallest leaf dimensions. The authors concluded that small-leaf morphotypes are probably the result of phenotypic plasticity and adaptation to karstic, well drained soils, flysch and high thermophilicity of the studied area. Similarly, the results of a study investigating the morphological characteristics of common yew (*Taxus baccata* L.) needles in the Hyrcanian forests of Iran (Hematzadeh et al., 2021) showed that most of morphological characteristics of yew needles, except the form factor, were the lowest in the regions with the steep slopes (loss of soil depth) and western aspects (decrease in relative humidity). Nevertheless, the possible genetic background,

adaptation of the populations to drier sites or origin from different glacial refugia, also cannot be excluded. For instance, Tumpa et al. (2022a) revealed that the morphological variability in the *Taxus baccata* populations in the north-western part of the Balkan peninsula is strongly influenced by the genetic background rather than by the ecological conditions and altitude. Furthermore, the same authors (Tumpa et al. 2022b) revealed that the large-leaved almond leaved willow populations were found in continental and sub-Mediterranean climates, while small-leaved populations were found in smaller karstic rivers.

5. CONCLUSIONS

5. ZAKLJUČCI

As a conclusion, genetic variability is a fundamental component of adaptation and therefore stability of forest ecosystems. This is especially important when the long-term stability of forest ecosystems is increasingly threatened by environmental stress and poor management. Therefore, determination of the population variability of common hornbeam and all other natural forest resources is an important step especially for the implementation of *in-situ* and *ex-situ* conservation activities. This study indicates that altitude, type of management and habitat conditions related to the soil properties, represents an important driving force in morphological variation of common hornbeam involucrum. However, larger-scale studies and common garden experiments are needed to understand the altitude adaptation, and environmental and genetic components of common hornbeam variation (Bresson et al., 2011).

ACKNOWLEDGEMENTS

ZAHVALE

The author would like to thank Prof. İbrahim TURNA and Prof. Deniz GÜNEY for their contributions to this study.

REFERENCES

LITERATURA

- Abdusalam, A., Q. Li, 2018: Morphological plasticity and adaptation level of distylos *Primula nivalis* in a heterogeneous alpine environment, *Plant Diversity* 40 (6): 284–291.
- Adamidis, G.C., G. Varsamis, I. Tsiripidis, P.G. Dimitrakopoulos, A.C. Papageorgiou, 2021: Patterns of leaf morphological traits of beech (*Fagus sylvatica* L.) along an altitudinal gradient, *Forests*, 12 (10): 1297.
- Akbarian, M.R., M. Tabari, M. Akbarinia, M. Zarafshar, J.A. Meave, H. Yousefzadeh, A. Satarian, 2011: Effect of elevation gradient on leaf and stomata morphology of Caucasian alder (*Alnus subcordata*) in Hyrcanian forests (Iran), *Journal of Folia Oecologica* 38: 1–7.

- Alcántara-Ayala, O., K. Oyama, C.A. Ríos-Muñoz, G. Rivas, S. Ramirez-Barahona, I. Luna-Vega, 2020: Morphological variation of leaf traits in the *Ternstroemia lineata* species complex (Ericales: Pentaphylacaceae) in response to geographic and climatic variation, PeerJ 8: e8307.
- Amer, W., R. Hamdy, R. Mahdy, 2016: Leaf micromorphological features of the genus *Cordia* L. (Boraginaceae) from Egypt, Bangl. J. Plant Taxon. 23 (2): 119–131.
- Anşın, R., Z.C. Özkan, 2006: Spermatophytha, Woody Plant. Karadeniz Technical University, Faculty of Forestry, Publication No: 167, Faculty Publication No: 19, Trabzon.
- Atar, F., A. Bayraktar, E. Atar, İ. Turna, 2017: Morphological diversity of common hornbeam (*Carpinus betulus* L.) seeds in the Eastern Black Sea Region of Turkey, International Forestry and Environment Symposium, Trabzon, Turkey, 7 - 10 Nov, pp. 203.
- Atar, F. I. Turna, 2018: Fruit and seedling diversity among sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) populations in Turkey, Sumar. List 142 (11-12): 611–619.
- Atar, F., A. Bayraktar, N. Yıldırım, İ. Turna, D. Güney, 2020: Fruit and seed diversity of *Smilax excelsa* in the Black Sea Region, Turkey, Turkish Journal of Forestry Research 7 (1): 1–8, doi: 10.17568/ogmoad.536862.
- Austrheim, G., 2002: Plant diversity patterns in semi-natural grasslands along an elevational gradient in southern Norway, Plant Ecol. 161: 193–205.
- Bayraktar, A., F. Atar, N. Yıldırım, İ. Turna, 2018: Leaf variations of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) in the Black Sea Region of Turkey, 4th Non-Wood Forest Products Symposium, Bursa, Turkey, 4 - 06 Oct., pp 8.
- Bialobrzeska, M., 1970: Grab zwyczajny (*Carpinus betulus* L.). In: Jentys-Szaferowa J. [ed.], Variability of the leaves and fruits of trees and shrubs in the forest associations of the Białowieża National Park, Monographiae Botanicae 332: 86–100.
- Boratyński, A., K. Boratyńska, M. Mazur, K. Marcysiak, 2007: Seed involucre variation in *Carpinus betulus* (Corylaceae) in Poland, Acta Biol. Cracov. Bot. 49 (1): 103–111.
- Bresson, C.C., Y. Vitasse, A. Kremer, S. Delzon, 2011: To what extent is altitudinal variation of functional traits driven by genetic adaptation in European oak and beech, Tree Physiol. 31: 1164–1174.
- Brunken, J.N., 1979: Morphometric variation and the classification of *Pennisetum* section *Brevivalvula* (Gramineae) in tropical Africa, Bot. J. Linn. Soc. 79 (1): 51–64.
- Brus, R., M. Idžočić, K. Jarni, 2016: Morphologic variation in northern marginal *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus* populations in Istria, Plant Biosyst. 150 (2): 274–284.
- Bruschi, P., P. Grossoni, F. Bussotti, 2003: Within- and among-tree variation in leaf morphology of *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. natural populations, Trees 17: 164–172.
- Cordell, S., G. Goldstein, D. Mueller-Dombois, D. Webb, P.M. Vitousek, 1998: Physiological and morphological variation in *Metrosideros polymorpha*, a dominant Hawaiian tree species, along an altitudinal gradient: the role of phenotypic plasticity, Oecologia 113: 188–196.
- Daneshvar, A., M. Tigabu, A. Karimidoost, P.C. Odén, 2016: Stimulation of germination in dormant seeds of *Juniperus polycarpos* by stratification and hormone treatments, New Forest. 47 (5): 751–761.
- Drvodelić, D., T. Jemrić, M. Oršanić, V. Paulić, 2015: Fruits size of wild apple (*Malus sylvestris* /L./ Mill.): impact on morphological and physiological properties of seeds, Sumar. List 139 (3-4): 145–153.
- Douaihy, B., K. Sobierajska, A.K. Jasinska, K. Boratyńska, T. Ok, A. Romo, N. Machon, Y. Didukh, M.B. Dagher-Kharrat, A. Boratyński, 2012: Morphological versus molecular markers to describe variability in *Juniperus excelsa* subsp. *excelsa* (Cupressaceae), AoB Plants pls013.
- Eminagaoglu, Ö., M. Ozcan, 2018: Morphological and anatomical studies of the newly recorded *Rhus chinensis* Mill. (Anacardiaceae) from Turkey, Bangl. J. Plant Taxon. 25 (1): 71–78.
- Ertan, E., 2007: Variability in leaf and fruit morphology and in fruit composition of chestnuts (*Castanea sativa* Mill.) in the Nazilli region of Turkey, Genet. Resour. Crop Ev. 54: 691–699.
- Falconer, D.S., T.F.C. Mackay, 1996: Introduction to quantitative genetics, 4th Edn. London: Pearson Education Ltd.
- Gianoli, E., F. Valladares, 2010: Global change and the evolution of phenotypic plasticity in plants, Ann. NY. Acad. Sci. 1206: 35e55.
- Gönüz, A., B. Özörgücü, 1999: An investigation on the morphology, anatomy and ecology of *Origanum onites* L., Turk. J. Bot. 23: 19–32.
- Güney, D., E. Hatipoglu, F. Atar, İ. Turna, S. Kulac, 2013: Changes of some morphological characteristics of oriental hornbeam (*Carpinus orientalis* Miller) seeds depending on altitude, In International Caucasia Forestry Symposium, Artvin, Turkey, 24 - 26 Oct, 97–102.
- Güney, D., H. Turna, İ. Turna, Ş. Kulaç, F. Atar, E. Filiz, 2016: Variations within and among populations depending on some leaf characteristics of oriental beech *Fagus orientalis* Lipsky., Biological Diversity and Conservation 9/2(S1): 1–9.
- Hagemeier, M., C. Leuschner, 2019: Functional crown architecture of five temperate broadleaf tree species: Vertical gradients in leaf morphology, leaf angle and leaf area density, Forests 10: 265.
- Halbritter, A.H., S. Fior, I. Keller, R. Billeter, P.J. Edwards, R. Holderegger, S. Karrenberg, A.R. Pluess, A. Widmer, J.M. Alexander, 2018: Trait differentiation and adaptation of plants along elevation gradients, J. Evolution. Biol. 31 (6): 784–800.
- Hematzadeh, A., O. Esmailzadeh, S.G. Jalali, M.H. Mirjalili, H. Yusefzadeh, 2021: Morphological traits variation of needle in males and females yew (*Taxus baccata* L.) in the Hyrcanian forests of Iran, Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 28 (4): 423–435.
- Herrera, C.M., P. Bazaga, 2013: Epigenetic correlates of plant phenotypic plasticity: DNA methylation differs between prickly and nonprickly leaves in heterophylous *Ilex aquifolium* (Aquifoliaceae) trees, Bot. J. Linn. Soc. 171: 441e452.
- Hillier, J., 1991: The Hillier manual of trees and shrubs (6th edn), Melksham, Wiltshire, UK: Redwood Press, 704 p.
- IBM Corp. Released 2015. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 23.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Jentys-Szaferowa, J., 1964: Metody biometryczne w badaniu ewolucji historycznej roślin, Acta Soc. Bot. Pol. 23: 77–94.
- Joel, G., G. Aplet, P.M. Vitousek, 1994: Leaf morphology along environmental gradients in Hawaiian *Metrosideros polymorpha*, Biotropica 26 (1): 17–22.

- Kiaei, M., V. Moosavi, S.E. Ebadi, 2019: Effects of altitude on density and biometric properties of hornbeam wood (*Carpinus betulus*), For. Syst. 28 (2): e011.
- Koutecký, P., 2007: Morphological and ploidy level variation of *Centaurea phrygia* agg. (Asteraceae) in the Czech Republic, Slovakia and Ukraine, Folia Geobot. 42 (1): 77–102.
- Körner, C., 1999: Alpine plant life: functional plant ecology of high mountain ecosystems, Springer. Berlin Heidelberg, New York, p. 344.
- Körner, C., 2007: The use of altitude in ecological research, Trends Ecol. Evol. 22: 567–574.
- Körner, C., P. Bannister, A.F. Mark, 1986: Altitudinal variation in stomatal conductance, nitrogen content and leaf anatomy in different plant life forms in New Zealand, Oecologia 69: 577–588.
- Li, P.C., A.K. Skvortsov, 1999: Betulaceae. In: Wu, Z.Y., Raven, P., Hong, D. (Eds.), Flora of China. Science Press/Missouri Botanical Garden Press, Beijing/St. Louis, 4: 289–300.
- Matesanz, S., E. Gianoli, F. Valladares, 2010: Global change and the evolution of phenotypic plasticity in plants, Ann. N.Y. Acad. Sci. 1206: 35e55.
- Meier, I.C., C. Leuschner, 2008: Leaf size and leaf area index in *Fagus sylvatica* forests: Competing effects of precipitation, temperature, and nitrogen availability, Ecosystems 11: 655–669.
- Miner, B.G., S.E. Sultan, S.G. Morgan, D.K. Padilla, R.A. Relyea, 2005: Ecological consequences of phenotypic plasticity, Trends Ecol. Evol. 20 (12): 685–692.
- Nascimbene, J., L. Marini, 2015: Epiphytic lichen diversity along elevational gradients: Biological traits reveal a complex response to water and energy, J. Biogeogr. 42: 1222e1232.
- Nicotra, A.B., O.K. Atkin, S.P. Bonser, A.M. Davidson, E.J. Finnegan, U. Mathesius, P. Poot, M.D. Purugganan, C.L. Richards, F. Valladares, M. van Kleunen, 2010: Plant phenotypic plasticity in a changing climate, Trends Plant Sci. 15: 684e692.
- Özbucak, T.B., Ö.E. Akçin, Ö. Ertürk, 2013: The change in ecological, anatomical and antimicrobiological properties of the medicinal plant *Tilia rubra* DC. subsp. *caucasica* (Rupr.) V. Engler along an elevational gradient, Pak. J. Bot. 45 (5): 1735–1742.
- Paridari, I.C., S.G. Jalali, A. Sonboli, M. Zarafshar, P. Bruschi, 2013: Leaf macro-and micro-morphological altitudinal variability of *Carpinus betulus* in the Hyrcanian forest (Iran), J. Forestry Res. 24 (2): 301–307.
- Price, G.R., 1970: Selection and covariance, Nature 227: 520–521.
- Polat, A.A., M. Özkan, 2005: Selection studies on fig in the Mediterranean region of Turkey, Pak. J. Bot. 37 (3): 567–574.
- Poljak, I., M. Idžočić, M. Žebec, N. Perković, 2012: The variability of European sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in the region of northwest Croatia according to morphology of fruits, Sumar. List, 136 (9-10): 479–489.
- Poljak, I., D. Kajba, I. Ljubić, M. Idžočić, 2015: Morphological variability of leaves of *Sorbus domestica* L. in Croatia, Acta Soc. Bot. Pol. 84(2): 249–259.
- Poljak, I., N. Vahčić, M. Gačić, M. Idžočić, 2016: Morphological characterization and chemical composition of fruits of the traditional Croatian chestnut variety 'Lovran Marron', Food Technol. Biotechnol. 54 (2): 189–199.
- Poljak, I., M. Idžočić, I. Šapić, P. Korijan, J. Vukelić, 2018: Diversity and structure of Croatian continental and Alpine-Dinaric populations of grey alder (*Alnus incana* /L./ Moench subsp. *incana*): Isolation by distance and environment explains phenotypic divergence, Sumar. List 142 (1-2): 35–48.
- Poljak, I., J. Vukelić, A. Vidaković, M. Vuković, M. Idžočić, 2020: Variability of the populations of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in the northwestern part of Mala Kapela according to the morphological characteristics of the needles and cones, Sumar. List, 144 (11-12): 539–548.
- Poljak, I., N. Vahčić, Z. Liber, Z. Šatović, M. Idžočić, 2022: Morphological and chemical variation of wild sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) populations, Forests, 13 (1): 55. <https://doi.org/10.3390/f13010055>
- Powell, A.A., 2010: Morphological and physiological characteristics of seeds and their capacity to germinate and survive, Ann. Bot. 105 (6): 975–976.
- R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing; R Foundation for Statistical Computing: Vienna, Austria, 2016; Available online: <http://www.R-project.org/>, accessed on 15 May 2022.
- Savolainen, O., T. Pyhäjärvi, T. Knürr, 2007: Gene flow and local adaptation in trees. Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst. 38: 595–619.
- Sękiewicz, K., K. Boratyńska, M.B. Dagher-Kharrat, T. Ok, A. Boratyński, 2016: Taxonomic differentiation of *Cupressus sempervirens* and *C. atlantica* based on morphometric evidence, Syst. Biodivers. 14 (5): 494–508.
- Shen, H., Y. Tang, H. Muraoka, I. Washitani, 2008: Characteristics of leaf photosynthesis and simulated individual carbon budget in *Primula nutans* under contrasting light and temperature conditions, J. Plant Res. 121 (2): 191–200.
- Solar, A., A. Podjavoršek, F. Štampar, 2005: Phenotypic and genotypic diversity of European chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in Slovenia—opportunity for genetic improvement, Genet. Resour. Crop Ev. 52: 381–394.
- Suszka, B., C. Müller, M. Bonnet-Masimbert, 1996: Seeds of forest broadleaves: from harvest to sowing, Paris: Institut National de la Recherche Agronomique, 294 p.
- Tumpa, K., Z. Liber, Z. Šatović, J. Medak, M. Idžočić, A. Vidaković, J. Vukelić, I. Šapić, P. Nikl, I. Poljak, 2022a: High level of phenotypic differentiation of Common Yew (*Taxus baccata* L.) populations in the North-Western Part of the Balkan Peninsula, Forests, 13 (1): 78, <https://doi.org/10.3390/f13010078>
- Tumpa, K., Z. Šatović, A. Vidaković, M. Idžočić, R. Stipetić, I. Poljak, 2022b: Population variability of almond-leaved willow (*Salix triandra* L.) based on the leaf morphometry: isolation by distance and environment explain phenotypic diversity, Forests, 13 (3): 420, <https://doi.org/10.3390/f13030420>
- Vidaković, A., Z. Šatović, K. Tumpa, M. Idžočić, Z. Liber, V. Pintar, M. Radunić, T.N. Runić, M. Runić, J. Rosin, D. Gaunt, I. Poljak, 2022: Phenotypic Variation in European Wild Pear (*Pyrus pyraster* (L.) Burgsd.) Populations in the North-Western Part of the Balkan Peninsula, Plants, 11 (3): 335, <https://doi.org/10.3390/plants11030335>
- Viscosi, V., G. Antonecchia, O. Lepais, P. Fortini, S. Gerber, A. Loy, 2012: Leaf shape and size differentiation in white oaks: Assessment of allometric relationships among three sympatric species and their hybrids, Int. J. Plant Sci. 173: 875–884.
- Vitousek, P., 1982: Nutrient cycling and nutrient use efficiency, Amer. Nat. 119: 553–572.
- Wang, G.H., G.S. Zhou, L.M. Yang, Z.Q. Li, 2003: Distribution, species diversity and life-form spectra of plant communities

- along an altitudinal gradient in the northern slopes of Qilian-shan Mountains, Gansu China, *Plant Ecol.* 165: 169–181.
- Xue, L., L. Jia, G.S. Nam, Y. Huang, S. Zhang, Y. Wang, Z. Zhou, Y. Chen, 2020: Involucrate fossils of *Carpinus*, a northern temperate element, from the Miocene of China and the evolution of its species diversity in East Asia, *Plant Diversity* 42: 155–167.
 - Yaltırık, F., 1982: Flora of Turkey and Aest Eagen Island, University Press, Edinburgh.
- Yousefezadeh, H., M. Tabari, M. Akbarinia, M.R. Akbarian, F. Bussotti, 2010: Morphological plasticity of *Parrotia persica* leaves in eastern Hyrcanian forests (Iran) is related to altitude, *Nord. J. Bot.* 28: 344–349.
- Zebec, M., M. Idžočić, I. Poljak, I. Modrić, 2015: Population variability of wych elm (*Ulmus glabra* Huds.) in the mountainous region of Croatia according to the leaf morphology, *Sumar. List* 139 (9-10): 429–439.

SAŽETAK

Cilj ovoga istraživanja bio je istražiti varijabilnost populacija običnoga graba (*Carpinus betulus* L., Betulaceae) u Turskoj prema morfološkim obilježjima ovoja. Ukupno je uzorkovano 12 prirodnih populacija običnoga graba, smještenih u četiri različita sliva istočnog Crnog mora iz tri različite visinske zone do 1200 m n.v. Ovoji su ispitani biometrijski, analizom 13 morfoloških karakteristika. Provedenim istraživanjem utvrđena je velika varijabilnost morfoloških obilježja, a za sve proučavane karakteristike potvrđene su razlike na međupopulacijskoj i unutarpopulacijskoj razini. Nadalje, otkriveno je grupiranje populacija prema eko-geografskom načelu. Varijabilnost ovoja iz slivova Camlihemşin, Çaykara i Trabzon-Maçka bila je povezana s promjenom nadmorske visine. Stabla na višim nadmorskim visinama karakterizirali su sitniji ovoji u odnosu na stabla na nižim nadmorskim visinama. Međutim, ovaj trend nije uočen na području regije Giresun-Espiye. Štoviše, stabla na tom području na nižim nadmorskim visinama imala su manje ovoje u odnosu na stabla s viših nadmorskih visina. Sveukupno, naši rezultati potvrđuju da je regija istočnog Crnog mora jedno od žarišta biološke raznolikosti te da je morfološka varijabilnost ovoja rezultat složenog evolucijskog procesa povezanog s prilagodbom i plastičnošću.

KLJUČNE RIJEČI: obični grab, morfologija, nadmorska visina, varijabilnost, populacija

EFFECTS OF LOGGING RESIDUES AND SKID ROADS ON LITTER DECOMPOSITION RATE AND NUTRIENT RELEASE OF BLACK PINE (*Pinus nigra* Arnold) AND SCOTS PINE (*Pinus sylvestris* L.)

UČINAK DRVNIH OSTATAKA I TRAKTORSKOG PUTA NA STOPU RASPADANJA LISTINCA I OTPUŠTANJE HRANJIVIH TVARI CRNOGA BORA (*Pinus nigra* Arnold) I OBICNOG BORA (*Pinus sylvestris* L.)

Korhan ENEZ¹, Gamze SAVACI², Temel SARIYILDIZ³

SUMMARY

Needle litter decomposition rate and nutrient releases of pure stands of black pine and Scots pine under the three different micro-ecologic sites (skidding road, the logging residues and mineral topsoil) and the control site (non-harvesting site) were studied. The needle litters of Black pine and Scots pine were initially analysed for total carbon and nutrient concentrations (N, P, K, Ca, S, Mg, Mn, and Fe). The litter decomposition experiment using the litterbags method was carried out in the field for 18 months. The Scots pine needle litters decayed faster than the black pine litters. Both the Scots pine and Black pine needle litters showed higher mean mass losses under the mineral topsoil and the logging residues than under the skid road and the control site.

KEY WORDS: litter quality, micro-ecological areas, litter decomposition, nutrient, Black and Scots pine

INTRODUCTION

UVOD

Forest management, particularly harvesting activities creates a serious threat to soil physical, biological, and chemical properties (Venanzi et al., 2016; Armolaitis et al., 2018). Forest harvest generally degrades organic and mineral soil, remove organic matter and decaying debris layers, increases light intensity, temperature and soil water content at soil surface and consequently, causes nutrient loss and alters

microbial community composition (Waldrop et al., 2003). Therefore, decomposition rates differ in microecological areas (Waldrop et al., 2003; Mott et al., 2021). Harvesting activities in forestry involve felling, crosscutting, primary transportation, and hauling phases and can cause high environmental disturbances (Janowiak and Webster, 2010; Picchio et al., 2020). Evaluation of harvesting activities by determining residual stand damage (sapwood and bark injury) (Gulci et al., 2016) and forest soil disturbance in terms of environmental aspects is very important.

¹ Assoc. Prof. Dr. Korhan ENEZ, Ph.D., Kastamonu University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, 37150, Kastamonu, Turkey. Corresponding author: korhanenez@kastamonu.edu.tr

² Assist. Prof. Dr. Gamze SAVACI, Ph.D., Kastamonu University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, 37150, Kastamonu, Turkey.

³ Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ, Ph.D., Bursa Technical University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, 16310, Bursa, Turkey.

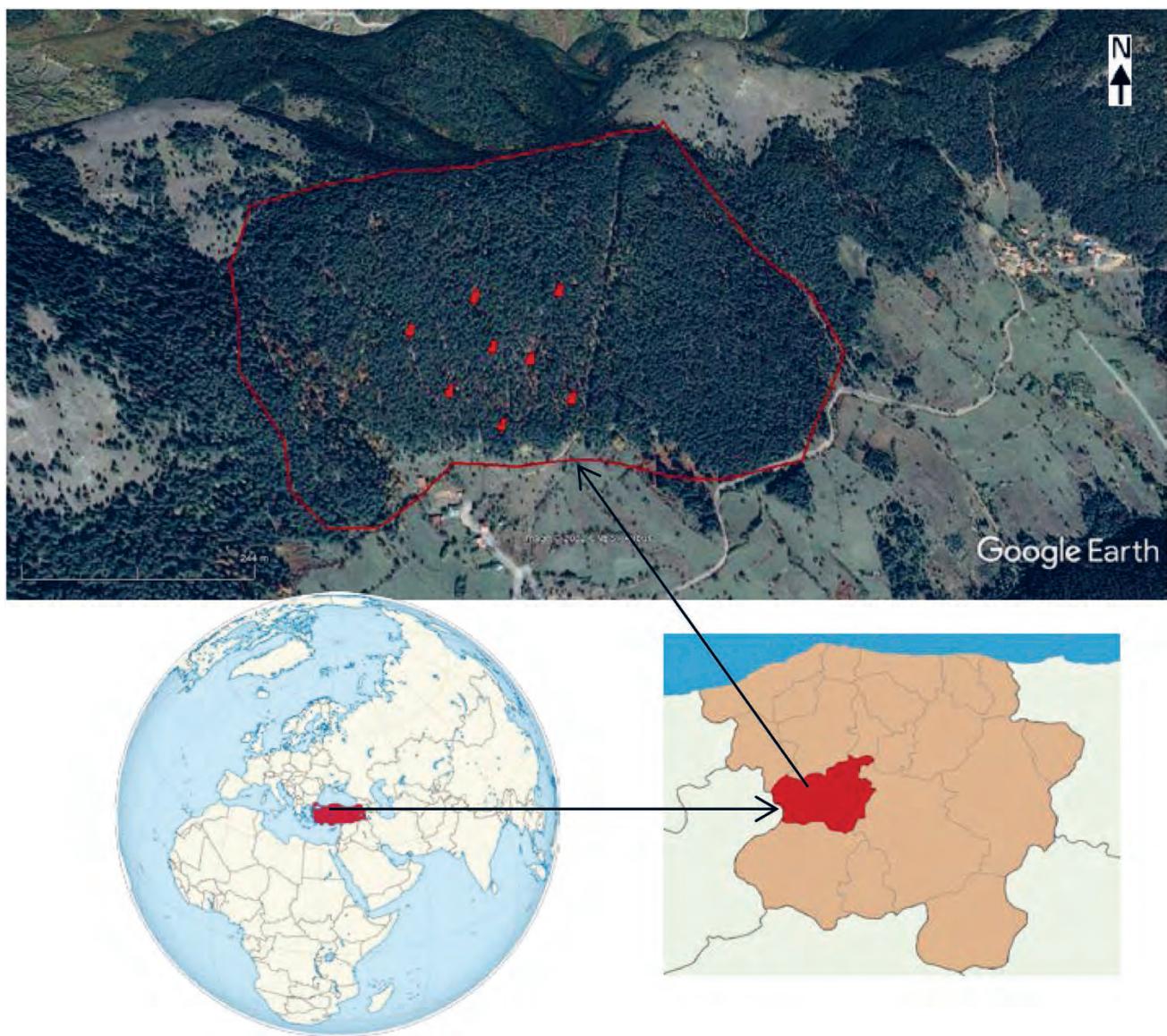


Figure 1 . Location of study area

Slika 1. Položaj područja istraživanja

Harvest residue biomass generate organic matter during decomposition (Elosegi et al., 2007). Litter decomposition is important for forest ecosystems in terms of providing nutrients and forming soil organic matter (Oades 1988; Sol-lins 1996). Impacts of forest stand and organic matter in the area on litter decomposition in different wood raw material production regimes were investigated by (Prescott 2005; Lado-Monserrat et al., 2016; Ferreira et al., 2018), while the impacts of soil erosion and compaction that stem from activities in a forest ecosystem in wood raw material production on biological characteristics of soil were studied by (Startsev et al., 1997; Andrade et al., 2017; Tassinari et al., 2019). Previous studies tried to identify the efficiency of sustainable forestry activities and interventions to cover the silvicultural requirements of forests following clear-cutting (Bird and Chatarpaul, 1988). Despite previous studies reported in the literature discussing litter decomposition

mechanisms in micro-ecological areas after harvest in remaining stand (Kranabetter and Chapman, 1999; Bird and Chatarpaul, 1988; Jordon et al., 2003), few studies were detected discussing the effects of wood raw material production on litter decomposition (Enez et al., 2015, 2016; Cambi et al., 2015).

The studies carried out in macro-scale areas have emphasized the importance of the climate factor (Sarginci et al. 2021), whereas the other studies have shown that the biochemical structure of the decomposing material is the most significant factor upon the decomposition under the small scale areas (Sariyildiz 2002; Gao et al., 2019). Many studies have stated three fundamental factors that affected litter decomposition and nutrient release, which are; 1)- climate characteristics of the atmosphere (especially temperature and precipitation) where the decomposition of the litter occurs, 2)- number, variety and, the activity of the micro-

organisms and soil organisms and 3)- chemical components of the decomposing litter (Sariyildiz et al., 2010). Sariyildiz (2002) stated that various correlations between the quality of the decomposed material and decomposition rates have been comprehensively emphasized in more than one thousand studies. Among the soil biological processes, forest litter decomposition is known to be a fundamental biological soil process, and it is also important to many ecosystem functions such as the formation of soil organic matter, the mineralization of organic nutrients, and the carbon balance (Enez et al., 2019).

The storage of carbon in forest vegetation and forest soils is responsible for approximately 60% of the carbon stored on the land surface of the earth (Waring and Schlesinger 1985). The topic of the to which extent it has an impact on the amount of CO₂ is a very popular and trend topic especially in the research carried out in Canada, Europe, and America whereas little interest has been shown in Turkey. Nevertheless, our forests are diverse inhabit different varieties in different geographical fields and it is highly possible to carry out these studies (Sariyildiz 2002; Sariyildiz et al., 2005). The purpose of this study was to investigate the possible effects of harvesting activities on needle litter decomposition and nutrient release of black pine (*Pinus nigra* Arnold.) and scots pine (*Pinus sylvestris* L.) needles by comparing decay rates and nutrient concentrations under four different micro-ecologic areas: (1) non-harvesting activity areas (control - C), (2) skidding road (SD), (3) under logging residues (LR) and top-soil damaged in harvest, and (4) scalped mineral soil (MT).

MATERIALS AND METHODS

MATERIJALI I METODE

Study site description and sample collection – *Opis područja istraživanja i prikupljanje uzoraka*

This study was conducted in pure Scots pine and black pine-dominated stands in Kastamonu located in northwest Turkey (41°33'43" N, -33°23'04" E) (Figure 1). Mean elevation of the study sites was 1463 m a.s.l. The aspect was north (N) with a slope of 70%. The study site generally has a typical terrestrial climate with hot and dry summers, and cold and snowy winters. Based on the long term meteorological data (1960–2015) from Kastamonu meteorology station, mean annual precipitation was 499 mm and temperature was 9.8 °C. The bedrock type of the study area was schist and belonged to Triassic-Lower Jurassic geological period (Akbaş et al., 2016). According to the Food and Agriculture Organization's forest soil classification system, the soil is Lithic Leptosols (shallow hard rock with gravelly or highly calcareous nature) (Toth et al., 2008).

To test the effect of harvesting activities on litter decomposition in the black pine and Scots pine stands, three micro-ecological sites were defined: logging residues (LR), skid road (SD) and mineral topsoil (MT). In addition, a control (C) site was also taken adjacent to these micro-ecological sites. For each tree species and micro-ecological sites, two subplots (20 m × 20 m = 400 m²) were identified, in total 8 subplots. The black pine and Scots pine litters were collected from the forest floor at the end of the fall season after the harvesting and brought to the laboratory in October/November 2015. At each subplot, fresh needle litter was collected (only the litter did not exhibit discoloration or fungal colonization), air-dried in laboratory and oven-dried at 40°C for 48 h, and stored in plastic bags at 6°C until litter decomposition experiment. Also, at each subplot, soil samples were collected, sieved (with a 2 mm mesh) to remove stone, root, and macro-fauna, and bulked to one representative soil sample for each site. The characteristics of soil samples are given in Table 1.

Laboratory analysis of needle litter and soil – *Laboratorijska analiza igličnog listinca i tla*

The litter samples were oven-dried at 85°C, ground in mill to a mesh fraction less than 1 mm, and analysed for organic C, total N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, and Zn concentrations. A CNH-S elementary analyzer (Eurovector EA 3000 V.3.0 single, Milano-Italy) was used to determine organic C and N concentrations in line with dry combustion method. Other nutrient concentrations (P, K, Ca, Mg, S, Mn, Zn) were analysed with an energy-dispersive X-ray Fluorescence Spectrometer (EDXRF Xepos II from Spectro -Analytical Instruments GmbH Boschstrasse- Kleve, Germany). Soil reference material (NIST srm 2709) that was certified was used to evaluate accuracy in EDXRF.

Soil pH (H₂O) was measured in a 1:2.5 mixture of deionized water using a glass calomel electrode (LaMotte pH 5 series meter) after equilibration for 1 h in solution (Jackson 1962). Bulk density was identified by weight loss following drying, and soil texture (i.e. sand, silt, clay) was determined using hydrometer method (Bouyoucos, 1962). Triplicate analyses were performed for each analysis.

Needle litter decomposition experiment – *Eksperiment razgradnje igličnog listinca*

Five g of needle litter was put into the litter decomposition bags with a mesh width of 1 mm and a size of 20 cm x 20 cm. Sub-samples were taken to identify moisture contents after drying at 85°C. The litterbags were placed back to the area where needle litter was collected to determine the effects of the different micro-ecological sites dominated by black pine and Scots pine stands. Four treatments (C, SD, LR, MT) were evaluated on the basis of needle litter decom-

position for 18 months. Total number of litter decomposition bags was 360 (2 tree species x 5 replicate litter samples x 3 sampling times x 3 replicate sites x 4 different environments =360). The litter decomposition experiment was followed for 18 months. Every 6 month, five litter bags were collected from the field, and litter mass loss rates were calculated after drying the samples at 85 °C.

The $W_t = W_0 e^{-kt}$ formula was used to calculate litter decomposition constant (k) (Olson Decomposition Model; Olson, 1963). W_t is the remaining mass at t time and W_0 is the initial mass. The time for 50% mass loss was also calculated with $T_{50} = 1/k$, and the time for 95% mass loss was calculated with $T_{95} = 3/k$ formula (Olson, 1963).

At each sampling, the litter remaining, C, N, Ca, Mg, P, K, S, Fe, Zn, and Mn concentrations were given with percentages of initial values (P_{ij}), according to the equation:

$$P_{ij} = \frac{C_{ij} \times W_i}{C_{0j} \times W_0} \times 100$$

Here, C_{0j} is initial concentration of j^{th} parameter, W_0 is initial litter weight, C_{ij} is concentration of j^{th} parameter in i^{th} sampling, and W_i is litter weight at i^{th} sampling (Baldantoni et al., 2013).

Data Analysis – Analiza podataka

Mean and standard deviation values of the litter decomposition rates were calculated for each micro-ecological site. Two-way ANOVA (analysis of variance) was applied for the effects of micro-ecological sites and time on the litter qual-

ity parameters during the decomposition periods with SPSS program (version 17.0 for Windows). Based on the results of ANOVA, Tukey's HDS (Honestly Significant Difference) test ($\alpha = 0.05$) was employed for comparing multiple litter quality parameters at each litter sampling time in the micro-ecological sites.

RESULTS

REZULTATI

Soil characteristics – Karakteristike tla

Mean soil physical and chemical properties of the micro-ecological sites of black and Scots pine are shown in Table 1. Soil physical and chemical properties among the two tree species were significant ($p < 0.001$). Soil characteristics could be highly affected by forest harvesting operations. In general, the control sites under the Scots pine had higher soil bulk density and sand content, but lower pH and silt content than the black pine (Table 1). Differences in soil sand, silt and clay contents were also significant between the micro-ecological sites for two tree species. While the contents of sand, silt and clay in the skid roads in the black pine stand differed compared to the other micro-ecological areas, the contents of sand, silt and clay in mineral top soil and logging residual sites were similar (Table 1).

Mass losses of needle litters – Gubici mase igličnih listinaca

Figure 2a and 2b show the remaining mass of the black pine and Scots pine needle litters in 4 micro-ecological areas

Table 1: Soil characteristics under Scots pine and black pine stands for per microecological sites

Tablica 1. Karakteristike tla ispod sastojine običnog bora i crnog bora prema mikroekološkim područjima

Tree species	Microecological Sites/ Mikroekološka lokacija	Bulk Density/ Prirodna gustoća tla (g cm ⁻³)	pH-values pH-vrijednost	Sand/Pijesak (%)	Silt/Prah (%)	Clay/Glina (%)
		Mean ± SE Srednja vrijednost ± Std. Pogreška				
Scots pine	LR	1.10 ± 0.06 ^a	5.16 ± 0.17 ^a	67.9 ± 0.0 ^a	14.3 ± 0.0 ^a	17.8 ± 0.0 ^a
	SR	1.08 ± 0.08 ^a	4.87 ± 0.23 ^a	71.9 ± 0.0 ^b	3.8 ± 0.0 ^b	24.3 ± 0.0 ^b
	MT	1.01 ± 0.07 ^a	5.17 ± 0.09 ^a	58.7 ± 0.0 ^c	15.4 ± 0.0 ^c	25.9 ± 0.0 ^c
	C	1.14 ± 0.07 ^a	5.28 ± 0.09 ^a	62.7 ± 0.0 ^d	17.0 ± 0.0 ^d	20.3 ± 0.0 ^d
	F values/F vrijednosti	0.592	1.306	2.43 × 10 ³²	1.24 × 10 ³⁴	2.11 × 10 ³³
	P/P	0.632	0.318	0.000	0.000	0.000
Black pine	LR	0.87 ± 0.4 ^a	7.63 ± 0.02 ^b	48.5 ± 0.0 ^a	37.0 ± 0.0 ^a	14.5 ± 0.0 ^a
	SR	0.86 ± 0.04 ^a	7.70 ± 0.04 ^b	62.5 ± 0.0 ^b	13.3 ± 0.0 ^b	24.2 ± 0.0 ^b
	MT	1.01 ± 0.11 ^a	7.19 ± 0.20 ^a	51.8 ± 0.0 ^c	15.5 ± 0.0 ^c	32.7 ± 0.0 ^c
	C	0.87 ± 0.03 ^a	7.48 ± 0.05 ^{ab}	59.6 ± 0.0 ^d	15.2 ± 0.0 ^d	25.2 ± 0.0 ^d
	F values/F vrijednosti	1.197	4.696	8.12 × 10 ³²	1.90 × 10 ³²	2.13 × 10 ³³
	P/P	0.352	0.022	0.000	0.000	0.000

Means with different alphabets in the column indicate a significant difference between the microecological areas $P < 0.05$.

SP_{-LR}: Obični bor_{-drvni ostaci}, BP_{-LR}: Crni bor_{-drvni ostaci}, SP_{-SR}: Obični bor_{-traktorski put}, BP_{-SR}: Crni bor_{-traktorski put}, SP_{-MT}: Obični bor_{-mineralno tlo}, BP_{-MT}: Crni bor_{-mineralno tlo}, SP_{-C}: Obični bor_{-kontrola}, BP_{-C}: Crni bor_{-kontrola}, BP: Crni bor, SP: Obični bor. Srednje vrijednosti s različitim slovima u stupcu upućuju na značajnu razliku između mikroekoloških područja $P < 0.05$.

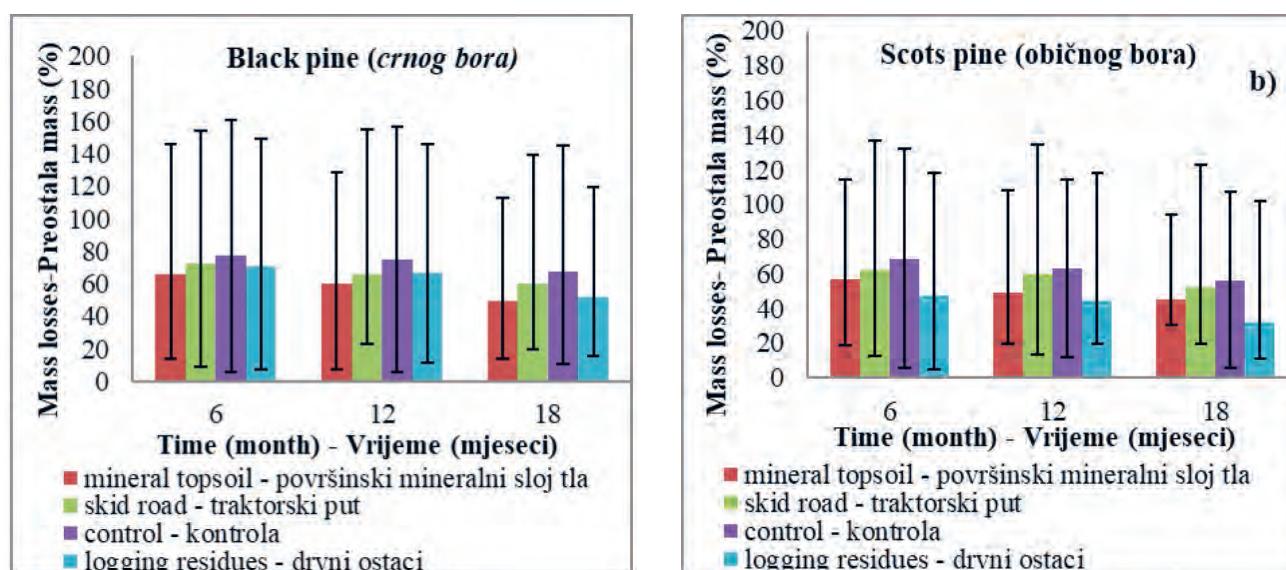


Figure 2. Mean mass losses of the black pine (a) and Scots pine (b) litters under the three different microecological and the control sites
Slika 2. Srednja vrijednost gubitka mase listinca crnog bora (a) i običnog bora (b) ispod tri različite mikroekološke lokacije i kontrolne lokacije

within 18 months. The main effects of time and interaction of time and micro-ecological areas on mass loss were significant in ANOVA results ($P<0.001$) (Figure 2).

In general, at all sampling intervals, the Scots pine needle litters decayed faster than the black pine needle litters. Both the Scots pine and black pine needle litters showed higher mean mass losses under the mineral topsoil and the logging residues than under the skid road and the control site. After 6 months, the Scots pine needle litters under the mineral topsoil and the logging residual showed higher mean mass remaining (43.4% and 52.4%, respectively). The black pine needle litters under control and skid road showed lower mean mass remaining (23% and 28%, respectively). After 12 months, the black pine needle litter under control and skid road areas still had the lowest mass losses (25% and 34%, respectively), while the Scots pine needle litter under the mineral topsoil and the logging residues had the highest mass losses (51% and 56%, respectively). At the end of the litter decomposition experiment in the field (after 18

months), the Scots pine needle litters under the logging residues had the highest mass loss (68%), followed by the mineral topsoil (55%), while the black pine needle litters under the control site had the lowest mass loss (33%).

Decay rates (k) and the time for 50% [T_{50} (y)] and 95% mass loss [T_{95} (y)] for the needle litters of the three micro-ecological and the control sites are shown in Table 2. The decay rates of Scots pine needle litters were highest under the logging residues (0.66) compared to the other sites. The calculated times required for 50% litter mass loss were the highest in BP-_C (4.69 y) and the lowest in SP-_{LR} (1.62 y). For example, while this period was between 1.62-4.84 years for the logging residual of Scots pine, it was 3.16-9.48 years in the control area. For black pine, this period was 2.62-7.87 years in the mineral topsoil microecological field, it increased to 4.69 and 14.07 in the control area. Similar results were found in the time needed for 95% mass losses. The results showed that the Scots pine needle litters under the LR site needed approximately 5 years to lose 95% of its initial mass

Table 2. Annual decay rate constants (k), coefficients of determination (r^2 describing the fit of the decay model ($P < 0.001$), and mean percentage of the needle, time (year) needed for 50% [T_{50} (y)] and 95% mass loss [T_{95} (y)] under different micro-ecological areas.

Tablica 2.?????prijevod Godišnja konstanta stope raspadanja (k), koeficijent determinacije (r^2 opisuje prikladnost modela raspadanja ($P < 0.001$) i srednji postotak igličnog listinca, vrijeme (godine) potrebno za gubitak mase od 50% [T_{50} (y)] i 95% [T_{95} (y)] ispod različitih mikroekoloških područja

Tree species	Microecological and control sites – Mikroekološka i kontrolna lokacija	$k(\text{yr}^{-1})$	r^2	F	T_{50} (y)	T_{95} (y)
Scots pine	LR	0.66	0.963	$P < 0.001$	1.62	4.84
	SR	0.38	0.860	$P < 0.001$	2.85	8.54
	MT	0.47	0.924	$P < 0.001$	2.40	7.21
	C	0.32	0.988	$P < 0.001$	3.16	9.48
	LR	0.37	0.888	$P < 0.001$	2.84	8.51
Black pine	SR	0.29	0.892	$P < 0.001$	3.75	11.26
	MT	0.40	0.969	$P < 0.001$	2.62	7.87
	C	0.22	0.963	$P < 0.001$	4.69	14.07

compared to the black pine needle litters, which needed much time (~8.5 y). The calculated times required for 95% litter mass loss were the highest in BP-_C (14.07 y) and the lowest in SP-_{LR} (4.84 y). In general, the decomposition rate of the species was affected in LR, SR, and MT in three different microecological areas. There was the highest decomposition rate in the field of LR by Scots pine and MT by black pine.

For the two tree species, initial C, Mg, P, K and S concentrations in the needle litter decreased with the decomposition time (Figure 3a, d, e, f and g respectively). Initial N concentration increased for the two tree species at 6 months, but at 12 months it decreased for the Scots pine, whereas it increased for the black pine. At 18 months, it sharply decreased for the black, whereas it increased for the Scots pine

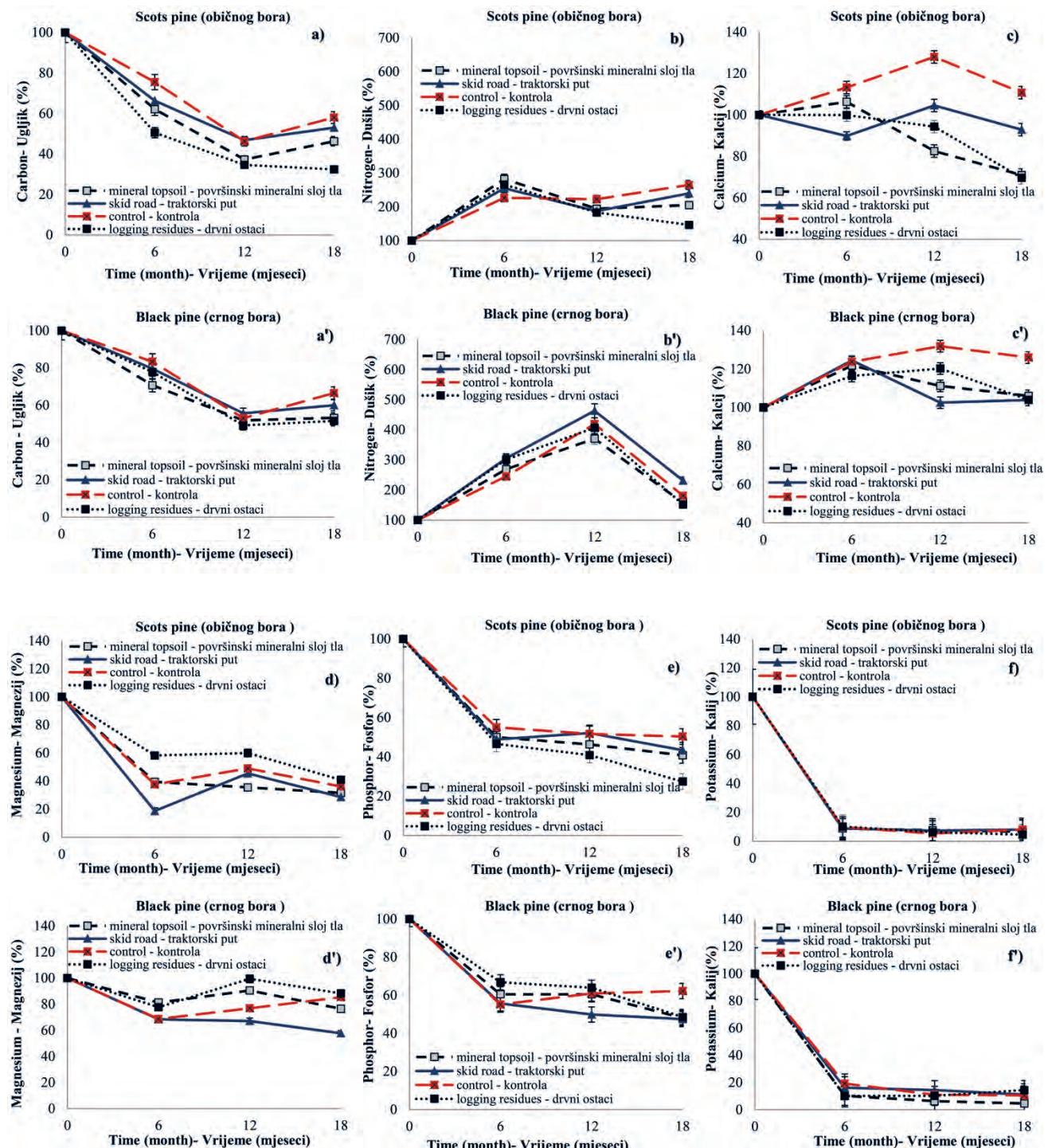


Figure 3. Dynamics of C, N, Ca, Mg, P, K, S, Mn, and Zn, as a percent of the initial value, in *P. sylvestris* and *P. nigra* leaves from four different microecological sites, during the litter decomposition. Vertical bars represent the standard error of the means.

Slika 3. Dinamika C, N, Ca, Mg, P, K, S, Mn i Zn kao postotak početne vrijednosti u listovima *P. sylvestris* i *P. nigra* s četiri različite mikrobiološke lokacije tijekom raspadanja listinca. Vertikalne trake predstavljaju standardnu pogrešku srednje vrijednosti.

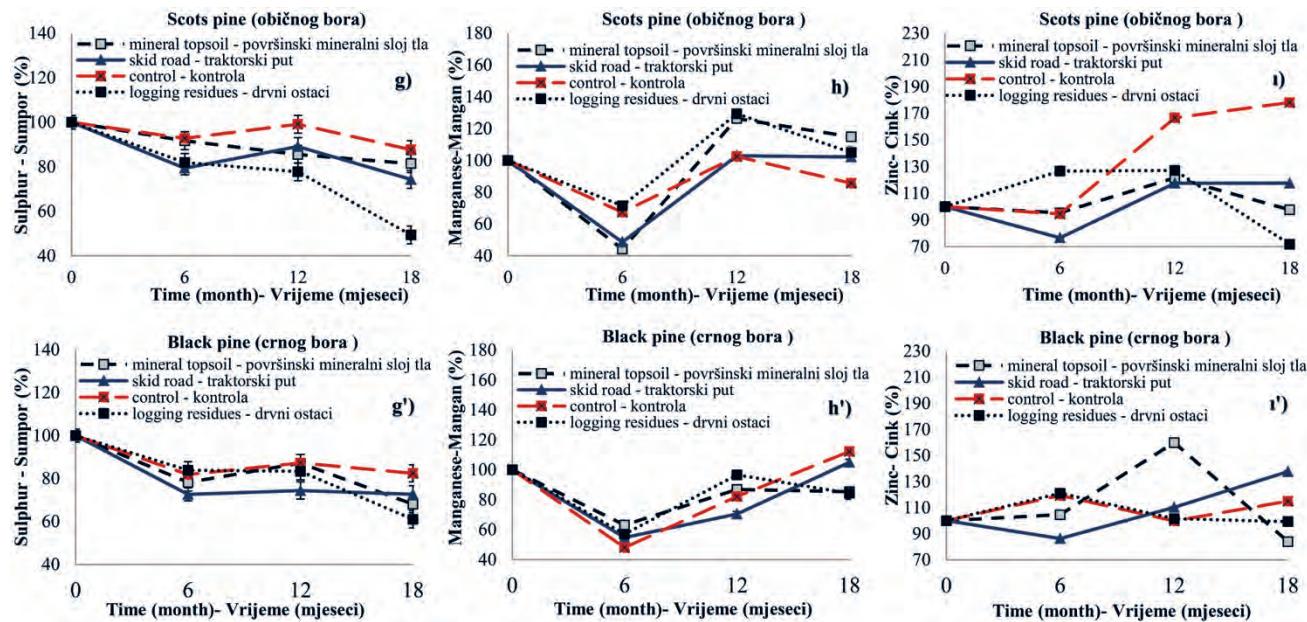


Figure 3. Continued.

(Figure 3b), but, it had a sharp decrease at the 18 months (Figure 3b'). Initial Mn and Zn concentrations firstly showed a decrease and then increased (Figure 3h and i).

DISCUSSION RASPRAVA

In this study, it was determined that clay, silt, sand and pH changed due to the harvesting activities in microecological areas where as soil density did not. In other studies for different tree species, harvesting activities especially at skid roads compared to control areas were effect has been reported the physical properties of the soil (Jourgholami et al., 2014; Picchio et al., 2019; Solgi et al., 2019).

Variation in mass losses and nutrients during litter decomposition with micro-ecological areas – *Varijacija u gubitku mase i hranjivih tvari tijekom raspadanja listinca s obzirom na mikroekološka područja*

The decomposition rates in the microecological areas with the highest decomposition in both species were approximately twice higher than in the control areas. In addition, microecological areas were evaluated among themselves, it is seen that there is always higher decomposition in Scots pine than black pine as a parallel to the control group, in logging residual, skid road, and mineral topsoil. Post harvesting alters litter decomposition processes (Kohout et al. 2018). At the same time these processes depend on remain duration in the forest and the time of year (Törmänen et al., 2018; Mott et al., 2021). The differences in microecological areas were caused by the time required for the esti-

mated 50 and 95 percent mass reduction of these species to differ. This situation also reveals that it gives similarity to the studies conducted in the same region (Enez et al., 2015, 2016).

Previous studies show that nutrient concentrations change in litter residue during decomposition period. A decrease in litter C content (Figure 3a and Figure 3a') followed by a decline at 12th months, as observed in all micro-ecological areas, is similar to previous study reports (Dore et al., 2010, Baldantoni et al., 2013; Savaci and Sariyildiz, 2020; Gannatsios et al., 2021). An increase in Scots pine litter N concentration (Figure 3b) was followed by a decline in time whereas there was a rapid increase in black pine litter over 12 months and decreased sharply at the end of the 18th month (Figure 3b') due to nitrogen immobilization by microorganisms (Melillo et al., 1982; McClaugherty et al., 1985). Magill and Aber (1998) have assumed that the initial stage of litter decomposition by microbes is limited by nitrogen availability and that increases in available nitrogen will increase decay rates.

Forest disturbance, such as harvesting causing nutrient release (Phillips and Watmough, 2012; Crossman et al., 2016) cause a decrease in the amount of Ca and P in a long time (O'Brien et al., 2013; Watmough et al., 2003). In nutrients, initial litter potassium and phosphorus (Figure 3e, Figure 3e', Figure 3f, and Figure 3f', respectively) were lost in decomposing litter in first 18 months, which shows initial leaching potassium loss because of solubility. The relative elemental transition from dissociated litter generally indicates that potassium is highly mobile and nitrogen is the

Table 3. Decomposition studies in Turkey

Tablica 3. Istraživanja raspadanja u Turskoj

Classifying Trees – <i>Razvrstavanje stabala</i>	Species – <i>Vrsta</i>	Decay Rate – <i>Stopa raspadanja (k)</i>	Region – <i>Regija</i>	Experimental Period (month) – <i>Eksperimentalni period (mjeseci)</i>	References – <i>Reference</i>
Conifers – <i>Crnogorice</i>	<i>Pinus sylvestris</i> L.	0.236	Eskişehir	41	Cömez et al. 2017
	<i>Pinus sylvestris</i> L.	0.375	Ankara	12	Sarıyıldız et al., 2008b
	<i>Pinus sylvestris</i> L.	0.346	Artvin	12	Sarıyıldız et al., 2008b
	<i>Pinus sylvestris</i> L.	0.425	Kastamonu	18	Enez, et al., 2015; 2016
	<i>Pinus sylvestris</i> L.	0.458	Kastamonu	18	This study
	<i>Pinus nigra</i> Arnold.	0.304	Ankara	12	Sarıyıldız et al., 2008b
	<i>Pinus nigra</i> Arnold	0.261	Artvin	12	Sarıyıldız et al., 2008b
	<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>pallasiana</i>	0.017	Çankırı	5	Tunç, 2019
	<i>Pinus nigra</i> Arnold.	0.320	Kastamonu	18	This study
	<i>Picea orientalis</i> (L.) Link	0.383	Artvin	12	Sarıyıldız et al., 2008a
Deciduous – <i>Listopadni</i>	<i>Abies nordmanniana</i> subsp. <i>equi-trojani</i>	0.254	Bartın	21	Kara et al., 2014
	<i>Abies nordmanniana</i> subsp. <i>equi-trojani</i>	0.353	Kastamonu	18	Enez, et al., 2015; 2016
	<i>Castanea sativa</i> Miller	0.496	Ankara	12	Sarıyıldız et al., 2008b
	<i>Castanea sativa</i> Miller	0.636	Artvin	12	Sarıyıldız et al., 2008b
	<i>Castanea sativa</i> Miller	0.398	Düzce	27	Sargıcı, 2014
	<i>Castanea sativa</i> Miller	0.412	Kastamonu	18	Enez, et al., 2015; 2016
	<i>Fagus orientalis</i> Lipsky	0.159	Bartın	21	Kara et al., 2014
	<i>Fagus orientalis</i> Lipsky	0.817	İstanbul	12	Çakır and Makineci, 2020
	<i>Fagus orientalis</i> Lipsky	0.248	Düzce	27	Sargıcı, 2014
	<i>Quercus petrea</i>	0.375	Ankara	12	Sarıyıldız et al., 2008b

least mobile (Savaci and Sarıyıldız, 2020). Similarly, conducted studies determined that an initial rapid decrease in K concentration (Berg et al., 1987; Baldantoni et al., 2013; Brais et al. 1995). Armolaitis et al. (2018) declared that the mean concentrations of N, K, Ca and Mg were decreased four years following clear-cutting activities. Also, Berg et al. (1987) stated that decreased from the litter in Mg concentration (Figure 3d, Figure 3d'). In similar to phosphorus concentrations in our study, Edmonds (1980) reported that phosphorus was lost in the first 3-month period, and absolute weights did not exceed initial weights in *A. rubra* and *A. nepalensis* litter. In this study, we reported an increase in absolute calcium and zinc concentrations in Scots pine and black pine litters during the first year of decomposition (Figure 3c, Figure 3c', Figure 3i and Figure 3i', respectively). Initial Mn concentration also decreased over time but had highest point at the 12-month under Scots pine and 18-month intervals under black pine (Figure 3g, Figure 3g'). Davey et al. (2007) stated that Mn concentration was with the degradation of lignin or humification products already important in the early stage of decomposition. Also, the relationship between the initial decomposition rate and Mn may be due to the role of Mn as a cofactor in Mn-peroxidase, an enzyme in the ligninase system (Davey et al., 2007).

The S concentration in Scots pine and black pine litters were initially lowered at the 6-month but then slowly increased at the 12-month and then decreased at the 18-month (Figure 3h, Figure 3h'). This is similar to the value reported for decomposing litter (Blair, 1988). We did not investigate the differences in soil nutrient status of different microecological areas of the Scots pine and black pine species, but the results show that these factors must be considered to understand the difference in decomposition process among the different microecological areas.

Variation in mass losses among tree species – *Varijacija u gubitku mase među podvrstama drveća*

Litter decay rates of various tree species in different habitat conditions in Turkey are given in Table 3. In this study carried out the Scots pine needles have a higher decomposition rate than the black pine. Compared to other studies with black pine and Scots pine needles in different growing habitats, it is seen that the decomposition is higher in the Kastamonu region. It is known that climate, soil organisms, initial chemical content of litter, and soil properties are effective on the decomposition of litter (Sarıyıldız et al., 2008a). At the same time, stand types affect the rate of litter decomposition (Cömez et al., 2017).

CONCLUSION ZAKLJUČAK

Forest management activities are needed in forestry, and humans might show minimum control over the conditions under which these are performed. This study has shown that litter decomposition rates are significantly influenced by the site disturbance activities from the forest harvesting, but the degree of variation in litter decomposition rates shows differences with tree species. The results show that there are significant variations in the litter mass loss, the nutrient concentrations, soil physical and chemical properties among the two tree species, and different micro-ecological areas due to the site disturbance activities from the forest harvesting. These results demonstrate that the litter mass remaining of black pine and Scots pine varied at significant levels among sampling time and micro-ecological areas. These results make it mandatory to specify the operation plans and especially the skidding routes with its inspection for the harvesting activities.

Declarations

- ⇒ Ethics approval and consent to participate
Not applicable
- ⇒ Consent for publication
Not applicable
- ⇒ Availability of data and materials
Not applicable
- ⇒ Competing interests
The authors declare that they have no competing interests
- ⇒ Funding

This research has been supported by the Kastamonu University, Scientific Research Projects Coordination Department (KUBAP), Kastamonu, Turkey (Project Number: KÜ-BAP01/2015/19). The role of the funding body was collection and analysis of data.

REFERENCES LITERATURA

- Akbaş, B., N. Akdeniz, A. Aksay, I. Altun, V. Balci, E. Bilginer, T. Bilgiç, M. Duru, T. Ercan, I. Gedik, Y. Günay, I.H. Güven, H.Y. Hakyemez, N. Konak, I. Papak, S. Pehlivan, M. Sevin, M. Senel, N. Tarhan, N. Turhan, A. Türkecan, U. Ulu, M.F. Uğuz, A. Yurtsever: 2016. Geological map of Turkey. General Directorate of Mineral Research and Exploration Publication, Ankara, Turkey (in Turkish).
- Andrade, M.L.C., D. Tassinari, M.S. Dias Junior, R.P. Martins, W.W. Rocha, Z.R. Souza, 2017: Soil compaction caused by harvest and logging operations in eucalyptus forests in coarse-textured soils from northeastern Brazil, *Cienc Agrotecnologia*, 41(2): 191–200. <https://doi.org/10.1590/1413-70542017412036216>
- Armolaitis, K., V. Stakėnas, I. Varnagirytė-Kabašinskienė, A. Gudauškienė, P. Žemaitis, 2018: Leaching of organic carbon and plant nutrients at clear cutting of Scots pine stand on arenosol, *Baltic For*, 24: 50-59.
- Baldantoni, D., A. Bellino, F. Manes, A. Alfani, 2013: Ozone fumigation of *Quercus ilex* L. slows down leaf litter decomposition with no detectable change in leaf composition, *Ann For Sci*, 70: 571-578. <http://doi.org/10.1007/s13595-013-0297-5>
- Berg, B., H. Staaf, B. Wessen, 1987: Decomposition and nutrient release in needle litter from nitrogen-fertilized Scots pine (*Pinus sylvestris*) stands, *Scand J For Res*, 2(1-4): 399-415. <https://doi.org/10.1080/02827588709382478>
- Bird, G.A., L. Chatarpaul, 1988: Effect of forest harvest on decomposition and colonization of maple leaf litter by soil microarthropods. *Can J Soil Sci*, 68: 29–40.
- Blair, J. M. 1988: Nitrogen, sulfur and phosphorus dynamics in decomposing deciduous leaf litter in the southern Appalachians. *Soil Biol and Biochem*, 20(5): 693-701. [https://doi.org/10.1016/0038-0717\(88\)90154-X](https://doi.org/10.1016/0038-0717(88)90154-X)
- Bouyoucos, G.J., 1962: Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils 1, *Agronomy J*, 54: 595-622.
- Brais, S., C. Camiré, Y. Bergeron, D. Paré, 1995: Changes in nutrient availability and forest floor characteristics in relation to stand age and forest composition in the southern part of the boreal forest of northwestern Quebec, *Forest Ecol Manag*, 76: 181-189. [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(95\)03541-H](https://doi.org/10.1016/0378-1127(95)03541-H)
- Çakır, M., E. Makineci, 2020: Litter decomposition in pure and mixed *Quercus* and *Fagus* stands as influenced by arthropods in Belgrad Forest, Turkey, *J For Res*, 31: 1123-1137. <https://doi.org/10.1007/s11676-019-00915-y>
- Cambi, M., G. Certini, F. Neri, E. Marchi, 2015: The impact of heavy traffic on forest soils: A review, *For Ecol Manag*, 338: 124-138. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.11.022>
- Cömez, A., D. Tolunay, S.T. Güner, 2017: Determination of carbon sequestration in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands on Sündiken Mountain. In, T.C. ESK-09 (6303)/ 2010-2016 numbered project supported by the Ministry of Forestry and Water Affairs, Istanbul.
- Crossman, J., M.C. Eimers, S.A. Watmough, M.N. Futter, J. Kerr, S.R. Baker, P.J. Dillon, 2016: Can recovery from disturbance explain observed declines in total phosphorus in Precambrian Shield catchments? *Can J Fish Aquat Sci*, 73: 1202–1212. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2015-0312>
- Davey, M. P., B. Berg, B. A. Emmett, P. Rowland, 2007: Decomposition of oak leaf litter is related to initial litter Mn concentrations. *Botany*, 85:16-24. <https://doi.org/10.1139/b06-150>
- Dore, S., T.E. Kolb, M. Montes-Helu, S.E. Eckert, B.W. Sullivan, B.A. Hungate, J.P. Kaye, S.C. Hart, G.W. Koch, A. Finkral, 2010: Carbon and water fluxes from ponderosa pine forests disturbed by wildfire and thinning, *Ecol Appl*, 20(3): 663-683. <https://doi.org/10.1890/09-0934.1>
- Edmonds, R.L., 1980: Litter decomposition and nutrient release in Douglas-fir, red alder, western hemlock, and Pacific silver fir ecosystems in western Washington, *Can J For Res*, 10 (3): 327-337. <https://doi.org/10.1139/x80-056>
- Elosegi, A., J. Diez, J. Pozo, 2007: Contribution of dead wood to the carbon flux in forested streams, *Earth Surf Proc Land*, 32: 1219–1228. <https://doi.org/10.1002/esp.1549>
- Enez, K, T. Sarıyıldız, B. Arıcak, G. Savacı, 2016: Initial litter quality variables and disturbed site characteristics by forest harvesting practices influence litter decomposition rates of scots pine,

- trojan fir and sweet chestnut in northwest of Turkey, Fresenius Environ Bull 25: 4732-4741.
- Enez, K., B. Arıçak, T. Sarıyıldız, 2015: Effects of harvesting activities on litter decomposition rates of scots pine, trojan fir, and sweet chestnut, Sumar List, 78: 361-368.
 - Enez, K., T. Sarıyıldız, G. Savaci, 2019: Effects of timber harvesting activities on needle litter decomposition rates and nutrient concentrations of black pine. 2nd International symposium of forest engineering and technologies, Agricultural University of Tirana, Faculty of Forestry Science, 111-116, Tirana
 - Erdem E., N. Karavin, 2016: Effect of litter placement to decomposition rate of *Juglans regia* L leaf litter, Sch Acad J Biosci, 4 (9): 778-781. <https://doi.org/10.21276/sajb.2016.4.9.15>
 - Erdem, E., 2016: Investigation on leaf litter decomposition in *Populus nigra* L. and *Juglans regia* L. (Master's thesis), Amasya University, Amasya (in Turkish with English summary)
 - Ferreira, G.W., J.V. Roque, E.M. Soares, I.R. Silva, E.F. Silva, A.A. Vasconcelos, R.F. Teófilo, 2018: Temporal decomposition sampling and chemical characterization of eucalyptus harvest residues using NIR spectroscopy and chemometric methods, Talanta 188: 168-177. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2018.05.073>
 - Ganatsios, H.P., P.A. Tsioras, A.G. Papaioannou, C.R. Blinn, 2021: Short term impacts of harvesting operations on soil chemical properties in a mediterranean oak ecosystem, Croat J For Eng, 42: 3463-476 <https://doi.org/10.5552/crojfe.2021.1100>
 - Gao, J., H. Han, F. Kang, 2019: Factors controlling decomposition rates of needle litter across a chronosequence of chinese pine (*Pinus tabuliformis* Carr.) Forests, Pol J Environ Stud, 28(1): 91-102 <https://doi.org/10.15244/pjoes/84770>
 - Gulci, N., A.E. Akay, O. Erdas, 2016: Investigation of timber harvesting operations using chainsaw considering productivity and residual stand damage: The Case of Bahçe Forest Enterprise Chief. J Fac For-Istanbul University. <http://dx.doi.org/10.17099/jffiu.11250>
 - Jackson, M.L. 1962: Soil chemical analysis, constable and company Ltd., 42-47., London, England.
 - Janowiak, M.K., C.R. Webster, 2010: Promoting ecological sustainability in woody biomass harvesting, J For, 108:16-23.
 - Jordon, D., JrF. Ponder, JrF. V.C. Hubbard, 2003: Effects of soil compaction, forest leaf litter and nitrogen fertilizer on two oak species and microbial activity, Appl Soil Ecol, 23: 33-41. [https://doi.org/10.1016/S0929-1393\(03\)00003-9](https://doi.org/10.1016/S0929-1393(03)00003-9)
 - Jourgholami, M. B. Majnounian, M. Etehadi Abari, 2014: Effects of tree-length timber skidding on soil compaction in the skid trail in Hyrcanian forests, For. Syst, 23. 288–293.
 - Kara, O., I. Bolat, K. Cakiroglu, M. Senturk, 2014: Litter decomposition and microbial biomass in temperate forests in Northwestern Turkey, J Soil Sci Plant Nutr, 14: 31-41. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-9516201400500003>
 - Kohout, P, M. Charvátová, M. Štursová, T. Mašínová, M. Tomšovský, P. Baldrian, 2018: Clearcutting alters decomposition processes and initiates complex restructuring of fungal communities in soil and tree roots. The ISME journal, 12: 692-703.
 - Kranabetter, J.M., B.K. Chapman, 1999: Effects of forest soil compaction and organic matter removal on leaf litter decomposition in central British Columbia, Can J Soil Sci, 79: 543–550. <https://doi.org/10.4141/S98-081>
 - Lado-Monserrat, L., A. Lidón, I.Bautista, 2016: Litterfall, litter decomposition and associated nutrient fluxes in *Pinus halepensis*: influence of tree removal intensity in a Mediterranean forest, Eur J For Res, 135(1): 203-214. <http://dx.doi.org/10.1007/s10342-015-0893-z>
 - Magill, A.H., J.D. Aber, 1998: Long-term effects of experimental nitrogen additions on foliar litter decay and humus formation in forest ecosystems, Plant Soil, 203: 301-311.
 - McClaugherty C.A., J. Pastor, J.D. Aber, J.M. Melillo, 1985: Forest litter decomposition in relation to soil nitrogen dynamics and litter quality, Ecology, 66: 266-275.
 - Melillo, J.M., J.D. Aber, J.F. Muratore 1982: Nitrogen and lignin control of hardwood leaf litter decomposition dynamics, Ecology, 63: 621-626.
 - Mott, C.M., R.W. Hofstetter, A.J. Antoninka 2021: Post-harvest slash burning in coniferous forests in North America: A review of ecological impacts, For Ecol Manag, 493: 119251. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119251>
 - O'Brien, H.D., M.C. Eimers, S.A. Watmough, N.J. Casson, 2013: Spatial and temporal patterns in total P in south-central Ontario streams, the role of wetlands and past disturbance. Can J Fish Aquat Sc. 70: 766–774. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2012-0474>
 - Oades, J.M. 1988: The retention of organic matter in soils. Biogeochemistry 5:35–70. <https://doi.org/10.1007/BF02180317>
 - Olson, J.S. 1963: Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems, Ecology, 14: 322-331. <https://doi.org/10.2307/1932179>
 - Phillips, T., S. Watmough, 2012: A nutrient budget for a selection harvest, implications for long-term sustainability, Can J For Res, 42, 2064–2077. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2012-0224>
 - Picchio, R, F. Tavankar, M. Nikooy, G. Pignatti, R. Venanzi, A. Lo Monaco, 2019: Morphology, growth and architecture response of beech (*Fagus orientalis* Lipsky) and maple tree (*Acer velutinum* Boiss.) seedlings to soil compaction stress caused by mechanized logging operations, Forests, 10 (9): 771. <https://doi.org/10.3390/f10090771>
 - Picchio, R, P.S. Mederski, F Tavankar, 2020: How and how much, do harvesting activities affect forest soil, regeneration and stands? Curr For Rep, 6:115-128.
 - Prescott, C.E. 2005: Do rates of litter decomposition tell us anything we really need to know? Forest Ecol Manag, 220: 66-74. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.08.005>
 - Sarginci, M., 2014: Litter dynamics in western blacksea forest ecosytems. (PhD thesis), Duzce University, Duzce (in Turkish with English summary)
 - Sarginci, M., O. Yıldız, D. Tolunay, B. Toprak, Ş. Temür, 2021: Leaf litter dynamics in Western Black Sea mountainous forest ecosystems. Can J For Res, 51: 1821-1832.
 - Sarıyıldız T (2002). An overview of studies on the importance of litter decomposition and the effect of litter components on litter decomposition. II. National Black Sea Forestry Congress 2: 807-819 (in Turkish with English summary), Artvin
 - Sarıyıldız, T., A. Tüfekçioğlu, M. Küçük 2005: Comparison of decomposition rates of beech (*Fagus orientalis* Lipsky) and spruce (*Picea orientalis* (L.) Link) litter in pure and mixed stands of both species in Artvin, Turkey, Turk J Agric For, 29: 429-438.
 - Sarıyıldız, T., E. Akkuzu, M. Küçük, A. Duman, Y. Aksu 2008a: Effects of *Ips typographus* (L.) damage on litter quality and decomposition rates of oriental spruce [*Picea orientalis* (L.) Link.] in Hatila Valley National Park, Turkey, Eur J of For Res, 127: 429-440. <https://doi.org/10.1007/s10342-008-0226-6>
 - Sarıyıldız, T., S. Varan, A. Duman, 2008b: Effects of litter quality and environmental factors on litter decomposition rates: a case

- study from Artvin and Ankara Regions, Kastamonu Univ J Forestry Faculty, 8: 109-119 (in Turkish with English summary)
- Sariyildiz, T., M. Acar, M. Küçük, 2010: Effect of tree species and topography on root secomposition, oral presentation II. National Black Sea Forestry Congress, Turkey: 20-22 (in Turkish with English summary), Artvin
 - Savaci, G., T. Sariyildiz, 2020: Effects of stand age on litter quality, decomposition rate and nutrient release of Kazdagı fir (*Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani*), iForest-Bioge Forestry, 13: 396-403. <https://doi.org/10.3832/ifor3306-013>
 - Solgi, A., R. Naghdi, E. Marchi, A. Laschi, F.K. Behjou, V. Hemmati, A. Masumian, 2019: Impact assessment of skidding extraction: effects on physical and chemical properties of forest soils and on maple seedling growing along the skid trail, Forests, 10: 134.
 - Sollins, P., 1996: Stabilization and destabilization of soil organic matter: mechanisms and controls, Geoderma, 74: 65–105 [https://doi.org/10.1016/S0016-7061\(96\)00036-5](https://doi.org/10.1016/S0016-7061(96)00036-5)
 - Startsey, N.A., D.H. McNabb, A.D. Startsey, 1997: Soil biological activity in recent clearcuts in west-central Alberta, Can J of Soil Sci, 78: 69–76.
 - Tassinari D., M.L.D.C. Andrade, M.D.S. Dias Junior, R. P. Martins, W.W. Rocha, P.S.A.M. Pais, Z.R. de Souza, 2019: Soil compaction caused by harvesting, skidding and wood processing in eucalyptus forests on coarse-textured tropical soils, Soil Use Manag, 35(3): 400-411. <https://doi.org/10.1111/sum.12509>
 - Törmänen., T, V. Kitunen, A.J. Lindroos, J. Heikkinen, A. Smolander, 2018. How do logging residues of different tree species affect soil N cycling after final felling? For Ecol Manag, 427: 182-189. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.06.005>
 - Tóth, G., L. Montanarella, V. Stolbovoy, F. Máté, K. Bódis, A. Jones, P. Panagos, M.V. Liedekerke 2008: Soils of the european union. JRC scientific and technical reports, Office for Official Publications of the European Communities, 1-100, Luxembourg
 - Tunç, T., 2019: Litter decomposition in different development stage of anatolian black pine stands in Çankırı-Eldivan region. (Master's thesis), Çankırı Karatekin University, Cankırı (in Turkish with English summary)
 - Venanzi., R., R. Picchio, G. Piovesan, 2016. Silvicultural and logging impact on soil characteristics in Chestnut (*Castanea sativa* Mill.) Mediterranean coppice, Ecol Eng, 92: 82–89. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.03.034>
 - Waldrop., M.P., J.G. McColl, R.F. Powers, 2003: Effects of forest postharvest management practices on enzyme activities in decomposing litter, SSSAJ, 67(4): 1250-1256. <https://doi.org/10.2136/sssaj2003.1250>
 - Waring, R.H. W.H. Schlesinger, 1985: Forest Ecosystems: conceptions and management. Academic, Press, INC. (London) LTD.
 - Watmough., SA, J. Aherne, P.J. Dillon, 2003: Potential impact of forest harvesting on lake chemistry in south-central Ontario at current levels of acid deposition, Can J Fish Aquat Sci, 60: 1095–1103. <https://doi.org/10.1139/f03-093>

SAŽETAK

U istraživanju se proučavao učinak drvnih ostataka i traktorskih puteva na raspadanje igličnog listinca i otpuštanje hranjivih tvari čistih sastojina crnog bora i običnog bora na tri različite mikroekološke lokacije (traktorski put, drveni ostaci i mineralni površinski sloj tla) i na kontrolnoj lokaciji (područje neiskorištavanja šume). Prvo je analizirana ukupna koncentracija ugljika i hranjivih tvari (N, P, K, Ca, S, Mg, Mn i Fe) u igličnim listincima crnog bora i običnog bora. Eksperiment raspadanja listinca provenjen je pomoću metode vreća na otvorenom u periodu od 18 mjeseci. Iglični listinci običnog bora raspali su se brže od listinca crnog bora. Obje vrste igličnog listinca pokazali su veće prosječne gubitke mase ispod mineralnog površinskog sloja i drvnih ostataka nego ispod traktorskog puta i na kontrolnoj lokaciji.

KLJUČNE RIJEČI: kvaliteta listinca, mikroekološko područje, raspadanje listinca, hranjive tvari, vrste drveća

INFLUENCE OF BODY SIZE AND COLORATION ON THE MATE CHOICE IN STRIPED STINK BUG (*Graphosoma lineatum* L.) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

UTJECAJ VELIČINE TIJELA I OBOJENOSTI PRILIKOM
ODABIRA PARTNERA KOD PRUGASTOG SMRDLJIVCA
(*Graphosoma lineatum* L.) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

Linda BJEDOV¹, Marko VUCELJA^{1*}, Josip MARGALETIĆ¹

SUMMARY

Female as well as male mate choice has already been recognized in many insects. The traits responsible for the mate choice in a striped stink bug (*Graphosoma lineatum* L.) are not yet explored. This work concentrates on few possible traits responsible for mate choice in a striped stink bug. For this analysis free living copulating individuals as well as the single ones were collected. On two different locations animals were collected and their body length, pronotum broadness and coloration were measured. No differences were found in all measured traits between copulating and control individuals, showing no preferences when choosing copulation partner. Results also show no evidence of assortative mating, referring to the body length and the pronotum broadness of both sexes. All three measured traits seem not to have an influence on the mate choice of both sexes. Further experimental testing is needed to fully exclude the importance of body size and coloration in mate choice of a striped stink bug.

KEY WORDS: stink bug, mate choice, body size, coloration

INTRODUCTION

UVOD

Mate choice is a common strategy in animals, where in many species females exhibit a preference for male traits and thereby potentially influence the evolution of these traits (Andersson & Simmons, 2006). This is also the case with insects where we find that different mate strategies have evolved, and that body size plays an important role in the mating success (Thornhill & Alcock, 1983). The effects of

body size may also occur in both sexes (McLain & Boromisa, 1987) or only in one sex (Juliano, 1985, Hanks et al., 1996). Females show a higher fecundity with increasing body weight in most of insect taxa (Honek, 1993), so also males as well as the females do, can directly profit from choosing a bigger mate. Such preferences for a bigger sex or also assortative mating systems can be found in many taxa as smooth newts (Verrell, 1986) field crickets (Simmons, 1988), mormon crickets (Gwynne, 1981), blister beetles (Brown, 1990), leaf-cutter bees (Kim, 1997),

¹ PhD Linda Bjedov, postdoctoral, PhD Marko Vucelja, assistant professor, PhD Josip Margaletić, full professor, Department of Forest Protection and Wildlife Management, University of Zagreb, Faculty of Forestry and Wood Technology, Svetosimunska 23, 10000 Zagreb, Croatia

*Correspondence: PhD Marko Vucelja, assistant professor: mvucelja@sumfak.hr

wood frogs (Berven, 1981) and in some shield bug species, e.g. green stink bug (Capone, 1995).

Not only body size but also other traits as colour may play an important role, like in southern green stink bug, where females prefer mating with orange males rather than with the green ones (Follett et al., 2007). In a ladybird bug not only the coloration or the body size but the combination of both traits affects the male mating success where males of different body sizes obtain a mating advantage according to the colour morph (Ueno et al., 1998).

There is some data available on vibratory signals as sex attractants for the striped stink bug (*Graphosoma lineatum* L.) (Gogala 2006) but other sexual traits which could influence a mate choice are not yet known as in some other well examined Pentatomidae species. In this species bigger females and smaller males show identical coloration that mainly serves as a protection from diverse predators, signalling unpalatable prey (Veselý et al., 2006). Although this coloration shows a high similarity between the individuals as between both sexes, some colour differences are identifiable. Differences in coloration ranging from pale brownish/orange with black striation to vivid red with black striation are assumed to have cryptic role as well as aposematic and change seasonally (Sillén-Tullberg et al., 2008, Johansen et al., 2010, Gamberale-Stille et al., 2010). This colour differences as well as the body sizes of both sexes were used for this analysis. Therefore, the measurements of redness and the body size of the copulating animals were taken to provide us with some date on mate choice.

MATERIAL AND METHODS

MATERIJAL I METODE

Study organism: For this analysis only free living adults of stink bug *Graphosoma lineatum* (Linné, 1758) were used



Figure 1. Striped stink bug copulating (author: Linda Bjedov)
Slika 1. Prugasti smrdljivac u kopulaciji (autor: Linda Bjedov)

(Figure 1). The copulating individuals were collected at two different sites with similar size and vegetation. The measurements were done outdoors and the individuals were released directly afterwards on the place of finding. Additionally as control group the single found individuals of both sexes close to the copulating groups were collected.

Measurements: Only the animals found on Apiaceae plants were used for measurements. The animals were collected and measured in the fields starting at 10 am. For 10 days measurements were repeated between 11th and 28th of June 2007. 65 different copulation partners, 44 control females and 53 control males were measured. The sex from all caught individuals was determined. The body length and pronotum broadness were measured with Vernier caliper. Only copulating individuals were marked with numbered white stickers. It has been calculated that body length and pronotum broadness correlate positive with each other within both sexes, excluding possible measurements mistakes (Spearman's rank correlation coefficient; female: N= 93, R= 0.654406 p< 0.000001, male: N= 107, R= 0.297051, p< 0.001). Colour of the shield was defined as red or orange. For that a paper colour scale was used with colours ranging from dark red to bright orange.

Statistics: All calculations were done with Software: StatSoft Statistica 6.0. For a correlation between the body length and pronotum broadness of both sexes Spearman's rank correlation coefficient was used. The differences in the body length and pronotum broadness between copulating and control group of both sexes were tested with Mann-Whitney-Test. Colour differences were tested with Chi²-test, where found colour combination of copulating individuals have been tested with expected values calculated from the number of red and orange sexes within the whole population (N=201, number doesn't contain recaptured individuals).

RESULTS

REZULTATI

Average body length between individuals found copulating and the control group shows no significant difference (Figure 2). This is the case for both sexes (female: N_{cop}=49, N_{cont}=44, U=971, p=0.41; male: N_{cop}=54, N_{cont}=53, U=1393, p=0.8110). The same was found for the broadness of the pronotum (Figure 3), where both sexes of copulating group show similar pronotum broadness as the control individuals (female: N_{cop}=49, N_{cont}=44, U=949.5, p=0.3196; male: N_{cop}=54, N_{cont}=53, U=1126, p=0.0547).

The copulating individuals did not show any correlation referring to the body length or pronotum broadness (body length: N=65, R=0.0592, p=0.6392; pronotum broadness: N=65, R=0.0424, p=0.7370). Figure 4 show that the copulating partners were chosen randomly or because of some other traits and show no evidence of assortative mating.

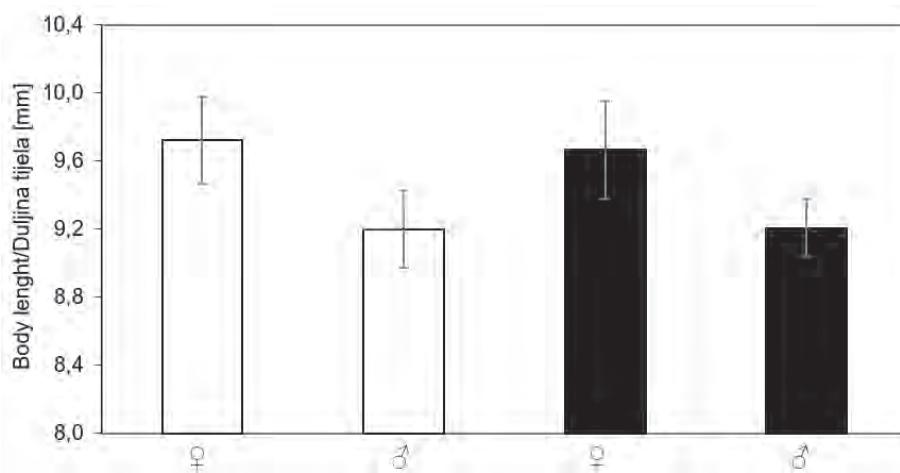


Figure 2: Average body length \pm SD of animals caught copulating (white bars) and the control animals (black bars) of both sexes. The copulating bars do not contain any values from recaptured animals.

Slika 2: Prosječna duljina tijela \pm SD ulovljenih kopulirajućih životinja (bijeli stupci) i kontrolnih životinja (crni stupci) za oba spola. Stupci kopulirajućih životinja ne sadrže vrijednosti ponovno ulovljenih životinja.

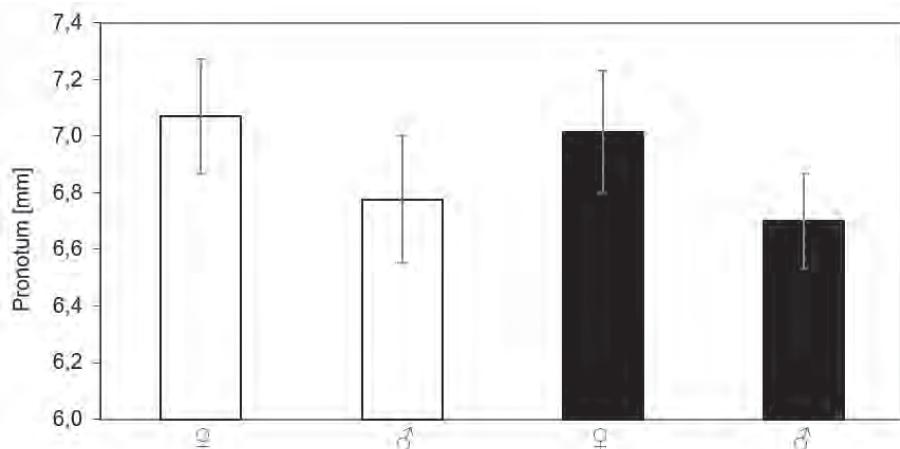


Figure 3: Average pronotum broadness \pm SD of animals caught copulating (white bars) and control animals (black bars) of both sexes. The copulating bars do not contain any values from recaptured animals.

Slika 3: Prosječna širina pronotuma \pm SD ulovljenih kopulirajućih životinja (bijeli stupci) i kontrolnih životinja (crni stupci) za oba spola. Stupci kopulirajućih životinja ne sadrže vrijednosti ponovno ulovljenih životinja.

The orange colour with 63% was the dominant coloration in both sexes of copulating and control group (Table 1). No difference in amount of colour morphs between copulating and control group was found ($\chi^2=1.7239$, $DF=3$, $p=0.6316$).

All four possible partner combinations were found and it seems that no preference for particular colour is present. There are more orange individuals copulating with each other and other three colour combinations have similar values (Figure 5). Considering that there are more orange

Table 1. Numbers of copulating and single captured colour morphs. Table does not contain recaptured copulating animals.

Tablica 1. Broj različitih obojenosti kopulirajućih i nekopulirajućih jedinki. Podaci ne uključuju mjerena ponovljenih kopulacija.

	Sex/Spol	Red/Crvena	Orange/Narančasta	Total/Ukupno
Copulation/Kopulacija	Female/Ženka	20	29	49
Copulation/Kopulacija	Male/Mužjak	17	38	55
Control/Kontrola	Female/Ženka	21	23	44
Control/Kontrola	Male/Mužjak	17	36	53
Total/Ukupno		75	126	201

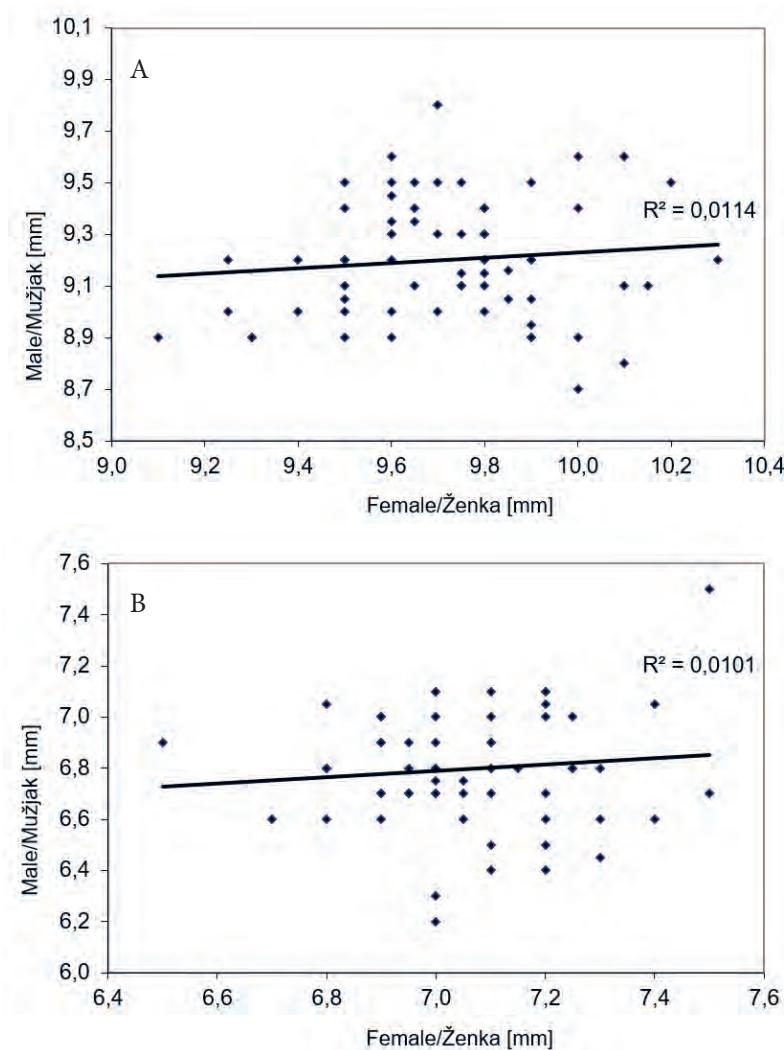


Figure 4: Correlation between the body size (A) and pronotum size (B) of copulating animals. Data does not contain points of repeated copulations (same female copulating second or more times with same male).

Slika 4: Korelacija duljine tijela (A) i širine pronotuma (B) kopulirajućih životinja. Podaci ne uključuju ponovljene kopulacije (parenja istih ženki i mužjaka dva ili više puta)

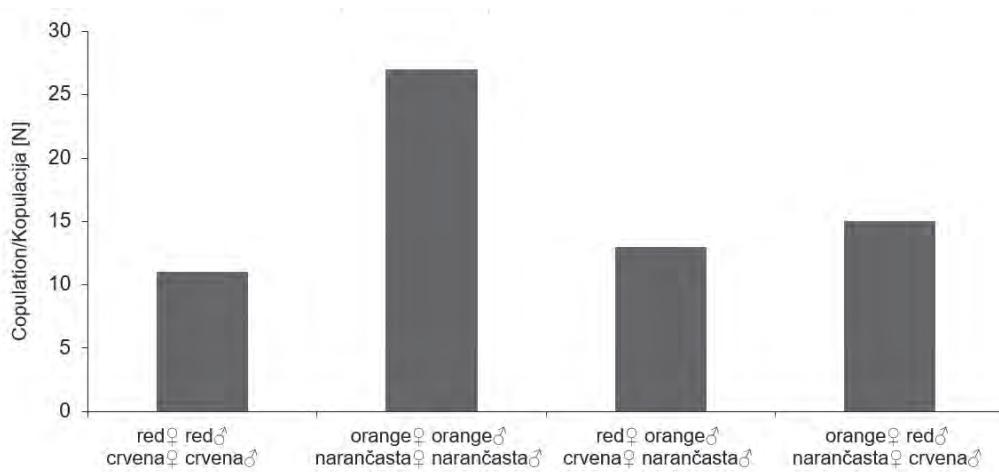


Figure 5: Absolute values of four copulation colour combination. Total number of all copulating colour combinations is 66 and contains only 1 repeated copulation.

Slika 5: Apsolutne vrijednosti četiri mogućih kombinacija obojenosti kopulirajućih jedinki. Ukupan broj svih kombinacija obojenosti kopulirajućih jedinki iznosi 66 i sadrži samo jednu ponovljenu kopulaciju.

individuals in the population, there is no evidence for preference of one colour in copulating group ($\chi^2=3.8853$, $DF=3$, $p=0.2741$).

DISCUSSION RASPRAVA

This study shows that body length as well as the pronotum broadness seems not to have any effect on the mate choice in a striped stink bug. The females and males that were caught copulating do not differ in their body size from the control animals. Although body length seems to have no effect, the pronotum of copulating males appears to be slightly larger. The low p value ($N_{cop}=54$, $N_{cont}=53$, $U=1126$, $p=0.0547$) could be interpreted as a tendency for higher mating success in males with bigger pronotum. In this case an experimental approach would provide us with more information such as how strongly the environmental stimuli decrease the selective force of choosing sex for this trait.

In a green stink bug it was found that not only female preference for bigger males but also a mutual choice appears to lead to assortative mating (Capone, 1995). For our analysis no evidence for assortative mating referring to the body length or pronotum broadness could have been confirmed.

In one of Pentatomidae species (southern green stink bug, *Nezara viridula*) female preference depends on the coloration of the male (Follett et al., 2007). In our case coloration data shows that this is not the case. The copulating partner is most likely not chosen dependent on its coloration. The number of copulation combinations is proportional to the number of colour morphs in the whole population. The difference between orange and red morphs is most probably present due to some other causes and seems to have no influence on mate choice. It seems that this coloration is mostly aposematic and/or cryptic (Sillén-Tullberg et al., 2008, Johansen et al., 2010, Gamberale-Stille et al., 2010). Still the coloration shouldn't be ruled out cause aposematic role of coloration can also be used for sexual signaling (Finkbeiner et al. 2014, Rojas et.al., 2018).

This analysis has provided us with data showing that mate choice in striped stink bug considering both sexes is independent of body length, pronotum broadness and different coloration. In some Pentatomidae species there are also other traits that influence the mate choice. Such example is a green stink bug with complex mate recognition systems, where localization of a sexual partner is based on acoustical signals such as male courtship song and female calling song (Miklas et al., 2003). As in the case of red-shouldered stink bug where the pheromones are produced from the male to attract the females and not the other way around (McBrien et al., 2002), the pheromones may also play an important

role in the striped stink bug. Although such traits as pheromones or vibratory signals are possible, importance of the body size and coloration in *Graphosoma lineatum* requires some further experimental testing to be excluded as having no importance in mate choice.

REFERENCES

LITERATURA

- ANDERSSON, M. & SIMMONS, L. W. 2006. Sexual selection and mate choice. *Trends Ecol. Evol.* 21: 296-302
- BERVEN, K. A. 1981. Mate choice in the wood frog, *Rana sylvatica*. *Evol.* 35: 707-722.
- BROWN, W. D. 1990. Size-assortative mating in the blister beetle *Lytta magister* (Coleoptera: Meloidae) is due to male and female preference for larger mates. *Anim Behav.* 40: 901-909
- CAPONE T, A. 1995. Mutual preference for large mates in green stink bugs, *Acrosternum hilare* (Hemiptera: Pentatomidae). *Anim Behav.* 49: 1335-1344
- FINKBEINER, S. D., BRISCOE, A. D., REED, R. D. 2014. Warning signals are seductive: Relative contributions of color and pattern to predator avoidance and mate attraction in *Heliconius* butterflies. *Evolution* 68-12: 3410-3420
- FOLLETT, P. A., CALVERT, F., GOLDEN, M. 2007. Genetic studies using the orange body color type of *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae): inheritance, sperm precedence, and disassortative mating. *Ann Entomol Soc Am.* 100: 433-438
- GAMBERALE-STILLE, G., JOHANSEN, I. A., SILLÉN-TULLBERG, B. 2010. Change in protective coloration in the striped shieldbug *Graphosoma lineatum* (Heteroptera: Pentatomidae): predator avoidance and generalization among different life stages. *Evol Ecol.* 24: 423-432
- GOGALA, M., 2006: Vibratory signals produced by Heteroptera – Pentatomorpha and Cimicomorpha.- In: DROSOPoulos, S. & CLARIDGE, M.F. (Eds.): Insect sounds and Communication: Physiology, Behaviour, Ecology and Evolution. Boca Raton, London New York: CRC Taylor and Francis, 275-296
- GWYNNE D, T. 1981. Sexual Difference Theory: Mormon Crickets Show Role Reversal in Mate Choice. *Sci.* 213: 779-780
- HANKS L, M., MILLAR, J. G., PAINE, T. D. 1996. Body size influences mating success of the eucalyptus longhorned borer (Coleoptera: Cerambycidae). *J. Insect Behav.* 9: 369-382
- HONEK, A. 1993. Intraspecific variation in body size and fecundity in insects: a general relationship. *Oikos.* 66: 483-492
- JOHANSEN, A., EXNEROVÁ, A., SVÁDOVÁ, H. K., STYS, P., GAMBERALE-STILLE, G., TULLBERG, B. 2010. Adaptive change in protective coloration in adult striped shieldbugs *Graphosoma lineatum* (Heteroptera: Pentatomidae): test of detectability of two colour forms by avian predators. *Ecol Entomol* 35: 602-610
- JULIANO, S. 1985. The effects of body size on mating and reproduction in *Brachinus lateralis* (Coleoptera: Carabidae). *Ecol Entomol.* 10: 271-280
- KIM, J. Y. 1997. Female size and fitness in the leaf-cutter bee *Megachile apicalis*. *Ecol Entom.* 22: 275-282
- MCBRIEN, H. L., MILLAR, J. G., RICE, R. E., MCSELFRESH, J. S., CULLEN, E., ZALOM, F. G. 2002. Sex attractant pheromone of the red-shouldered stink bug *Thyanta pallidovirens*: a

- pheromone blend with multiple redundant components. *J Chem Ecol.* 28: 1335–1344
- MCLAIN, D. K., BOROMISA, R. D. 1987. Male choice, fighting ability, associative mating and the intensity of sexual selection in the milkweed longhorn beetle *Tetraopes tetraophthalmus* (Coleoptera: Cerambycidae). *Behav Ecol Sociobiol.* 20: 239–246
 - MIKLAS, N., COKL, A., RENOU, M., VIRANT-DOBERLET, M. 2003. Variability of vibratory signals and mate choice selectivity in the southern green stink bug. *Behav Proc* 61: 131–142
 - ROJAS, B., BURDFIELD-STEEL, E., DE PASQUAL, C., GORDON, S., HERNÁNDEZ, L., MAPPES, J., NOKELAINEN, O., RÖNKÄ, K., LINDSTEDT, C. 2018. Multimodal aposematic signals and their emerging role in mate attraction. *Front Ecol Evol* 6:93
 - SILLÉN-TULLBERG, B., GAMBERALE-STILLE, G., BOHLIN, T., MERILAITA, S. 2008. Seasonal ontogenetic colour plasticity in the adult striped shieldbug *Graphosoma lineatum* (Heterop-tera) and its effect on detectability. *Behav Ecol Sociobiol.* 62: 1389–1396
 - SIMMONS, L. W. 1988. Male size, mating potential and lifetime reproductive success in the field cricket, *Gryllus bimaculatus* (De Geer). *Anim Behav.* 36: 372–379
 - THORNHILL, R., ALCOCK, J. 1983. The evolution of insect mating systems, Harvard University Press, Cambridge, MA
 - UENO, H., SATO, Y., TEUCHIDA, K. 1998. Color-associated mating success in a polymorphic ladybird beetle, *Harmonia axyridis*. *Funct Ecol.* 12: 757–761
 - VERRELL, P. A. 1986. Male discrimination of larger, more fecund females in the smooth newt, *Triturus vulgaris*. *J Herpetol.* 20: 416–422
 - VESELÝ, P., VESELÁ, S., FUCHS, R., ZRZAVÝ, J. 2006. Are gregarious red-black shieldbugs, *Graphosoma lineatum* (Hemiptera: Pentatomidae), really aposematic? An experimental approach. *Evol Ecol Res.* 8: 881–890

SAŽETAK

Odabir partnera od strane ženke, kao i mužjaka, već je prepoznat kod mnogih kukaca. Evoluirale su različite strategije odabira partnera na temelju veličine tijela i zabilježene su kod mnogih vrsta kukaca, uključujući i neke smrdibube (Hemiptera: Pentatomidae). Osim veličine tijela kod kukaca je zabilježen i utjecaj obojenosti na odabir partnera. Osobine odgovorne za odabir partnera prugastog smrdljivca (*Graphosoma lineatum* L.) nisu detaljno istražene. Ovaj se rad usredotočuje na utjecaj veličine tijela i obojenosti oba spola kod odabira partnera prugastog smrdljivca. Ukupno 10 dana su na dvije lokacije prikupljane kopulirajuće jedinke, kao i slobodne (nekopulirajuće) jedinke. Životinjama je determiniran spol, izmjerena duljina tijela, širina pronotuma i zabilježena boja. Jedinke u kopulaciji su brojno označene u svrhu izuzimanja iz analize podatke ponovljenih parenja. Podaci uključuju ukupno 65 različitih kopulacijskih kombinacija, 44 jedinki kontrolnih ženki i 53 kontrolna mužjaka. Za sve tri mjerene osobine nisu pronađene statistički značajne razlike između kopulirajućih i kontrolnih (nekopulirajućih) jedinki, što ukazuje da ne utječu na preferencije prilikom odabira partnera. Rezultati također ne pokazuju dokaze assortativnog parenja, barem što se tiče duljine tijela i širine pronotuma. Kod oba spola čini se da sve tri mjerene osobine nemaju utjecaja na izbor partnera. Unatoč doivenom, potrebna su daljnja ispitivanja kako bi se u potpunosti isključila važnost veličine tijela i boje u odabiru partnera prugastog smrdljivca, kao i ispitivanja vezana uz mogući utjecaj kemijskih i vibracijskih signala.

KLJUČNE RIJEČI: prugasti smrdljivac, odabir partnera, veličina tijela, obojenost

OPĆA KVALIFIKACIJA OZLJEDA SUDIONIKA PROMETNIH NESREĆA S OSVRTOM NA ŠUMARSTVO

GENERAL QUALIFICATION OF INJURIES OF ROAD ACCIDENT PARTICIPANTS WITH REFERENCE TO FORESTRY

Goran MATIJEVIĆ¹, Velibor PEULIĆ², Marijan CESARIK³, Željko ZEČIĆ⁴, Matija LANDEKIĆ^{4*}

SUMMARY

Gledano globalno, ali i općenito u Hrvatskoj te na razini poduzeća Hrvatske šume d.o.o., ozljede nastale kao rezultat prometnih nesreća predstavljaju značajan javnozadarsvveni i ekonomski trošak. Obveza lječnika koji je prvi pregledao ozlijedenog u bilo kojem događaju, pa tako i prometnoj nesreći ili događaju koji ima obilježja ozljede na radu, je prijavljivanje ozljeda policiji. U predmetnoj prijavi, uz opće podatke, lječnik je dužan kvalificirati tjelesnu ozljedu. O kvalifikaciji predmetne ozljede ovo sit će sve daljne radnje tijekom kriminalističkog istraživanja, te hoće li se pokrenut prekršajni, kazneni ili disciplinski postupak. Na temelju navedenog, primarni cilj istraživanja odnosi se na izradu okvira za kvalitetnije, točnije i ujednačenije kvalificiranje ozljeda sudionika prometnih nesreća. Sekundarni cilj istraživanja vezan je za prikaz trenda i kvalifikacije ostalih ozljeda pri radu u prometu unutar poduzeća koje gospodari državnim šumama. Kod analize općih mehanizama ozljedivanja i povezanih ozljeda tj. kvalifikacije ozljeda sudionika prometnih nesreća, primjenjena je metoda analize, sinteze, kompilacije i klasifikacije, a kod analize numeričkih podataka primjenjena je tehniku deskriptivne statistike. Rezultati istraživanja vezani za kvalifikaciju ozljeda prikazani su unutar četiri pregledne tablice glede mehanizma nastupanja ozljeda kod frontalnih sudara, bočnih sudara, sudara u vožnji u slijedu i kod prevrtanja vozila. Najveći broj kvalificiranih ozljeda (n=58) utvrđen je kod frontalnih sudara, kod kojih je utvrđen i najveći broj mehanizama ozljeda (n=4). Najmanji broj mehanizama ozljedivanja (n=1) i najmanji broj kvalificiranih ozljeda (n=7) identificiran je kod sudara u vožnji u slijedu. Udio priznatih ostalih ozljeda pri radu u prometu (službeno putovanje, dolazak na posao, odlazak s posla) unutar poduzeću Hrvatske šume d.o.o. za promatrano razdoblje, u odnosu na ukupan broj ozljeda, kreće se u rasponu od 5,14 % do 2,59 %. Spoznaje i rezultati predmetnog istraživanja široj stručnoj i znanstvenoj zajednici postavljaju potencijalni okvir za ujednačavanjem i podizanjem razine kvalitete kvalifikacije ozljeda kod četiri osnovna tipa prometnih nesreća.

KLJUČNE RIJEČI: prometne nesreće, kvalifikacija ozljeda, ozljede na radu, šumarstvo

1. UVOD INTRODUCTION

Prema Zakon o sigurnosti prometa na cestama (NN broj 67/08, 48/10 - OUSRH, 74/11, 80/13, 158/13 - Odluka i Rješenje USRH, 89/14 - OUSRH i 92/14, 64/15, 108/17,

70/19 i 42/20) prometna nesreća je događaj na cesti, izazvan kršenjem prometnih propisa, u kojem je sudjelovalo najmanje jedno vozilo u pokretu i u kojem je najmanje jedna osoba ozlijedena ili poginula, ili u roku od 30 dana preminula od posljedica te prometne nesreće, ili je izazvana

¹ dr. sc. Goran Matijević, policijski službenik za prevenciju, PU požeško-slavonska, Ul. Josipa Runjanina 1, 34000, Požega, Hrvatska, gmatijevic1974@gmail.com

² prof. dr. Velibor Peulić, Panevropski univerzitet Apeiron, Pere Krece 13, 78 000 Banja Luka, velibor.peulic@gmail.com

³ prim. dr. sc. Marijan Cesarik, neurolog (stalni sudski vještak), Opća županijska bolnica Požega, Osječka ul. 107, 34000, Požega, Hrvatska, marijan.cesarik@gmail.com

⁴ prof. dr. sc. Željko Zečić, doc. dr. sc. Matija Landekić, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvene tehnologije, Zavod za šumarske tehnike i tehnologije, Svetošimunska 23, 10000 Zagreb, Hrvatska, e-mail: zecic@sumfak.hr, mlandekic@sumfak.hr

materijalna šteta. Zbog svih ozljeda u svijetu tijekom jedne godine smrtno strada 4,9 milijuna ljudi, što čini udjel od 8,6 % ukupne smrtnosti u populaciji, a vodeći uzroci mortaliteta zbog ozljeda u svijetu su prometne nesreće (30 %), a slijede ih samoubojstva (18 %) i padovi (16 %) (Brkić Biloš i Čukelj 2019).

U razdoblju od 2011.-2020. godine, na području Republike Hrvatske evidentirano je 335 538 cestovnih prometnih nesreća, u kojima je stradalo 107 444 osoba. U prometnim nesrećama tijekom 2020. godine, evidentirano je sudjelovanje ukupno 44 463 vozila, od kojih najviše osobnih vozila i to 34 331 ili 77,2 %. Od 199 smrtno stradala sudionika u cestovnim prometnim nesrećama u 2020. godini, najveći broj njih i to 129, stradao je u osobnim automobilima. Iste godine, teško je ozlijedeno 1 922 osobe, od kojih njih također najviše u osobnim vozilima i to 915, dok je 7 149 sudionika lakše ozlijedeno, pri čemu njih 5 224 u osobnim vozilima (Bilten o sigurnosti cestovnog prometa, 2020). Prema procjenama stručnjaka iz područja osiguranja i ekonomskih analitičara, Hrvatska danas zbog prometnih nesreća ima izravan gubitak društvene vrijednosti najmanje u iznosu od dva posto BDP-a (Mršić 2015), dok su neizravni gubici višestruki. Troškovi prometnih nesreća u Njemačkoj u 2005. godini, iznosili su gotovo 31,477 miljardi eura, pri čemu su osobne ozljede činile udio od 15,226 miljardi eura, a preostalih 16,252 milijarde eura odnosilo se na imovinsku štetu. Izravni troškovi po jednom smrtno stradalom sudioniku (prijevoz, boravak u ustanovi i liječenje) iznosio je 4.714,15 eura, a za teško ozlijedenog koji uključuju i rehabilitaciju iznose 14.302,50 eura (Baum i dr. 2010).

U sektoru šumarstva, osim tjelesnih ozljeda izravno uzrokovanih proizvodnim procesom pridobivanja drva, uzgajanja i dr., evidentiraju se i ostale ozljede koje se dijelom vežu uz priznate ostale ozljede pri radu u prometu (službeno putovanje, dolazak na posao i odlazak s posla). Studije su pokazale da aktivnosti gospodarenja šumama, posebice radni procesi kod pridobivanja drva, rezultiraju visokim rizikom po sigurnost i zdravlje proizvodnih radnika u sektoru šumarstva (Landekić i dr. 2021, Potočnik i Poje 2017, Tsioras i dr. 2014, Yovi i Yamada 2019). Ostale ozljede čine između 21,2 % i 30,5 % od ukupno priznatih ozljeda u poduzeću Hrvatske šume d.o.o. za razdoblje od 2016. do 2020. godine, a na godišnjoj razini za promatrano razdoblje u prosjeku je priznato oko 9 ostalih ozljeda pri radu u prometu.

Ozljede koje sudionik zadobije u cestovnoj prometnoj nesreći, u prvoj fazi kvalificiraju liječnici koji su prvi unesrećenima pružili pomoć. Kvalifikacija tjelesnih ozljeda tzv. sudskomedicinska kvalifikacija, predstavlja svrstavanje tjelesnih ozljeda u skupine prema određenim zakonskim kriterijima (u slučaju ovog rada sukladno Kaznenom za-

konu (NN broj 125/11, 144/12, 56/15, 61/15 - Ispravak, 101/17, 118/18, 126/19 i 84/21). Određena kvalifikacija ozljeda u prvoj fazi i ako iz nje (uz druge zakonske preduvjete) proizlazi da će biti pokrenut i vođen kazneni postupak, radnog je i orientacijskog kara-ktera i nije konačna (u slučaju teške, osobito teške i teške ozljede s posljedicom smrti), dok je za prekršajni postupak (tjelesna ozljeda) u pravilu konačna. U drugoj fazi kod postupka pred Državnim odvjetništvom i Sudom (kazneni i parnični) isti imenuju stalne vještak medicinske struke koji na zahtjev državnog odvjetništva ili suda, samostalno ili u sklopu kombiniranih prometno-medicinskih vještačenja daju konačne kvalifikacije tjelesnih ozljeda i mehanizam njihovog nastanka.

Nisu rijetki slučajevi da se kvalifikacije ozljeda u prvoj i drugoj fazi, ili od liječnika do liječnika, ili različitim ustanovama, razlikuju i značajno odudaraju jedna od druge (a ozljeda je gotovo istovjetna), a kod pojedinih liječnika u prvoj fazi izostane kvalifikacija, što utječe na pravovremenos, način pokretanja, vođenja i ishod pojedinog postupka, pravičnu naknadu ozlijedenima, ali i mogućnost izostanka sudskog ili upravnog progona ili takvog progona bez utemeljenja.

Brojne su se publikacije iz područja sigurnosti cestovnog prometa i medicine (Bilten o sigurnosti cestovnog prometa, godišnja izvješća HZZO itd.), bavila brojem i posljedicama prometnih nesreća i ozljedama u njima, ali rijetko koja kvalifikacijom ozljeda i povezanošću ozljeda s vrstama nesreća i davanjem okvira za što točniju kvalifikaciju. Interdisciplinarnost predmetne problematike i težnja što kvalitetnije, točnije i ujednačenije kvalifikacije ozljeda sudionika prometnih nesreća u prvoj fazi (prvi pregled liječnika), ali i naknadno, nameće se kao temeljni cilj istraživanja. Dodatna korist istraživanja vezana je za prikaz trenda i kvalifikacije ostalih ozljeda pri radu u prometu unutar poduzeća koje gospodari državnim šumama. Na temelju navedenog, rezultati i spoznaje istraživanja mogu biti značajne široj stručnoj i znanstvenoj zajednici, pravnim osobama čiji djelokrug rada obuhvaća predmetno područje, a posebno policijskim službenicima pri složenim kriminalističkim istraživanjima prometnih nesreća s najtežim posljedicama u kojima su sudionici napustili mjesto događaja, postoje dvojbe tko je upravlja vozilom ili u kojem se svojstvu u vozilu nalazio pojedini ozlijedeni sudionik.

2. MATERIJALI I METODE MATERIALS AND METHODS

2.1. Vrste ozljeda i mehanizmi ozljeđivanja kod prometnih nesreća – *Types of injuries and mechanisms of injuries in traffic accidents*

Ozljede nastale u prometu, javno zdravstveni djelatnici definiraju kao nenamjerne ozljede ili nesreće u kojoj skupini

se još nalaze trovanja, padovi, opeklina, utapanja i slično (Brkić Biloš i Čukelj 2019). Predmetna podjela u javnom zdravstvu još se naziva i podjela prema vanjskom uzroku ozljede, a pogodna je za potrebe usporednih analiza, te izrade i provedbe preventivnih programa. Kazneni zakon Republike Hrvatske (NN 84/21) propisao je kaznenu odgovornost i definirao tjelesnu ozljedu, tešku tjelesnu ozljedu, osobito tešku tjelesnu ozljedu i tešku tjelesnu ozljedu s posljedicom smrti. Tu kvalifikaciju ozljeda koriste liječnici kliničari pri prijavi ozljeda policiji ili medicinski vještaci u postupcima pred Državnim odvjetništvom i Sudovima.

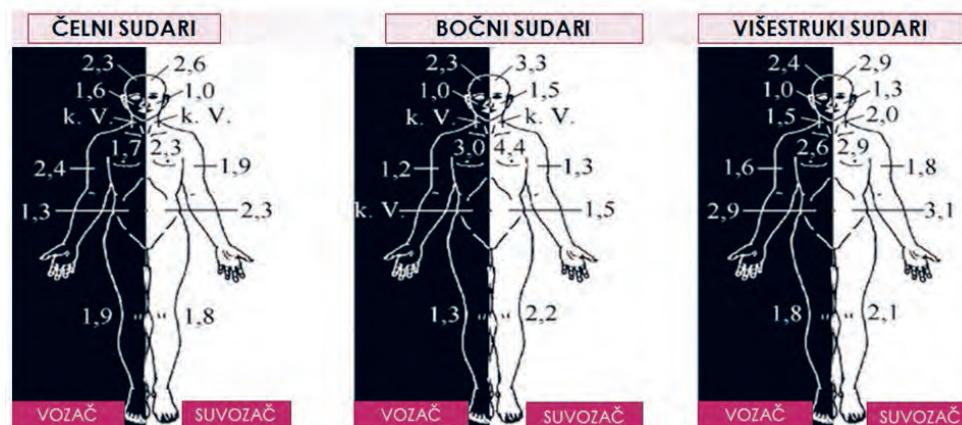
Tjelesna ozljeda definirana je člankom 117. Kaznenog zakona RH (NN 84/21), a predstavlja manja oštećenja tijela i ne ostavljaju trajnije funkcijeske i estetske posljedice, a u prometnim nesrećama česte su kao rane, nagnjećenja mješkikh tkiva, površinske ozljede koljena, potres mozga, trzajna povreda vratne kralježnice i razderotine. Pod određenim okolnostima više tjelesnih ozljeda iz članka 117, mogu zbirno imati svojstva „obične“ teške tjelesne ozljede. Teška tjelesna ozljeda definirana je člankom 118. Kaznenog zakona RH (84/21), a predstavlja prijelome kostiju (osim prijeloma nosnih kostiju bez smetnji disanja, prijelom lisne kosti, prijelom luka jagodične kosti), iščašenja zglobova, ozljede mozga i ostalih organa važnih za život, zatim opekline težeg stupnja i veće površine, unutarnja i vanjska kravarenja. Ukoliko iste uzrokuju šok uslijed iskrvarenja radi se o osobito teškoj tjelesnoj ozljedi jer se ugrožava život ozljedenika. Posebno teška tjelesna ozljeda, definirana je u članku 119. Kaznenog zakona RH (84/21), kao teško narušavanje zdravlja i to u tolikoj mjeri da je ozlijedenom život doveden u opasnost ili je uništen ili znatno oslabljen koji važan organ ili je prouzročena trajna radna nesposobnost ili je zdravlje trajno i teško narušeno. Teška tjelesna ozljeda s posljedicom smrti, definirana je člankom 120. Kaznenog zakona RH (84/21). Prema Gržalji i suradnicima (2013) vi-

šestruke ozljede „politraume“ su teške ozljede najmanje dviju tjelesnih regija, gdje najmanje jedna ozljeda ili kombinacija više njih, ugrožava život i kvalificiraju se kao osobito teška tjelesna ozljeda iz članka 119.

Vrsta i težina ozljede ovise o vrsti sudara, pri čemu udjel pojedinih vrsta nesreća u njihovom ukupnom broju, ne odražava raspodjelu rizika od ozljeda sudionika u vozilu. Sudare cestovnih vozila prema Jelčiću (1985) možemo podijeliti na:

- ⇒ Čelne (frontalni) sudar, odnosno prema Biltenu o sigurnosti cestovnog prometa MUP-a RH-e, sudar iz suprotnih smjerova, pri kojem se brzine zbrajaju pa su i ozljede u njima vrlo teške.
- ⇒ Bočne sudare, u kojima se tijelo vozača i putnika u prvi tren usmjeravaju prema bočnom udaru, a zatim bude odbačeno u suprotnu stranu.
- ⇒ Udarac u stražnji dio vozila, odnosno prema Biltenu o sigurnosti cestovnog prometa MUP-a RH-e, sudari u vožnji u slijedu, u kojima se naglo pokreće udarenovo vozilo prema naprijed, a glava se vozača i putnika usmjerava prema natrag i nakon deceleracije na rubu naslona pokreće naprijed.
- ⇒ Prevrtanje vozila koje se smatra sekundiranim događajem kojem prethodi slijetanje vozila, bočni ili drugi sudar. Odjela za promet Državne uprave za sigurnost prometa na cestama SAD-a (NASS 1996) evidentirao je 13 % ozbiljnih ozljeda vozača i putnika (najčešće u osobnim vozilima), te stoga prevrtanje vozila i ozljede sudionika u njima u istraživanjima trebaju predstavljati zasebnu kategoriju.

Podaci o prosječnoj težini ozljeda u pojedinim dijelovima tijela za vozača i putnika (suvozača) u čelnim, bočnim i višestrukim sudarima, a prema AIS Klasifikaciji (The Abbreviated Injury Scala 1990), prikazani na slici 1. dobiveni su kroz



Slika 1. Prosječna težina ozljeda u pojedinim dijelovima tijela kod vozača i putnika (prema Huth 2010)

Figure 1. Average severity of injuries in certain parts of the body in drivers and passengers (according to Huth 2010; left figure is frontal collision, middle figure is side collision, and right figure is multiple collision; on the left side (dark shaded) are the driver's injuries, and on the right side are the co-driver's injuries)

više usporednih istraživanja prometnih nesreća u Njemačkoj (Auerbach i dr. 2009, Huth 2010, Otte 1994, Otte i Nehmzow 1997). Rezultati predmetnih istraživanja ukazuju da su ozljede u područje glave, odnosno njihova srednja težina kod putnika - suvozača premašile težinu ozljeda glave kod vozača u svim ispitivanim vrstama sudara (slika 1). Također, u svim vrstama sudara, prosječna težina ozljede prsnog koša putnika - suvozača premašila je težinu ozljeda vozača (slika 1). Ozljede gornjih ekstremiteta dogodile su se nakon čelnih, bočnih i višestrukih sudara, težina tih ozljeda kod vozača premašila je težinu ozljeda suvozača u čelnim i lijevom bočnom sudaru, a u slučaju višestrukih sudara, bilo je suprotno (slika 1).

AIS klasifikacija (The Abbreviated Injury Scala 1990) jedna je od najčešće korištenih ljestvica pomoću kojih je moguće brojčano izraziti i ocijeniti težinu ozljede, olakšava odluku o kvalifikaciji, trijaži, identificira pacijente s neočekivanim ishodom i koristi se kao podloga za objektivnu procjenu i komparaciju ishoda liječenja. AIS stupnjuje težinu svake pojedine ozljede od 1 (blaga) do 6 (maksimalna), a značajnu ozljedu predstavlja $AIS > 2$. ISS = A2 + B2 + C2, gdje su A, B, C AIS bodovi za tri najteže ozlijedene tjelesne regije. Potrauma se može definirati kao ozljeda s AIS > 2 u najmanje dvije od šest tjelesnih regija (ISS > 17), a to su: -glava, vrat i vratna kralježnica -lice -prsište i prsna kralježnica -trbuš i slabinska kralježnica - udovi i zdjelična kost - koža (Grželjalja i dr. 2013, Turčić i Lovrić 2022).

2.2 Analiza podataka – *Analysis of data*

Spoznavanje literaturne dimenzije predmeta istraživanja provedeno je pretraživanjem relevantnih znanstvenih i stručnih izvora. Korelacija općih mehanizama ozljđivanja i povezanih ozljeda te moguća klasifikacija istih kod čeonih (frontalnih) sudara, bočnih sudara, sudara u vožnji u slijedu i kod prevrtanja vozila napravljena je pomoću metoda analize, sinteze, komplikacije i klasifikacije, a na temelju medicinskih, znanstvenih i praktičnih spoznaja dugogodišnjeg vještaka medicinske struke dr. sc. Marijana Cesarik. Prikupljanje sekundarnih informacija, vezanih za kretanje pokazatelja sigurnosti pri radu u šumarstvu od 2016. do 2020. godine, ostvareno je pomoću odgovarajućih stručnih službi poduzeća Hrvatske šume d.o.o.

Baza za unos prikupljenih podataka, sistematizaciju i provjeru točnosti unosa, te primarnu obradu prikupljenih podataka, izrađena je u programskom paketu Microsoft Office Excel® i Statistika 13®. Kod primarne obrade podataka primjenjena je deskriptivna statistička analiza koja obuhvaća skup metoda kojima se provodi izračunavanje, prikazivanje i opisivanje osnovnih karakteristika statističkih nizova. U istraživanju ista je primjenjena za grupiranje i sređivanje statističkih podataka, te u postupku numeričkog prikaza rezultata istraživanja.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA RESEARCH RESULTS

3.1 Opća tipologija ozljeda uzrokovanih prometnim nesrećama – *General typology of injuries caused by traffic accidents*

Tjelesna ozljeda, oštećenje je koje nastaje uslijed neposrednog i iznenadnog izlaganja ljudskog organizma različitim vrstama energije (mehaničke, kemijske i fizikalne) ili može nastati uslijed nedostatka osnovnih vitalnih elemenata (zrak, voda, toplina) kao npr. u slučaju utapanja, gušenja ili smrzavanja (HZJZ 2020). U slučaju prometnih ozljeda tjelesna oštećenja najčešće se javljaju zbog izlaganja ljudskog organizma mehaničkim i fizikalnim čimbenicima uslijed čeonih (frontalnih) sudara, bočnih sudara, sudara u vožnji u slijedu i kod prevrtanja vozila.

3.1.1 Ozljede kod čelnih (frontalnih) sudara – *Injuries in frontal collisions*

U čelnim ili frontalnim sudarima, vozilo prednjim dijelom udara u prednji dio drugog vozila ili predmet, najčešće stup javne rasvjete, ograde, mostove, stabla ili zidove. Kod čelnih sudara kao vrste najčešće dolazi do ozljeda sudionika u području donjih ekstremiteta, zdjelice, prsnog koša, glave i abdomena (Huth 2010, Ramella Pezza 2008, Weltz 2013, Fadl i Standstrom 2019).

Prema podacima Biltena o sigurnosti cestovnog prometa Ministarstva unutarnjih poslova Republike Hrvatske (MUP RH), od ukupno evidentiranih 26 074 prometnih nesreća u Hrvatskoj u 2020. godini, sudara iz suprotnih smjerova evidentirano je 2 590 ili 9,9 %. U njima je ukupno stradalo 1 519 sudionika, od kojih 51 sudionika smrtno, 372 su teško i 1 196 sudionika lakše ozlijedena. Na temelju provedenih analiza tablica 1 prikazuje mehanizme ozljđivanja, povezane ozljede te moguću kvalifikaciju za povrede nastale u čelnim (frontalnim) sudarima.

3.1.2 Ozljede kod bočnih sudara – *Injuries from side collisions*

O bočnim sudarima govorimo kada vozilo bočno udari u stablo, stup javne rasvjete, most ili kada vozilo naleti na drugo vozilo bočno sa strane, na primjer u području raskrižja. Uslijed ove vrste sudara dolazi do izravnog kontakta tijela s bočnim unutrašnjim dijelom vozila, jer bočne strane vozila imaju relativno malu zonu gužvanja. Najčešće u ovim nesrećama kod sudionika dolazi do ozljeda u području glave, ključne kosti, kralježnice, zdjelice i kukova (Huth 2010, Ramella Pezza 2008, Weltz 2013, Fadl i Standstrom 2019).

Prema podacima Biltena o sigurnosti cestovnog prometa MUP RH, od ukupno evidentiranih 26 074 prometnih nesreća u 2020. godini, bočni sudari su kao vrsta bili najbrojniji i evidentirano ih je 4 709 ili 18,1 %. Istovremeno, u 2020.

Tablica 1. Mechanizam ozljeđivanja i povezane ozljede te moguća kvalifikacija za povrede nastale u čelnim (frontalnim) sudarima

Table 1. Mechanism of injury and related injuries and possible qualification for injuries in frontal collisions

Mehanizam ozljeđivanja <i>Injury mechanism</i>	Povezane ozljede <i>Related injuries</i>	Kvalifikacija <i>Qualification</i>	Napomena <i>Remark</i>
I. Udar u upravljač (kretanje tijela gore i iznad upravljača) – Oštećeno kolo upravljača, vjetrobran itd. <i>I. Impact of the steering wheel (body movement up and above the steering wheel) – Damaged steering wheel, windshield, etc.</i>	Nagnjećenje jetre, slezene, crijeva <i>Compression of the liver, spleen, intestines</i>	Obična teška tjelesna ozljeda. Ordinary serious bodily injury.	Kralježnica pri udaru i naglog porastu pritiska, pritišće unutarnje organe na upravljač i kontrolnu ploču – efekt čekića i nakovnja. <i>The spine when hit and a sudden increase in pressure, presses the internal organs on the steering wheel and control panel - the effect of hammers and anvils.</i>
	Prsnuće jetre, slezene, crijeva <i>Bursting of the liver, spleen, intestines</i>	Osobito teška tjelesna ozljeda. Particularly severe bodily injury.	Uslijed jakog impulsa sile u području trbuha, dolazi do povećanog tlaka u trbušnoj šupljini i prsnuća trbušnih organa. <i>Due to the strong impulse of force in the abdominal area, there is increased pressure in the abdominal cavity and rupture of the abdominal organs.</i>
	Nagnjećenje pluća <i>Lung compression</i>	Obična teška tjelesna ozljeda. Ordinary serious bodily injury.	Uzrokovano sabijanjem prsnih stjenki. <i>Caused by compression of the chest walls.</i>
	Prsnuće pluća <i>Lung burst</i>	Osobito teška tjelesna ozljeda. Particularly severe bodily injury.	Otežano ili onemogućeno disanje, velika opasnost od prestanka disanja, osobito za vrijeme prijevoza do bolnice. <i>Difficulty or difficulty breathing, high risk of cessation of breathing, especially during transport to hospital.</i>
	Razderotina jetre <i>Tear of the liver</i>	Osobito teška tjelesna ozljeda. Particularly severe bodily injury.	Pri naglom usporjenju uslijed sudara, u jednom trenutku tijelo se prestaje gibati, dok se organi i dalje gibaju, što može uzrokovati razderotinu jetre. <i>In the event of a sudden slowdown due to a collision, at one point the body stops moving while the organs continue to move, which can cause the liver to rupture.</i>
	Pneumotoraks <i>Pneumothorax</i>	Osobito teška tjelesna ozljeda Particularly severe bodily injury.	Nastaje zbog prsnuća emfizematoznih bula u plućima. Prisutnost zraka u pleuralnoj šupljini. <i>It is caused by the rupture of emphysematous bullae in the lungs. Presence of air in the pleural cavity.</i>
	Hematoraks <i>Hemothorax</i>	Osobito teška tjelesna ozljeda Particularly severe bodily injury.	Izljev krvi u pleuralnoj šupljini (nedostatak zraka, i gušenje). <i>Hemorrhage in the pleural cavity (shortness of breath, and suffocation).</i>
	Odcjepljenje ili puknuće oštita <i>Separation or rupture of the shield</i>	Osobito teška tjelesna ozljeda Particularly severe bodily injury.	Otežano disanje. <i>Heavy breathing.</i>
	Prsnuće aorte u prsimu <i>Aortic rupture in the chest</i>	Osobito teška tjelesna ozljeda Particularly severe bodily injury.	Vrlo bitno je odmah prepoznati ove ozjede. Prsnuće traumatske anuerizme, može nastati odmah, sat ili dan nakon ozjede. Oko 80% ozlijedenih umire na mjestu događaja, 20% u roku 6 sati. <i>It is very important to recognize these injuries immediately. The rupture of traumatic aneurism can occur immediately, an hour or a day after the injury. About 80% of the injured die at the scene, 20% within 6 hours.</i>
	Frakturna rebara <i>Rib fracture</i>	Obična teška tjelesna ozljeda (jedno rebro ili od desete do dvanaestog rebra je tjelesna ozljeda) Ordinary serious bodily injury (one rib or from the tenth to the twelfth rib is a bodily injury)	Rebra apsorbiraju svu energiju kretanja prsnih stjenki kada tijelo nastavlja gibanje. Pacijenti s višestrukim prijelomima donjih rebara poznati su po teškim ozljedama trbušnih organa, a nemaju značajnu bol u trbuhu. <i>The ribs absorb all the energy of the movement of the chest walls when the body continues to move. Patients with multiple lower rib fractures are known to have severe abdominal injuries and do not have significant abdominal pain.</i>
II. Udar u nogu (kretanje tijela dolje) – Oštećeni koljeni, zglobovi, itd. <i>II. Impact of the leg (body movement down) – Damaged knees, joints, etc.</i>	Iščašenje i prijelom ručnog zgloba <i>Dislocation and fracture of the wrist</i>	Obična teška tjelesna ozljeda Ordinary serious bodily injury	Pri ispruženoj ruci oslonjenoj na upravljač ili komandnu ploču. <i>With outstretched arm resting on steering wheel or control panel.</i>
	Iščašenje skočnog zgloba <i>Ankle sprain</i>	Obična teška tjelesna ozljeda Ordinary serious bodily injury	Položaj noge na papučicama komandi ili na podu vozila, a koljeno se nalazi u ravnom položaju. U većini slučajeva upućuje na ozjedu vozača. <i>Position the foot on the control pedals or on the floor of the vehicle, with the knee in a straight position. In most cases, it indicates a driver injury.</i>
	Frakturna skočnog zgloba <i>Ankle fracture</i>	Obična teška tjelesna ozljeda Ordinary serious bodily injury	
	Površinske ozljede (ogrebotine) koljena <i>Superficial injuries (scratches) of the knee</i>	Tjelesna ozljeda Physical injury	
	Iščašenja koljena <i>Knee sprains</i>	Obična teška tjelesna ozljeda Ordinary serious bodily injury	Koljena u skvrčenom položaju, pa energija nije usmjerena na zglobove nego na koljena, pa ona udaraju u kontrolnu ploču. <i>Knees in a crouched position, so the energy is not directed to the joints but to knees, so they hit the control panel.</i>
	Prsnuće ligamenta i tetiva koljena <i>Ligament rupture and knee tendon</i>	Obična teška tjelesna ozljeda Ordinary serious bodily injury	
	Prsnuće potkoljenične arterije <i>Burst of the tibial artery</i>	Osobito teška tjelesna ozljeda Particularly severe bodily injury	

**II. Utar u upravljač i donji dio kontrolne table (kretanje tijela dole i ispod upravljača
II. Impact on steering wheel and lower control panel (body movement down and under the steering wheel)**

Pojava krvnog ugruška u predjelu potkoljenične arterije <i>Occurrence of a blood clot in the area of the tibial artery</i>	Osobito teška tjelesna ozljeda <i>Particularly severe bodily injury</i>	Što prije vratiti protok krvi (do 6 h) zbog mogućih komplikacija. Na možebitnu ozljedu upućuje trag oštećenja kontrolne ploče koji je potrebno fiksirati tijekom očvida. Često je zanemarivana ozljeda. <i>Restore blood flow as soon as possible (up to 6 h) due to possible complications.</i> <i>A trace of damage to the control panel, which needs to be fixed during the inspection, indicates a possible injury. Injury is often neglected.</i>
Otvoreni prijelom bedrene kosti <i>Open fracture of the femur</i>	Osobito teška tjelesna ozljeda, ako se radi o iskrvarenju uslijed ozljede krvnih žila, a u ostalim slučajevima obična teška tjelesna ozljeda <i>Particularly severe bodily injury, in case of bleeding due to vascular injury, and in other cases ordinary severe bodily injury</i>	Kada iver koljena udara u kontrolnu ploču. Oštiri rubovi slomljene kosti uzrokuju ozljedu krvnih žila, živaca mišića, tetiva, ligamenata, Unesrećeni se žali na intenzivne bolove, ne može se osloniti na ozlijedenu nogu koja je kraća. Utrmolost i gubitak osjetja upućuju na oštećenja živaca i krvnih žila. <i>When the knee splinter hits the control panel.</i> <i>Sharp edges of broken bones cause injury to blood vessels, muscle nerves, tendons, ligaments,</i> <i>The casualty complains of intense pain, unable to rely on an injured leg that is shorter.</i> <i>Numbness and loss of sensation indicate damage to nerves and blood vessels.</i>
Zatvoreni prijelom bedrene kosti <i>Closed femur fracture</i>	Obična teška tjelesna ozljeda <i>Ordinary serious bodily injury</i>	Iver udara u ploču, dok zdjelica nastavlja gibanje naprijed što uzrokuje njen iščašenje. <i>The chipboard hits the board while the pelvis continues to move forward causing it to dislocate.</i>
Iščašenje bedrene kosti <i>Femoral dislocation</i>	Obična teška tjelesna ozljeda <i>Ordinary serious bodily injury</i>	Unesrećeni se žali na bol u kuku, nogu je blago zaokrenuta. <i>The victim complains of pain in his hip, his leg is slightly twisted.</i>
Frakturna zdjelice <i>Pelvic fracture</i>	Obična teška tjelesna ozljeda <i>Ordinary serious bodily injury</i>	Opasnost od urinarnih infekcija. <i>Danger of urinary tract infection.</i>
Ozljede mjeđuhra <i>Bladder injuries</i>	Osobito teška tjelesna ozljeda <i>Particularly severe bodily injury</i>	Opasnost od iskrvarenja. <i>Danger of bleeding.</i>
Ozljede krvnih žila u predjelu zdjelice <i>Injuries to blood vessels in the pelvic region</i>	Osobito teška tjelesna ozljeda <i>Particularly severe bodily injury</i>	* Opis u odjeljku I. „Udar u upravljač....“ Ako je slomljeno jedno rebro ili neko od 10. do 12. rebra, kvalificira se kao tjelesna ozljeda. <i>* Description in section I. “Steering wheel impact....”</i> <i>If one rib or one of the 10th to 12th ribs is broken, it qualifies as a bodily injury.</i>
Frakturna rebara <i>Rib fracture</i>	Obična teška tjelesna ozljeda <i>Ordinary serious bodily injury</i>	* Opis u odjeljku I. „Udar u upravljač....“ <i>* Description in section I. “Steering wheel impact....”</i>
Nagnjećenje pluća <i>Lung compression</i>	Osobito teška tjelesna ozljeda <i>Particularly severe bodily injury</i>	* Opis u odjeljku I. „Udar u upravljač....“ <i>* Description in section I. “Steering wheel impact....”</i>
Prsnuće pluća <i>Lung burst</i>	Osobito teška tjelesna ozljeda <i>Particularly severe bodily injury</i>	* Opis u odjeljku I. „Udar u upravljač....“ <i>* Description in section I. “Steering wheel impact....”</i>
Razdrobitina jetre <i>Tear of the liver</i>	Osobito teška tjelesna ozljeda <i>Particularly severe bodily injury</i>	* Opis u odjeljku I. „Udar u upravljač....“ <i>* Description in section I. “Steering wheel impact....”</i>
Pneumotoraks <i>Pneumothorax</i>	Osobito teška tjelesna ozljeda <i>Particularly severe bodily injury</i>	* Opis u odjeljku I. „Udar u upravljač....“ <i>* Description in section I. “Steering wheel impact....”</i>
Hematotoraks <i>Hematothorax</i>	Osobito teška tjelesna ozljeda <i>Particularly severe bodily injury</i>	* Opis u odjeljku I. „Udar u upravljač....“ <i>* Description in section I. “Steering wheel impact....”</i>
Odcjepljenje ili puknuće oštita <i>Separation or rupture of the shield</i>	Osobito teška tjelesna ozljeda <i>Particularly severe bodily injury</i>	* Opis u odjeljku I. „Udar u upravljač....“ <i>* Description in section I. “Steering wheel impact....”</i>
Nagnjećenje jetre, slezene, crijeva <i>Compression of the liver, spleen, intestines</i>	Obična teška tjelesna ozljeda <i>Ordinary serious bodily injury</i>	* Opis u odjeljku I. „Udar u upravljač....“ <i>* Description in section I. “Steering wheel impact....”</i>
Prsnuće slezene <i>Spleen rupture</i>	Osobito teška tjelesna ozljeda <i>Particularly severe bodily injury</i>	* Opis u odjeljku I. „Udar u upravljač....“ <i>* Description in section I. “Steering wheel impact....”</i>
Otrgnuće bubrega, jetre, slezene <i>Tearing of the kidneys, liver, spleen</i>	Osobito teška tjelesna ozljeda <i>Particularly severe bodily injury</i>	* Opis u odjeljku I. „Udar u upravljač....“ <i>* Description in section I. “Steering wheel impact....”</i>
Probijanje šupljih organa <i>Puncture of hollow organs</i>	Osobito teška tjelesna ozljeda <i>Particularly severe bodily injury</i>	* Opis u odjeljku I. „Udar u upravljač....“ <i>* Description in section I. “Steering wheel impact....”</i>
Prsnuće aorte <i>Aortic rupture</i>	Osobito teška tjelesna ozljeda <i>Particularly severe bodily injury</i>	* Opis u odjeljku I. „Udar u upravljač....“ <i>* Description in section I. “Steering wheel impact....”</i>
Prijelom kostiju zdjelice <i>Pelvic bone fracture</i>	Obična teška tjelesna ozljeda <i>Ordinary serious bodily injury</i>	
Prijelomi kostiju stopala <i>Foot bone fractures</i>	Obična teška tjelesna ozljeda <i>Ordinary serious bodily injury</i>	

III. Udar u vjetrobran i njegov okvir III. Hit the windshield and its frame	Frakturna lubanje <i>Skull fracture</i>	Obična teška tjelesna ozljeda <i>Ordinary serious bodily injury</i>	Sabijanje lubanje dovodi do frakture. Krhotine kostiju lubanje mogu ozlijediti moždano tkivo. Često gube pamćenje o nesreći. Kod osoba s ovakvim ozljedama potrebno je obratiti pažnju na dišene putove i utvrditi da li postoje unutarnja krvarenja.
	Potres mozga <i>Brain concussion</i>	Tjelesna ozljeda <i>Physical injury</i>	
	Nagnječenje lubanje <i>Skull crushing</i>	Tjelesna ozljeda <i>Physical injury</i>	
	Razderotine na glavi <i>Torn heads</i>	Tjelesna ozljeda <i>Physical injury</i>	
	Hematomi na glavi <i>Hematomas on the head</i>	Tjelesna ozljeda <i>Physical injury</i>	
	Odvajanje mozga od leđne moždine <i>Separation of the brain from the spinal cord</i>	Osobito teška tjelesna ozljeda sa smrtnom posljedicom <i>Particularly severe bodily injury resulting in death</i>	Uzrokovan nastavkom kretanja mozga <i>Caused by continued brain movement</i>
	Ozljede lica, razderotine i hematomi <i>Facial injuries, lacerations and hematomas</i>	Tjelesna ozljeda <i>Physical injury</i>	
	Prijelom nosa <i>Nose fracture</i>	Tjelesna ozljeda <i>Physical injury</i>	
	Ozljede u području vrata, grkljana i dušnika <i>Injuries to the neck, larynx and trachea</i>	Obična teška tjelesna ozljeda <i>Ordinary serious bodily injury</i>	Tijekom frontalnog udara, hiperekstenzirani vrat može udariti u upravljač ili kontrolnu tablu <i>During a frontal impact, the hyperextended neck may strike the steering wheel or dashboard</i>
	Prijelom kostiju lica <i>Facial bone fracture</i>	Obična teška tjelesna ozljeda <i>Ordinary serious bodily injury</i>	Češći kod vozača s korištenjem pojasa <i>More common in drivers with seat belts</i>
IV. Ozljede povezane sa sigurnosnim pojasm (kontroliraju usporavanje i spriječavaju izbacivanje) IV. Seat belt injuries (control deceleration and prevent ejection)	Prijelom kostiju orbita i čeljusti <i>Fracture of the bones of the orbit and jaw</i>	Obična teška tjelesna ozljeda <i>Ordinary serious bodily injury</i>	Češći kod nevezanih putnika <i>More common in unattached passengers</i>
	Prijelom zatiljne kosti <i>Occipital bone fracture</i>	Obična teška tjelesna ozljeda <i>Ordinary serious bodily injury</i>	
	Površinske ozljede mekih tkiva <i>Superficial soft tissue injuries</i>	Tjelesna ozljeda <i>Physical injury</i>	Kod vozača i putnika iza njega od lijevog ramena prema desnom kuku, te suvozača i putniku iza njegovih leđa na stražnjem sjedalu, od desnog ramena prema lijevom kuku, dok će svi ti sudionici za pretpostaviti da imati ozljede poprečno preko trbušnog zida. <i>In the driver and passenger behind him from the left shoulder to the right hip, and the passenger and the passenger behind his back in the back seat, from the right shoulder to the left hip, while all these participants will presumably have injuries across the abdominal wall.</i>
	Razderotine kože od pojasa <i>Tears of skin from the belt</i>	Tjelesna ozljeda <i>Physical injury</i>	Veća površina kože je obična teška tjelesna ozljeda. <i>A larger area of skin is a common severe bodily injury.</i>
	Hematomi mekih tkiva s krvarenjem iz kapilara <i>Soft tissue hematomas with capillary bleeding</i>	Tjelesna ozljeda <i>Physical injury</i>	
	Vaskularne ozljede u području vrata i prsišta <i>Vascular injuries in the neck and chest area</i>	Osobito teška tjelesna ozljeda <i>Particularly severe bodily injury</i>	Potrebljava je CT angiografija. <i>CT angiography is required.</i>
	Prijelomi rebara duž tijeka pojasa <i>Rib fractures along the course of the belt</i>	Obična teška tjelesna ozljeda <i>Ordinary serious bodily injury</i>	Upućuju na korištenja sigurnosnog pojasa. Desnostrano u vozaču i putniku na desnom stražnjem sjedalu, a ljevostrano u putniku na lijevoj strani. <i>They refer to the use of seat belts.</i>
	Prijelom prsne kosti <i>Breast fracture</i>	Obična teška tjelesna ozljeda <i>Ordinary serious bodily injury</i>	<i>To the right in the driver and passenger in the right rear seat, and to the left in the passenger in the left.</i>
	Ozljede trbušnih organa <i>Abdominal injuries</i>	Obična teška tjelesna ozljeda <i>Ordinary serious bodily injury</i>	Kod vozača upućuje na udarac u upravljač. <i>In the case of the driver, it indicates a blow to the steering wheel.</i>

godini, od svih vrsta nesreća, najveći broj stradalih evidentiran je kod bočnih sudara i to 2 056 sudionika, od kojih je 17 sudionik smrtno stradalo, 287 teško i 1752 lakše ozlje-

deno. U tablici 2. prikazani su mehanizmi ozljedivanja, ozljede povezane s njima te moguća kvalifikacija za povrede nastale u bočnim sudarima.

Tablica 2. Mehanizam ozljeđivanja i ozljede povezane s njima te moguća kvalifikacija za povrede nastale u bočnim sudarima
Table 2. Mechanism of injuries and related injuries and possible qualification for injuries in side collisions

Mehanizam ozljeđivanja <i>Injury mechanism</i>	Povezane ozljede <i>Related injuries</i>	Kvalifikacija <i>Qualification</i>	Napomena <i>Remark</i>
I. Bočni udar u tijelo karošerije <i>I. Side impact to the body (Direct impact on the side window and doors, vehicle pillars or penetrating vehicle Hit your head on body parts)</i>	Prijelom ključne kosti <i>Clavicle fracture</i>	Obična teška tjelesna ozljeda <i>Ordinary serious bodily injury</i>	
	Frakturna rebara <i>Rib fracture</i>	Obična teška tjelesna ozljeda <i>Ordinary serious bodily injury</i>	* Opis u ranijim odjeljcima * Description in previous sections
	Prijelom lubanje <i>Skull fracture</i>	Obična teška tjelesna ozljeda <i>Ordinary serious bodily injury</i>	* Opis u ranijim odjeljcima * Description in previous sections
	Potres mozga <i>Brain concussion</i>	Tjelesna ozljeda <i>Physical injury</i>	* Opis u ranijim odjeljcima * Description in previous sections
	Subaraknoidalno krvarenje <i>Subarachnoid hemorrhage</i>	Osobito teška tjelesna ozljeda <i>Particularly severe bodily injury</i>	Krvarenje ispod paučinaste moždane ovojnica. <i>Bleeding under the arachnoid meninges.</i>
	Subduralno/epiduralno krvarenje <i>Subdural / epidural bleeding</i>	Osobito teška tjelesna ozljeda <i>Particularly severe bodily injury</i>	Krvarenje iznad/ispod tvrde moždane ovojnica. <i>Bleeding above / below the dura mater.</i>
	Krvarenje unutar tkiva <i>Bleeding within tissues</i>	Obična teška tjelesna ozljeda <i>Ordinary serious bodily injury</i>	
	Nagnjećeće mozga <i>Crush the brain</i>	Obična teška tjelesna ozljeda <i>Ordinary serious bodily injury</i>	
	Krvni podlijev na glavi i emfizem na glavi <i>Hemorrhage on the head and emphysema on the head</i>	Tjelesna ozljeda <i>Physical injury</i>	Lijevo ili desno – može upućivati na svojstvo ozljeđenog-putnik-vozač. <i>Left or right - may indicate an injured-passenger-driver property.</i>
	Krvni podlijev u području oka na glavi <i>Hemorrhage in the eye area of the head</i>	Tjelesna ozljeda <i>Physical injury</i>	Lijevo ili desno – može upućivati na svojstvo ozljeđenog-putnik-vozač. <i>Left or right - may indicate an injured-passenger-driver property.</i>
II. Udarac u predio kralježnice II. A blow to the spine	Prijelom sljepoočne kosti <i>Temporal fracture</i>	Obična teška tjelesna ozljeda <i>Ordinary serious bodily injury</i>	Ovisno o položaju ozljede- desno ili lijevo može ukazivati na položaj ozljeđenog u vozilu. Može uzrokovati i epiduralno krvarenje i tada je osobito teška tjelesna ozljeda. <i>Depending on the position of the injury - right or left may indicate the position of the injured person in the vehicle. It can also cause epidural bleeding and is then a particularly severe bodily injury.</i>
	Uganuća i/ili istegnuća ligamenata vratne kralježnice <i>Sprains and / or sprains of the cervical spine ligaments</i>	Obična teška tjelesna ozljeda <i>Ordinary serious bodily injury</i>	Kod bočnog sudara tijelo ide prema središtu vozila, dok glava ostaje u mirovanju, istežući vrat na bočnoj strani od udara. Nakon toga slijedi bočno kretanje glave do pet puta veće od G-sile udara, pri čemu dolazi do ozljeda vrata. <i>In a side-on collision, the body goes towards the center of the vehicle, while the head remains at rest, stretching the neck on the side of the impact. This is followed by lateral movement of the head up to five times the G-force of the impact, resulting in neck injuries.</i>
	Prijelom zatiljne kosti <i>Occipital bone fracture</i>	Obična teška tjelesna ozljeda <i>Ordinary serious bodily injury</i>	
	Iščašenje vratne kralježnice <i>Dislocation of the cervical spine</i>	Osobito teška tjelesna ozljeda <i>Particularly severe bodily injury</i>	Može uzrokovati tetraplegiju. <i>May cause tetraplegia.</i>
	Poprečni prijelom torakolumbalne kralježnice <i>Transverse fracture of the thoracolumbar spine</i>	Osobito teška tjelesna ozljeda <i>Particularly severe bodily injury</i>	Može uzrokovati paraplegiju. <i>May cause paraplegia.</i>
	Laceracija slezene <i>Spleen laceration</i>	Osobito teška tjelesna ozljeda <i>Particularly severe bodily injury</i>	Češće kod vozača, uzrokuje iskrvarenje, zbog potrebe hitne kirurške intervencije radi se o osobito teškoj tjelesnoj ozljedi opasnoj po život <i>More often in drivers, it causes bleeding, due to the need for urgent surgical intervention, it is a particularly serious life-threatening bodily injury</i>
	Laceracija jetre <i>Liver laceration</i>	Osobito teška tjelesna ozljeda <i>Particularly severe bodily injury</i>	Češće kod putnika, pacijent je u traumatskom šoku. <i>More often with passengers, the patient is in traumatic shock.</i>
	Pneumotoraks <i>Pneumothorax</i>	Osobito teška tjelesna ozljeda <i>Particularly severe bodily injury</i>	Ljevi ili desni, također može upućivati na svojstvo ozljeđenog-putnik-vozač – lijevo desno. <i>Left or right, can also refer to the injured-passenger-driver property - left to right.</i>
	Prsnuće oštita <i>Explosion protection</i>	Osobito teška tjelesna ozljeda <i>Particularly severe bodily injury</i>	
	Krvarenje kod prijeloma zdjelice <i>Bleeding from pelvic fractures</i>	Osobito teška tjelesna ozljeda <i>Particularly severe bodily injury</i>	Zbog iskrvarenja pacijent je u traumatskom šoku <i>Due to the bleeding, the patient is in traumatic shock</i>

Tablica 3. Mechanizam ozljeđivanja i ozljede povezane s njima te moguća kvalifikacija za povrede nastale pri sudarima u vožnji u slijedu (nalet na vozilo ispred)

Table 3. Mechanism of injuries and related injuries and possible qualification for injuries resulting from collisions while driving in a sequence (collision with a vehicle in front)

Mehanizam ozljeđivanja <i>Injury mechanism</i>	Povezane ozljede <i>Related injuries</i>	Kvalifikacija <i>Qualification</i>	Napomena <i>Remark</i>
Udarac u stražnji dio vozila naglo pokreće udarenog vozilo prema naprijed i glava se vozača i putnika usmjeruje prema natrag i nakon usporeњa na rubu nasiona pokreće naprijed <i>A blow to the rear of the vehicle abruptly moves the hit vehicle forward and the head of the driver and passenger is directed backwards and after deceleration at the edge of the backrest moves forward</i>	Trzajna ozljeda vratne kralježnice <i>A concussion injury to the cervical spine</i>	Tjelesna ozljeda <i>Physical injury</i>	Simptomi se rjeđejavaju odmah, češće nakon nekoliko sati ili dana. Najčešći su glavobolja, napetost mišića vrata i područja oko lopatica, bol u vratu i ramenima, vrtoglavica, omaglica, mučnina. <i>Symptoms are less likely to occur immediately, more often after a few hours or days. The most common are headaches, neck and shoulder muscle tension, neck and shoulder pain, dizziness, lightheadedness, nausea.</i>
	Istegnuće mekih struktura vratne kralježnice <i>Stretching of soft structures cervical spine</i>	Tjelesna ozljeda <i>Physical injury</i>	
	Prsnuće ligamenata i tetiva vratne kralježnice <i>Rupture of ligaments and tendons of cervical spine</i>	Obična teška tjelesna ozljeda <i>Ordinary serious bodily injury</i>	
	Prsnuće mišića vratne kralježnice i njihovih ovojnica <i>Bursting of the muscles of the cervical spine and their sheaths</i>	Tjelesna ozljeda <i>Physical injury</i>	Javljuju se bol i napetost, što traje i nekoliko tjedana. Mišići postaju slabiji, živci iritirani, a zglobovi upaljeni i bolni. <i>Pain and tension occur, which lasts for several weeks. Muscles become weaker, nerves irritated, and joints inflamed and sore.</i>
	Pucanje diskova između kralježaka <i>Bursting discs between vertebrae</i>	Tjelesna ozljeda <i>Physical injury</i>	
	Oštećenje malih zglobova kralježnice <i>Damage to the small joints of the spine</i>	Tjelesna ozljeda <i>Physical injury</i>	
	Oštećenje kralježničke moždine i koljena živaca <i>Damage to the spinal cord and knee nerves</i>	Obične teške tjelesna ozljeda <i>Ordinary serious bodily injury</i>	

3.1.3 Ozljede kod sudara u vožnji u slijedu – *Injuries in a collision while driving in a row*

O nesrećama i sudarima pri vožnji u slijedu, govorimo kada stražnje vozilo koje se kreće brže, udari prednjom stranom u stražnju stranu vozila ispred, koje se kreće sporije ili miruje. U predmetnim nesrećama nastaju teška oštećenja vratne kralježnice ako nema naslona za glavu ili ako on nije dobro namješten, kao i ozljede aorte koje mogu izazvati trenutačnu smrt (Huth 2010, Ramella Pezza 2008, Weltz 2013, Fadl i Standstrom 2019).

Prema podacima Biltena o sigurnosti cestovnog prometa MUP RH, od ukupno evidentiranih 26 074 prometnih nesreća u 2020. godini, sudara pri vožnji u slijedu evidentirano je 2 890 ili 11,1 %, u kojima je ukupno stradalo 1 606 sudionika, od kojih 16 smrtno, 145 je teško i 1 445 lako ozlijede-

đeno. Slijedom navedenog, u tablici 3. prikazani su mehanizmi ozljeđivanja, ozljede povezane s njima te moguća kvalifikacija za povrede nastale pri sudarima u vožnji u slijedu (nalet na vozilo ispred).

3.1.4 Ozljede kod prevrtanja vozila – *Vehicle overturning injuries*

Nesreće s prevrtanjem vozila i putnika puno su složenije nego u slučaju sudara sprijeda, straga ili bočno, te su ozljede pri prevrtanju vozila gotovo neizbjegljive pri svakom prevrtanju. U nesrećama u kojima dođe do prevrtanja vozila, sudionici koji su koristili pojaz često zadobivaju porozotine zbog velikih sila nastalih pri prevrtanju vozila. Puno ozbiljnije ozljede nastaju ako sudionici ne koriste pojaz, pri čemu u nemalom broju slučajeva ispadaju iz vozila prilikom prevrtanja ili bivaju priklješteni dok se vozilo

Tablica 4. Mehanizam i ozljede te moguća kvalifikacija kod prevrtanja vozila

Table 4. Mechanism and injuries and possible qualification when overturning a vehicle

Mehanizam ozljeđivanja <i>Injury mechanism</i>	Povezane ozljede <i>Related injuries</i>	Kvalifikacija <i>Qualification</i>	Napomena <i>Remark</i>
I. Oštećenje krova i njegov ulaz u prostor kabine <i>I. Damage to the roof and its entrance to the cabin space</i>	Potres mozga <i>Brain concussion</i>	Tjelesna ozljeda <i>Physical injury</i>	Nastaje bez obzira na korištenje ili ne korištenje pojasa. <i>It occurs regardless of whether or not the belt is used.</i>
	Kontuzija mozga <i>Brain contusion</i>	Obična teška tjelesna ozljeda <i>Ordinary serious bodily injury</i>	
	Prijelom baze lubanje <i>Skull base fracture</i>	Osobito teška tjelesna ozljeda <i>Particularly severe bodily injury</i>	
	Ozljeda – nagnječenje pluća <i>Injury - crushing of the lungs</i>	Osobito teška tjelesna ozljeda <i>Particularly severe bodily injury</i>	
	Ozljeda – nagnječenje mozga, contrecoup <i>Injury - brain contusion, contrecoup</i>	Obična teška tjelesna ozljeda <i>Ordinary serious bodily injury</i>	
	Ozljeda malih krvnih žila i krvarenja (petehijalna krvarenja) u mozgu <i>Injury of small blood vessels and bleeding (petechial bleeding) in the brain</i>	Tjelesna ozljeda <i>Physical injury</i>	
	Ozljeda mozgovnih živaca pri prijelomu baze lubanje <i>Injury of cerebral nerves in skull base fracture</i>	Obična teška tjelesna ozljeda <i>Ordinary serious bodily injury</i>	-Ima za posljedicu poremećaj sluha i ravnoteže. -Klinički znak je ispuštanje krvi ili tekućine (vode iz mozga) iz uha ili nosnica. Predstavljaju mogući izvor infekcije za meningitis (meningitis). <i>-It results in hearing and balance disorders.</i> <i>-Clinical sign is the discharge of blood or fluid (water from the brain) from the ear or nostrils. They represent a possible source of infection for meningitis (meningitis).</i>
	Epiduralni hematom <i>Epidural hematoma</i>	Osobito teška tjelesna ozljeda <i>Particularly severe bodily injury</i>	Može presjeći arteriju temporalis i uzrokovati epiduralno krvarenje. Može vrlo brzo dovesti do simptoma neurološkog zatajenja. Može proći i do 12 sati dok se simptomi ne pojave. Ukupna smrtnost iznosi i do 30%, unatoč poboljšanjima u dijagnozi i liječenju ozljeda mozga. <i>It can cut the artery temporalis and cause epidural bleeding. It can very quickly lead to symptoms of neurological failure.</i> <i>It can take up to 12 hours for symptoms to appear.</i> <i>Total mortality is up to 30%, despite improvements in the diagnosis and treatment of brain injuries.</i>
	Subduralni hematomi <i>Subdural hematomas</i>	Obične do osobito teška tjelesna ozljeda <i>Ordinary to particularly severe bodily injury</i>	Uzrokovani su prućem kortikalnih vena koje se protežu između površine mozga i venskih sinus. They are caused by the rupture of cortical veins that stretch between the surface of the brain and the venous sinuses
II. Udari u vjetrobran, okvir <i>II. Hit the windshield, frame</i>	Prijelom zuba <i>Tooth fracture</i>	Tjelesna ozljeda <i>Physical injury</i>	
	Prijelom kostiju lica <i>Facial bone fracture</i>	Obična teška tjelesna ozljeda <i>Ordinary serious bodily injury</i>	
	Prijelom donje čeljusti <i>Fracture of the lower jaw</i>	Obična teška tjelesna ozljeda <i>Ordinary serious bodily injury</i>	
	Ozljede koje oštećuju leđnu moždinu u vratnoj kralježnici <i>Injuries that damage the spinal cord in the cervical spine</i>	Osobito teška tjelesna ozljeda <i>Particularly severe bodily injury</i>	Opasne po život. <i>Dangerous to life.</i>
III. Udari u unutarnje dijelove vozila, rotacije tijela, ispadanje iz vozila <i>III. Impacts on the interior of the vehicle, body rotations, falling out of the vehicle</i>	Prijelom atlasa vratne kralježnice	Obična teška do osobito teška tjelesna ozljeda <i>Ordinary severe to particularly severe bodily injury</i>	
	Traumatska spondilolistea	Obična teška do osobito teška tjelesna ozljeda <i>Ordinary severe to particularly severe bodily injury</i>	
	Višestruke ozljede (višestruke traume, „poli trauma“)	Obična teška do osobito teška tjelesna ozljeda <i>Ordinary severe to particularly severe bodily injury</i>	Su ozljede više tjelesnih područja ili organskih sustava koje su opasne po život pojedinačno ili u kombinaciji <i>Injuries to multiple body areas or organ systems that are life-threatening individually or in combination</i>

prevrće preko njih ili zadobivaju povrede pri udaru u tlo. Tablica 4. prikazuje mehanizme ozljedivanja, ozljede povezane s navedenim te moguću kvalifikaciju ozljeda kod prevrtanja vozila.

3.2 Analiza ozljeda u prometu u poduzeću Hrvatske šume d.o.o. – Analysis of traffic injuries in the company Hrvatske šume Ltd.

Petogodišnji trend pokazatelja sigurnosti pri radu u poduzeću Hrvatske šume d.o.o. prikazan je u tablici 5. Prvi pokazatelj, ukupni broj priznatih ozljeda godišnje, u promatranom razdoblju kreće se od 210 do 255, a najveći broj ozljeda zabilježen je 2018. godine. Evidentirani godišnji broj ozljeda pri sjeći i izradi drva, u promatranom razdoblju, sudjeluje sa 54,87 % do 46,19 % u ukupnom broju ozljeda u poduzeću koje gospodari državnim šumama Republike Hrvatske (tablica 5). Broj evidentiranih smrtnih ozljeda u promatranom razdoblju ukupno je četiri (tablica 5), a značajan udio dogodio se tijekom radova sječe i izrade drva. Godišnji udio ostalih ozljeda, u odnosu na ukupan broj ozljeda, kreće se u rasponu od 30,48 % do 21,24 % (tablica 5). Udio priznatih ostalih ozljeda pri radu u prometu

(službeno putovanje, dolazak na posao, odlazak s posla) unutar poduzeća Hrvatske šume d.o.o. za promatrano razdoblje, u odnosu na ukupan broj ozljeda, kreće se u rasponu od 5,14 % do 2,59 %. U petogodišnjem razdoblju evidentiranja je samo 1 teška ozljeđa na radovima privlačenja drva skiderom 2018. godine kada je nastupio frontalni sudar.

Unutar poduzeća u promatranom razdoblju evidentiran je ukupno 44 priznate ostale ozljede pri radu u prometu. Od ukupno priznatih ostalih ozljeda u prometu 65,91 % kategorizirano je kao laka, a 34,09 % kao teška (tablica 6). S obzirom na način prometovanja, pod pojmom službeno vozilo evidentirane su sve vrste službenih vozila u predmetnom poduzeću te osobna vozila ako su u trenutku nastanka ozljeda pri radu u prometu korištena u službene svrhe. Kategorija osobnog vozila odnosi se na sve vrste vozila koja su korištena u svrhu dolasku i odlasku s posla spram mesta prebivališta. Analizirano spram načina prometovanja (službeno ili osobno vozila te pješice) 56,82 % ostalih ozljeda u prometu dogodilo se tijekom korištenja službenog vozila, dok je 27,27 % ozljeda evidentirano pri korištenju osobnog vozila (tablica 6). Od ukupno registriranog broja ozljeda u prometu za predmetno razdoblje u više od 90 % slučajeva

Tablica 5. Vrijednosti pokazatelja sigurnosti u poduzeću Hrvatske šume d.o.o.

Table 5. The values of safety indicators in the company Hrvatske šume Ltd.

Godina Year	Ozljeda ukupno <i>Injuries total</i>	Ozljeda na sjeći <i>Injuries at felling</i>	Ozljede kod privlačenja <i>Attraction injuries</i>	Ozljede kod uzgoja <i>Breeding injuries</i>	Ostale ozljede <i>Other injuries</i>	Smrte ozljede <i>Fatal injuries</i>	
				ukupno <i>total</i>	u prometu <i>in traffic</i>		
2016	253	129	25	29	70	13	1
2017	210	97	22	27	64	9	0
2018	255	122	35	41	57	8	1
2019	232	115	15	42	60	6	0
2020	226	124	15	39	48	8	2

Tablica 6. Priznate ostale ozljede pri radu u prometu prema težini unutar poduzeća Hrvatske šume d.o.o. (službeno putovanje, dolazak na posao, odlazak s posla)

Table 6. Recognized other injuries when working in traffic by weight within the company Hrvatske šume Ltd (business trip, arrival at work, departure from work)

Godina Year	Službeno vozilo <i>Official vehicle</i>			Osobno vozilo (<i>automobil, motocikl, bicikl i dr.</i>) <i>Personal vehicle (car, motorcycle, bicycle, etc.)</i>			Pješice <i>On foot</i>		
	Laka <i>made</i>	Teška <i>heavy</i>	Smrtna <i>mortal</i>	Laka <i>made</i>	Teška <i>heavy</i>	Smrtna <i>mortal</i>	Laka <i>made</i>	Teška <i>heavy</i>	Smrtna <i>mortal</i>
2016.	6	4		1				2	
2017.	3	2		2	1		1		
2018.				3	2		1	2	
2019.	4			2					
2020.	5	1		1				1	
Ukupno <i>Total</i>	18	7		9	3		2	5	
Sveukupno <i>Overall</i>		25			12			7	

iste su se dogodile zbog prometovanja na javnim prometnicama, a vrlo mali postotni udio zbog prometovanja na primarnoj ili sekundarnoj šumskoj infrastrukturi.

Analiza priznatih ozljeda pri radu u prometu prema vrsti sudara pokazala je da su djelatnici poduzeća Hrvatske šume d.o.o. kod prometovanja službenim vozilom imali najviše frontalnih sudara i prevrtanja vozila (tablica 7), dok su s druge strane kod korištenja osobnih vozila najzastupljeniji bočni sudari i sudari odostraga (tablica 7). Kod analize priznatih ozljeda pri radu u prometu pješke najviše je evidentirano ozljeda uzrokovanih padom (tablica 7).

4. RASPRAVA I ZAKLJUČCI

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Svaki liječnik koji je prvi pregledao ozlijedenog u prometnoj nesreći obvezan je prijaviti ozljede (prema Zakon o liječništvu, NN 117/2008) nadležnoj ustrojstvenoj zdravstvenoj ustanovi i MUP-u, prema mjestu gdje se prometna nesreća dogodila. Uz podatke koji se upisuju u prijavu ozljede, a koji se odnose na identitet ozlijedenog, opis događaja, vrijeme događaja i počinitelja, liječnik je dužan kvalificirati tjelesne ozljede sukladno odredbama Kaznenog zakona RH (NN broj 125/11, 144/12, 56/15, 61/15 - Ispravak, 101/17, 118/18, 126/19 i 84/21.). Nakon što liječnik prijavi ozljedu i izjasni se o kvalifikaciji tjelesne ozljede, ovisno o težini tjelesne ozljede ovisi da li će se pokrenuti prekršajni ili kazneni postupak, ako za njih postoje ostali preduvjeti. Medicinskom vještaku je izuzetno važna medicinska dokumentacija i detaljan opis ozljeda, te opće stanje ozlijedenoga i nalaz vitalnih parametara (Škavić i Zečević 2010, Zečević 2018).

Rezultati istraživanja pokazuju da MUP klasificira statističke podatke o ozlijedenima različito od Kaznenog zakona gdje „običnu tešku“ i osobito tešku tjelesnu ozljedu ubraja u jednu skupinu. Od ukupnog broja teško ozlijedenih osoba

u prometnim nesrećama u Republici Hrvatskoj, (s običnim teškim i osobito teškim tjelesnim ozljedama) kod njih oko 5 % nastaje trajni invaliditet, što je godišnje više od stotinjak ljudi, 10 % njih trpi trajne posljedice, a najčešće je riječ o osobama mlađe životne dobi (Biltén o sigurnosti cestovnog prometa RH). Istraživanje provedeno u Švicarskoj (Medizinische Folgen des Strassenunfallgeschehens 2014) temeljeno na podacima medicinske statistike koji su vezani za najčešće zadobivene vrste ozljeda kod prometovanja osobnim vozilima u 2011. godini analiziralo je 4227 glavnih dijagnoza. Analiza je pokazala 1266 slučaja potresa mozga kao najčešće dijagnoze, zatim u 495 slučajuagnanje prsnog koša, u 257 slučajeva ozljeda koljena, u 240 slučajeva ozljede ramena i nadlaktice, u 239 slučaju trzajna ozljeda vratne kralježnice, u 212 slučaja nespecificirana otvorena rana na ostalim dijelovima glave, u 210 slučajeva esencijalna hipertenzija, neodređena bez naznaka hipertenzivne krize, u 207 slučajeva ozljede lumbalno-sakralnog dijela kralježnice, u 206 slučajeva serijski prijeloma rebara koji uključuju četiri ili više rebra i u 204 slučaju gubitak svijesti kraći od 30 minuta kod traumatske ozljede mozga.

Kod provedenog istraživanja i klasifikacije ozljeda valja uvažiti određena ograničenja prilikom tumačenja rezultata. Temeljni nedostatak istraživanja je u činjenici da ne postoji jedinstveni tipski model kod kvalifikacija i opisa ozljeda. Drugo ograničenje vezano je za bazičnu analizu frekvencija priznatih ostalih ozljeda pri radu u prometu, unutar poduzeća Hrvatske šume d.o.o., bez detaljne analize evidentirane prijave ozljeda, postavljene dijagnoze i klasifikacije istih.

U studiji slučaja na primjeru Hrvatskih šuma nije provedena analiza postavljenih glavnih dijagnoza priznatih ostalih ozljeda pri radu u prometu za petogodišnje razdoblje. Također, iako djelatnici poduzeća koje gospodari državnim šumama sudjeluju s vrlo niskim postotnim udjelom u ukupnom broju prometnih nesreća u RH (npr. za 2020. godinu

Tablica 7. Priznate ostale ozljede pri radu u prometu prema vrsti sudara unutar poduzeća Hrvatske šume d.o.o. (službeno putovanje, dolazak na posao, odlazak s posla)

Table 7. Recognized other injuries while working in traffic according to the type of collision within the company Hrvatske šume Ltd. (business trip, arrival at work, departure from work)

Godina Year	Službeno vozilo Official vehicle				Osobno vozilo (automobil, motocikl, bicikl i dr.) Personal vehicle (car, motorcycle, bicycle, etc.)				Pješice On foot		
	FS ¹	BS ²	SO ³	PV ⁴	FS ¹	BS ²	SO ³	PV ⁴	NV ⁵	Pad	Ostalo
2016.	7			3			1			2	
2017.		4		1		2		1			1
2018.						2	2	1			3
2019.	1		3			1	1				
2020.	1		1	4		1			1		
Ukupno Total	9	4	4	8		6	4	2	1	6	
Sveukupno Overall			25					12			7

¹(FS) Frontalni sudar – *Frontal collision*; ²(BS) Bočni sudar – *Side impact*; ³(SO) Sudar odostraga – *Collision from behind*; ⁴(PV) Prevrtanje vozila – *Vehicle overturning*;

⁵(NV) Nalet vozila – *Vehicle crash*

0,11 % teških ozljeda i 0,08 % lakših ozljeda) predmetni pokazatelj u obliku višegodišnjeg trenda potrebno je nastaviti pratiti i po potrebi uvoditi eventualne mjere unapređenja. Istraživanje je na do sada neprimijenjen način u domaćoj znanstvenoj i stručnoj literaturi bliskoj ovoj tematici, kategoriziralo pojedine (najčešće) vrste cestovnih prometnih nesreća, mehanizam ozljedivanja u njima, prikazalo najčešće ozljede i opise indikacija za pojedine od njih, a sve s ciljem ujednačavanja i podizanja razine kvalitete kvalifikacije ozljeda, posebice u prvoj fazi dalo pregled mogućih kvalifikacija. Sukladno postavljenim ciljevima istraživanja manjkavosti u pogledu dokumentacije i nejasne dokumentacije mogu se svrstati u nekoliko skupina:

Neispravno kvalificiranje ozljeda općim pojmovima kao npr. „predvidivo...“, „doima se kao...“ i sl.;

Svrstavanje u jedan pojam „obične“ teške i „osobito“ teške tjelesne ozljede i to pod pojam „teška“ što zadovoljava policijske evidencije, a naknadno izaziva dvojbe kod odvjetništva, sudova i postupka vještačenja;

Nekritičko postavljanje dijagnoze gdje se nerijetko dijagnoze navode i ozljeda kvalificira bez da su ozljede objektivno medicinski utvrđene i dokazane;

Nepotpuno opisivanje ozljeda koji je često manjkav, kratak, nedostatan te se ne opisuje izgled i dimenzije ozljede, boja kože, broj ozljeda i druge okolnosti važne za vještačenje;

Ne navođenje točnog mesta ozljeda na tijelu koje je važno za utvrđivanje dinamike ozljedivanja, položaja ozlijedenog u vozilu, visina ozljede na primjer kod pješaka i biciklista bitna je za traganje za počiniteljem koji se udalji s vozilom s mesta dogadaja.

Zaključno, medicinska dokumentacija je relevantna ako je napisana odmah nakon nezgode, te se jedino u slučajevima kada postoje objektivno utvrđene karakteristike ozljede, kvalificirana dijagnoza može prihvati kao ozljeda u postupku. Točna i pravovremena kvalifikacija osigurava zakonitost s jedne strane i zaštitu građana od neutemeljenog progona s druge strane.

Zahvala – Acknowledgements

Istraživanje je financirala Hrvatska zaklada za znanost u okviru projekta »Povećanje konkurentnosti šumarskog sektora kroz razvoj kulture sigurnosti (ForSaf2024)«, broj projekta IP-2020-02-7637.

5. LITERATURA

REFERENCES

- Auerbach, K., D., Otte, M., Jansch, R., Lefering: Drei Datenquellen, drei Methoden, drei unterschiedliche Ergebnisse? Bast, Njemačka, 2009. Available from: https://bast.opus.hbz-nrw.de/opus45-bast/frontdoor/deliver/index/docId/277/file/medizinische_folgen_von_unfaellen.pdf, [Accessed on 12 October 2021]

- Baum, H., T., Kranz, U., Westerkamp: Ekonomski troškovi kroz prometne nesreće u Njemačkoj, Institut za prometne znanosti na Sveučilištu u Kölnu, 2010. Available from: <https://opus4.hbz-nrw.de/opus45-bast/frontdoor/deliver/index/docId/209/file/M208.pdf>, [Accessed on 12 April 2022]
- Brkić Biloš, I., P., Čukelj, 2019: Ozljede u Republici Hrvatskoj, Hrvatski zavod za javno zdravstvo, 2019, Zagreb. Available from: https://www.hzjz.hr/wp-content/uploads/2019/07/Bilten-ozljede_zavr%C5%A1no.pdf, [Accessed on 16 January 2022]
- Bilten o sigurnosti cestovnog prometa u 2020. Ministarstvo unutarnjih poslova Republike Hrvatske, Zagreb, 2020., Available from: https://mup.gov.hr/UserDocsImages//dokumenti/bilten//Bilten_o_sigurnosti_cestovnog_prometa_2020, [Accessed on 12 April 2022]
- Fadl, S.A., C.K., Sandstrom, 2019: Mechanism-based Approach to Injury Detection after Motor Vehicle Collisions, Radio graphics, 39(3), Available from: <https://pubs.rsna.org/doi/10.1148/rg.2019180063>, [Accessed on 12 October 2021]
- Gržalja, N., M., Marinović, D., Štiglić, I., Saftić, D., Primc, M., Oštrić, M., Grgurev, G., Martinović, S., Lalić, T., Cicvarić, 2013: Zbrinjavanje politraume. Medicina fluminensis 49(4), pp. 447-453.
- Huth, M., 2010: Die Verletzungen von Fahrer und Beifahrer bei schweren Pkw-Unfällen im Vergleich, Greifswald, Njemačka, 2010. Available from: <https://epub.ub.uni-greifswald.de/frontdoor/index/index/year/2010/docId/669>, [Accessed on 18 April 2022]
- Hrvatski zavod za javno zdravstvo (HZJZ), 2020: Odjel za ozljede. Zagreb, 2020., Available from: <https://www.hzjz.hr/sluzba-epidemiologija-prevencija-nezaraznih-bolesti/odjel-za-ozljede/> [Accessed on 04 December 2020]
- Jelčić, I., 1985: Medicina prometa. Istraživački centar za medicinu i psihologiju prometa u Zagrebu, Zagreb, 1985.
- Kazneni zakon Republike Hrvatske (NN 84/21), Available from: <https://www.zakon.hr/z/98/Kazneni-zakon>, [Accessed on 18 April 2022]
- Landekić, M., Martinić, I., Mijoč, D., Bakarić, M., Šporčić, M., 2021: Injury Patterns among Forestry Workers in Croatia. Forests 2021, 12, 1356. <https://doi.org/10.3390/f12101356>
- Medizinische Folgen des Strassenunfallgeschehens, Istraživački projekt SVI 2012/006 na zahtjev Švicarskog udruženja prometnih inženjera i prometnih stručnjaka (SVI), Švicarska, 2014. Available from: https://www.google.hr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiekKPd8PDtAhXPmIsKHXFgDIQQFjAAegQIARAC&url=https%3A%2F%2Fwww.astra.admin.ch%2Fdam%2Fastra%2Fde%2Fdokumente%2Funfalldaten%2Fmedizinische_folgendesstrassenunfallgeschehens.pdf.download.pdf%2Fmedizinische_folgendesstrassenunfallgeschehens.pdf&usg=AOvVaw2nVpNPQcb2b7TWDHopGgOP, [Accessed on 18 March 2022]
- Mršić, Ž., 2015: Personalni izvori informacija u kriminalističkom istraživanju prometnih nesreća, Kriminalistička teorija i praksa 2 (2/2015.), 103-113, Zagreb, 2015.
- NASS, 1996: "Crashworthiness Data System 1994 - 1996." National Highway Traffic Safety Administration. Available from: <https://trid.trb.org/view/509246> [Accessed on 17 December 2020]

- Otte, D., 1994: Die Unfallforschungsstelle Hannover als Beispiel für Bedeutung und Nutzen bestehender vertiefter Untersuchungen. SAE Technical Paper Nr. 940712, 1994.
- Otte, D., J., Nehmzov, 1997: Manulan für Ciding Variables in the In-Depth Investigation Work. Unfallforschungszentrum, Medizinische Hochschule Hannover, Deutschland 1997.
- Poje, A., I., Potočnik, 2017: Forestry Ergonomics and Occupational Safety in High Ranking Scientific Journals. Croat. j. for eng., 38 (2); pp. 291-310.
- Ramella Pezza, M., 2008: Schwere Kopf- und Halsverletzungen beim Pkw-Überschlag: Analyse von 106 realen Pkw-Unfällen. Dissertation, LMU München: Faculty of Medicine, Available from: <https://edoc.ub.uni-muenchen.de/8118/>. [Accessed on 12 October 2021]
- Škavić, J., D., Zečević, 2010: Načela sudskomedicinskih vještačenja, Zagreb 2010.
- The Abbreviated Injury Scale 1990 Revision. Des Plaines, Ill.: Association for the Advancement of Automotive Medicine, 1990. Available from: <https://www.aaam.org/abbreviated-injury-scale-ais/>, [Accessed on 12 October 2021]
- Tsioras, P.A., C., Rottensteiner, K., Stampfer, 2014: Wood harvesting accidents in the Austrian State Forest Enterprise 2000–2009. Safety Science, 62, 400–408. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2013.09.016>
- Turčić, J., Z., Lovrić, 2022: Politrauma-procjenja težine ozljede primjenom ocjenskih ljestvica, Zagreb, Medicinska naklada, 2002
- Weltz, C.A., 2013: Mögliche und häufige Verletzungsmuster bei Pkw-Unfällen, Deutsche Hochschule für Gesundheit und Sport, Berlin, 2013. Available from: <https://www.grin.com/document/279229>, [Accessed on 11 December 2021]
- Yovi, E.Y., Y., Yamada, 2019: Addressing Occupational Ergonomics Issues in Indonesian Forestry: Laborers, Operators, or Equivalent Workers. Croatian Journal of Forest Engineering, 40(2), 351–363. <https://doi.org/10.5552/crojfe.2019.558>
- Zakon o liječništvu, NN 117/2008, Available from: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2008_10_117_3376.html, [Accessed on 17 December 2020]
- Zečević, D., 2018: Sudska medicina i deontologija 5., obnovljeno i dopunjeno izdanje. Medicinska naklada, Zagreb, 2018.

SUMMARY

The research shows that injuries in the world, as well as in Croatia, especially those resulting from traffic accidents, which are in the company Hrvatske šume Ltd. recorded as others, ie categorized along with other injuries at work, represent a significant public health and economic problem, for the wider community, but also for the company Hrvatske šume Ltd. At the same time, the planned measures and activities (primarily the National Road Safety Program of the Republic of Croatia, but also other plans from the state and company level) from year to year do not bring the expected results, ie the number of casualties is still high. Subject research seeks to mitigate the consequences of accidents, through the development of criteria for more accurate and precise classification of injuries as a prerequisite for many procedures, from treatment, rehabilitation, but also rights from employment and other relations, or proceedings before prosecutors, courts and insurance companies. The research covers an area that has not been researched so far or has been researched to a lesser extent in the Republic of Croatia and surrounding countries, and in addition to determining the framework for injury qualification, which should determine the cause-and-effect relationship of certain types of accidents (consecutive driving, side collision, head-on collision and overturning) and injuries that occur in them, with experiential and scientifically based notes related to individual injuries. In this way, the results of the research are an excellent tool, especially for those who are the first to qualify the injuries that a participant sustains in a car accident, or for the doctors who were the first to help the victims. The authors understand the complexity and severity of the moment in which these doctors qualify injuries (sometimes due to the severity of injuries and inability to contact with the injured). Namely, incorrect qualification in the first stage (although in possible future proceedings may be changed by expertise, which is not uncommon) may jeopardize the further course of treatment, rehabilitation, lead to unfounded criminal or misdemeanor proceedings or its absence even though it should have been conducted, and others numerous administrative and judicial proceedings of the participants in the accidents. Which for an individual and the community, and thus the company Hrvatske šume can have significant administrative difficulties and significant material costs. In addition to the primary goal of the research and its focus on doctors who are the first to qualify injuries, it should be useful for accident research services (police, state attorney's office, courts, insurance companies, but also professional services of Hrvatske šume Ltd.), because they also offer the possibility of the reverse procedure, ie verification, especially in cases when the accident is subsequently reported, or the driver has left the scene, or there are doubts about the nature of the injured participant. Namely, the results of the research enable and instruct everyone involved in these processes, how to connect an individual injury - check with damage to the vehicle or suspect that it occurred there, or how to conduct a quality criminal investigation in this area, fix and describe damage and injuries. For employees of Hrvatske šume

Ltd. (but also all other services from the police, HGSS, to firefighters) who are not always able to call an ambulance in case of accidents with vehicles (because accidents happen on forest roads, often without a cell phone signal), or the arrival of an ambulance due to the distance is justifiably long, and the injured should be assisted, this work is extremely useful, because in addition to the qualification it describes the occurrence of damage in / on the vehicle and possible related injuries, and notes on how to recognize individual injuries. First aid to the injured, which, as we know, can in some cases save the life of the injured, but also reduce the consequences of the injury. The results of the research are classified into four overview tables for injury mechanisms in frontal collisions, side collisions, sequential collisions and vehicle overturns. The highest number of qualified injuries was found in frontal collisions (frontal) in which the largest number of injury mechanisms (4), and a total of 58 different injuries were identified, of which 24 qualify as ordinary serious bodily injury, 23 as particularly serious bodily injury, 10 as bodily injury and 1 as particularly severe with fatal consequences. For them, a total of 30 notes were entered in the tables, on how they are reported, what to pay attention to, etc. This indicates that these types of accidents are the most severe in terms of consequences (which are the most numerous for Hrvatske šume Ltd. when it comes to traffic accidents). In side collisions, the two most common mechanisms of injury were identified, and a total of 20 different injuries were identified, of which 8 qualify as ordinary serious bodily injury, 9 as particularly serious bodily injury and 3 as bodily injury. For these injuries, 10 notes are entered in the table. When the vehicle overturned, the three most common mechanisms of injury were identified, and a total of 16 different injuries were identified, of which 9 qualify as ordinary grievous bodily harm, 3 as particularly grievous bodily harm and 4 as bodily injury. 7 notes are entered in the table for these injuries. One injury mechanism was identified for collisions while driving in a sequence, and a total of 7 injuries were identified, of which 2 qualify as ordinary serious bodily injury and 5 as bodily injury. There are 2 notes for these injuries in the table. The presented statistical-analytical indicators of the company Hrvatske šume Ltd., along with other results of this research, are a good basis for further monitoring of injuries in the company, and can be a good basis for further identification (but also research on vehicle ergonomics and vehicle selection and protection, reduce the number and consequences of injuries) and assess the level of protection and safety at work in forest production, ie on the way to it, and increase competitiveness by developing mechanisms to improve educational, technical and safety competencies of human resources. And certainly, like the Ministry of the Interior, the indicators on the types of injuries to the god of uniformity should be harmonized with the terms from the Criminal Code described in this paper (especially severe, etc.).

KEY WORDS: traffic accidents, qualification of injuries, injuries at work, forestry



*Sretan Božić
i Nova 2023.*

TROPRSTI ZLATAR (*Pluvialis apricaria* L.)

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

Opisane su dvije podvrste. Nominalnu susrećemo na Britanskom otočju, Danskoj, sjeverozapadnoj Njemačkoj, južnoj Skandinaviji i Baltičkom području, a *P.a.altifrons* naseljava sjevernija području od Grenlanda, Islanda, Ferojskih otoka, sjevera Skandinavije pa do istočnog Sibira. Nominalna podvrsta je selica i odlazi na morske obale Irske, Velike Britanije, Nizozemske, Francuske, Portugala, Sredozemlja, Crnog mora i Kaspijskog jezera, dok se *P.a.altifrons* tek djelomično seli. Naraste u dužinu 26–29 cm s rasponom krila 67–76 cm i težinom 150–220 grama pa je po veličini tijela manji od vivka. Spolovi su međusobno slični. Odozgo je žuto smeđe ispjegani s bijelim pokriljem, pazuhom i trbuhom. Za vrijeme gniježđenja ptice sjevernih populacija dobiju crne obaze, grlo, prsa i trbuš koji su omeđeni širokom bijelom prugom, dok kod južnih populacija navedena pruga je žućkasta, a obazi i ostali dijelovi nisu crni već su nejasnije obojeni i time manje izraženi. Gnijezdeće ruho je izraženije kod mužjaka po tada možemo razlikovati spolove. Noge su mu sivkaste. Vezana je za tresetišta, vlažna područja u tundrama, arktičke vrištine, a zimi poljoprivredne površine, ušća rijeka, pjeskovite i muljevite morske obale. Gnijezda gradi u plitkim udubljenjima na tlu oskudno od biljnog materijala. Gnijezdi jednom tijekom godine od travnja do svibnja. Nese 4 (3–5) žuto zelenih jaja s tamo smeđim pjegama veličine 35x52

mm. Na jajima sjede oba roditelja oko četiri tjedana. Mladi ptići su potrušci o kojima se brinu oba roditelja još četiri do pet do tjedana, kada postanu sposobni za let, te se osamostaljuju. Hrani se manjim kopnenim beskralježnjacima, najčešće kornjašima i njihovim ličinkama, te gujavicama koje najčešće nalazi na plitkom obalama u zoni oseke, a ponekad i biljnom hranom (travke, bobice, sjemenke). Plijen lovi na površini te ponekad u mekom tlu na 1 do 2 cm dubine. Osim vizualno plijen locira i sluhom pa pomoću istog osjetila ponekad lovi i noću. U Hrvatskoj je danas rijetka, malobrojna i neredovita preletnica i/ili zimovalica (na području ribnjaka Crna Mlaka i Draganić, ušću Neretve, Vranskom jezeru kod Pakoštana, Kolanskom i Velom blatu, Ninskoj solani, otvorenoj poljoprivrednoj površini u Podravini kod Koprivnice...), dok je tijekom 19. i u prvoj polovini 20. stoljeća bila redovita preletnica i zimovalica od listopada do travnja na području gotovo cijele Hrvatske. U Europi je u istom razdoblju također došlo do naglog povlačenja južne granice gniježđenja prema sjeveru što se povezuje s promjenama u staništu uslijed djelovanja i utjecaja nastalih klimatskim promjenama.

Troprsti zlatar je zaštićena vrsta u Republici Hrvatskoj, a u Crvenoj knjizi ptica Hrvatske godišnja zimujuća populacija procjenjuje se na 0 – 250 ptica i nalazi se prema IUCN regionalnoj klasifikaciji na popisu kritično ugroženih (CR).



Izgled ruha u razdoblju kada ne gnijezdi



Jato od 48 ptica zabilježeno ovog proljeća u Podravini kod Koprivnice

ODRŽANA GODIŠNJA IZBORNA SKUPŠTINA AKADEMIJE ŠUMARSKIH ZNANOSTI

Akademik Igor Anić



Godišnja izborna skupština Akademije šumarskih znanosti održana je u srijedu 30. studenog 2022. godine u vijećnici Fakulteta šumarstva i drvene tehnologije.

Skupštinu je otvorio akademik Igor Anić, predsjednik Akademije šumarskih znanosti. Uz njega, u radno predsjedništvo su izabrani prof. dr. sc. Renata Pernar i prof. dr. sc. Dalibor Ballian. Zapisnik je vodio prof. dr. sc. Jura Čavlović. Za ovjerovitelje zapisnika izabrani su prof. dr. sc. Nikola Pernar i prof. dr. sc. Boris Hrašovec.

S obzirom kako je zbog pandemije bolesti Covid-19 posljednja skupština u kontaktnom obliku održana 17. prosinca 2019. godine, ovom se prilikom minutom šutnje prijetilo preminulih članova u proteklom trogodišnjem razdoblju: prof. dr. sc. Stanislava Severa, prof. dr. sc. Božidara Petrića, dr. sc. Steve Orlića, akademika Slavka Matića, prof. dr. sc. Joze Franjića, dr. sc. Miroslava Harapina i prof. dr. sc. Ane Pranjić.

Na skupštini su usvojeni zapisnik s prethodne e-skupštine održane u prosincu 2021., izvješće predsjednika o radu u proteklom razdoblju, izvješće o poslovanju za 2021., rebalans finansijskog plana za 2022., obrazac samoprocjene, plan rada i finansijski plan za 2023. godinu.

Akademik Igor Anić u izvješću o radu u protekom razdoblju istaknuo je kako Akademija šumarskih znanosti danas ima 55 članova, od čega je 17 redovitih članova, 4 počasna člana, 11 izvanrednih članova, 20 članova suradnika i 3 člana savjetnika. Akademija je tijekom 2022. godine izdala znanstvenu monografiju Poljski jasen (*Fraxinus angustifolia* Vahl) u Hrvatskoj. Monografija je promovirana 20. lipnja 2022., u sklopu obilježavanja Dana hrvatskog šumar-

stva. Druga prezentacija monografije uslijedila je 14. listopada 2022., na 3. konferenciji Hrvatske komore inženjera šumarstva i drvene tehnologije u Šibeniku.

Na skupštini su dodijeljene diplome i svečano su inauggurirani novi počasni, redoviti i izvanredni članovi te novoizabrani i reizabrani članovi suradnici. Svi su izabrani i reizabrani na skupštini Akademije održanoj 2. travnja 2021. godine.

Na prijedlog Predsjedništva Akademije šumarskih znanosti izabrani su predsjednik, dva dopredsjednika, glavni tajnik, tajnici Odsjeka i članovi nadzornog odbora za novo mandatno razdoblje:

Prof. dr. sc. Marijan Grubešić za predsjednika
Prof. dr. sc. Vladimir Jambreković za dopredsjednika
Dr. sc. Sanja Perić za dopredsjednicu
Prof. dr. sc. Davorin Kajba za glavnog tajnika
Akademik Igor Anić za tajnika Odsjeka za uzgajanje šuma

Prof. dr. sc. Jura Čavlović za tajnika Odsjeka za uređivanje šuma i šumarsku politiku
Dr. sc. Milan Pernek za tajnika Odsjeka za zaštitu šuma i lovstvo
Prof. dr. sc. Ružica Beljo Lučić za tajnicu Odsjeka za iskorištanje šuma i uporabu drva

Za članove Nadzornog odbora izabrani su:

Dr. sc. Lukrecija Butorac
Prof. dr. sc. Marilena Idžočić
Dr. sc. Ivan Seletković



ZNANSTVENA IZLOŽBA PLODOVA UKRASNIH VOĆNIH VRSTA I ŠUMSKIH VOĆKARICA NA ZAVODU ZA EKOLOGIJU I UZGAJANJE ŠUMA FAKULTETA ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE

Izv. prof. dr. sc. Damir Drvodelić

Na Zavodu za ekologiju i uzgajanje šuma fakulteta šumarstva i drvne tehnologije, u zaštićenim staklenim vitrinama postoji unikatna i vrlo vrijedna zbirka sjemena, koju je svojom marljivošću prikupljao prof. dr. sc. Andrija Petračić (Petrinja, 22.10.1879. – Zagreb, 14.8.1958.) kojega možemo smatrati „matičarem Šumarskog fakulteta“, kao i akademik Milan Anić (Plitvički Ljeskovac, 8.10.1906. – Zagreb, 20.6.1968.). Prof. dr. sc. Andrija Petračić bio je prvi dekan Gospodarsko-šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i osnivač Zavoda za uzgajanje šuma (14.3.1921.) te Šumskog vrtu u Maksimiru. Bio je njegov prvi predstojnik do umirovljenja 1952. godine. Svojim nastavnim i znanstvenim radom utemeljio je zagrebačku školu uzgajanja šuma, dok je akademik Milan Anić bio najznačaj-

niji predstavnik te iste škole. Zbirka sjemena broji oko 1000 autohtonih i alohtonih vrsta drveća i grmlja. Na svakoj bočici piše puno i validno latinsko ime vrste i godina sakupljanja. Na nekim bočicama piše i lokalitet sakupljanja. U ono vrijeme, bez brzih komunikacija, sve je išlo daleko sporije, ali kvalitetnom međunarodnom suradnjom sa znanstvenim institucijama i pojedincima, profesori su uspjeli doći do sjemena brojnih vrsta iz dalekih krajeva svijeta. Isto sjeme su naključivali i slikali izgled supki (kotiledona) i klijanca, i te fotografije koristili u svojem znanstvenom i nastavnom radu, kao i za pisanje Šumarske enciklopedije. Ovako raznolika i velika zbirka sjemena rijetko se može vidjeti u okvirima neke znanstveno-nastavne institucije.





Nakon puno godina 17.10.2022., izv. prof. dr. sc. Damir Drvodelić kao predmetni nastavnik na Osnivanju šuma, gdje je predmet istraživanja šumsko sjemenarstvo, rasadničarstvo i pošumljavanje, na Zavodu za ekologiju i uzgajanje šuma postavio je izložbu plodova ukrasnih voćnih vrsta i šumskih voćkarica, utemeljeno na znanstvenim načelima. Višegodišnjom suradnjom s mnogo voćara i zaljubljenika u stare sorte i šumske voćkarice te sudjelovanjem na međunarodnoj manifestaciji "Sačuvajmo stare sorte Cernik 2022", koji se održao 15.10.2022. u poznatom Kulmerovom dvorcu u Cerniku, razmijenjene su sadnice šumskih voćkarica i uspostavljeni vrlo kvalitetni kontakti s voćarima iz Republike Hrvatske, ali i mnogih drugih susjednih država. Manifestacija se održava dva puta godišnje u organizaciji Udruge vinogradara i voćara Cernik i OPG-a Hudolin iz Dragalića. Osim plodova i sadnica, mogle su

se vidjeti i rijetke prerađevine od starih sorti voća i povrća. Poznati ekspert i veliki entuzijast glede voćki Ivica Kadić, koji trenutno živi u Göttingenu, donio je na izložbu plove dove iz tri botanička vrta (Alter Botanischer Garten, Forstbotanischer Garten i Neuer Botanischer Garten) iz toga grada, a nakon izložbe poklonio ih je meni. Radi se o prelijepoj zbirci plodova s lišćem, a svi su sakupljeni sa stabala koja su determinirana s pločicama. Osim toga, na izložbi su se mogli vidjeti plodovi zvjezdaste jabuke koju u svojoj kolekciji ima poznati uzgajivač starih sorti voća Mirko Veić iz Mihaljevca kod Požege, koji je autor knjige Stare sorte jabuka. Također su bili izloženi, prema voćarima i šumariima, najsitniji ikada viđeni plodovi divlje kruške iz Spačvanskog bazena. Iz botaničkog vrta iz Göttingena pristigle su sljedeće vrste, hibridi i kultivari: vrsta *Pyrus salicifolia*, hibrid *Malus 'Marshall Oyama'*, hibrid *Crataegus × lavallei*





'Carrierei', vrsta *Malus sylvestris*, *Malus coronaria* 'Kola', hibrid *Malus* 'Gwendelyn' vrsta *Crataegus persimilis*, sjemenjaci vrste *Cydonia oblonga*, ekstra krupni plodovi s debelim mesnatim arilusom vrste *Juglans nigra* sa stabla strog oko 300 godina, hibrid *Malus x zumi*, *Malus* 'Rote Suzi', *Malus robusta* 'Fastigiata', *Chaenomeles speciosa* 'Umbilicata', *Malus baccata* var. mandshurica, *Malus baccata* 'Selektion Kalmthout' sjemenjaci vrste *Mespilus germanica*, hibrid *Malus* 'Golden Hornet' *Malus coronaria* 'Charlottae', *Malus coronaria* 'Niewlandiana' *Malus floribunda* iz Japana, *Sorbus aucuparia*, *Sorbus aria*, *Malus x robusta* 'Juan', *Sorbus koehneana*, *Sorbus torminalis* sa stabla s najkrupnijim plodovima, *Sorbus sargentiana* i *Sorbus domestica*.

Izložbu su od 17.10 do 19.10. 2022. godine posjetili brojni profesori i studenti Fakulteta šumarstva i drvene tehnologije te ostali oduševljeni ljeputom, bojom i mirisom plodova nekih izloženih voćki. Sve sjemenke iz plodova će biti pažljivo ekstrahirane i sačuvane u kolekciji sjemena na Zavodu za ekologiju i uzgajanje šuma, a isto tako proizvest će se sadnice u rasadniku „Šumski vrt i arboretum“ u znanstvene



svrhe. Ova izložba je izuzetno dobar poticaj za nadolazeće godine, kako bi izložba bila još raznolikija i bolja te kako bi se sačuvao genofond ponekad vrlo rijetkih starih sorti voća, ukrasnih voćnih vrsta i šumskih voćkarica iz cijelog svijeta, upravo u već spomenutoj zbirci sjemena koju su osnovali naši ugledni prof. dr. sc. Andrija Petračić i akademik Milan Anić. Ovakve izložbe treba raditi posebno danas u svjetlu globalnih klimatskih promjena i mogućeg nestanka nekih vrsta ili pak potencijalne mogućnosti za sadnju nekih novih ili zaboravljenih vrsta na staništa gdje prije nije bio moguć njihov uzgoj. Poruka ove izložbe je jednoglasna i vrlo snažna - sačuvajmo stare sorte.



KRATKI PRIKAZ 4. HRVATSKOG STRUČNOG SKUPA O URBANOM ŠUMARSTVU – ZADAR, 2022.



Damir Dramalija, dipl. ing. šum.

4. hrvatski stručni skup o urbanom šumarstvu pod naslovom: "URBANE ŠUME - ZELENA PLUĆA GRADA" i podnaslovom: "Rekreativna i zdravstvena funkcija urbanih šuma i gradskog zelenila", održan je 27. i 28. listopada, 2022.g. u Zadru u prostoru Providurove palače, u organizaciji Grada Zadra, Zadarske županije, Fakulteta šumarstva i drvene tehnologije Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatskih šuma d.o.o. Zagreb i Sekcije za urbano šumarstvo Hrvatskog šumarskog društva.

Skup, koji već tradicionalno okuplja stručnjake i znanstvenike iz područja urbanog šumarstva i zelene infrastrukture, neposredno je pratilo gotovo stotinu sudionika iz različitih ustanova i organizacija, kao i predstavnici jedinica lokalne



Slika 1: Providurova palača u Zadru.



Slika 2: Sudionici 4. hrvatskog stručnog skupa o urbanom šumarstvu – Zadar, 2022.

samouprave i komunalnih poduzeća koja se bave održavanjem urbanog zelenila iz svih dijelova Hrvatske, dok je dva desetaka prijavljenih sudjelovalo putem online platforme.

Uvodni govor održao je predsjednik Sekcije za urbano šumarstvo Hrvatskog šumarskog društva, Damir Dramalija, dipl.ing.šum. u kojemu je, u ime organizatora ovogodišnjeg stručnog skupa, izrazio zadovoljstvo što su se nakon dvije pandemijске godine i organizacije 2. i 3. hrvatskog stručnog skupa o urbanom šumarstvu u virtualnom obliku, napokon stvorili uvjeti za fizičko održavanje skupa. Posebice raduje velik odaziv relevantnih stručnjaka koji su mogli u neposrednom kontaktu razmijeniti svoja znanja i iskustva o upravljanju urbanim drvenastim zelenilom.

Na samom početku, poseban pozdrav i riječi zahvale upućeni su gradonačelniku Grada Zadra, g. Branku Dukiću i županu Zadarske županije, gospodinu i kolegi Božidaru Longinu preko njegovog izaslanika g. Daria Ivankova, koji su pružili svesrdnu potporu organizaciji ovoga skupa.

Upravo ta potpora potvrđuje da je prilikom odabira grada domaćina, grad Zadar dobro prepoznat kao grad u kojemu se cijeni značenje i velika vrijednost urbanih i periurbanih šuma glede usluga ekosustava koje iste pružaju svim stanovnicima i brojnim turistima, a posebice u svjetlu napora koje cijeli svijet ulaže u borbu za ublažavanje posljedica klimatskih promjena. Imati u strogom centru grada parkove i perivoje poput kraljice Jelene, Vladimira Nazora, Jarule ili Vruljice, a u neposrednoj blizini urbanu šumu Musapstan, privilegij je kakav mnogi gradovi nemaju, i to treba cijeniti.

Kvaliteta skrbi o urbanom drvenastom zelenilu na području Grada Zadra i općenito Zadarske županije, pokazuje da oni imaju potencijala postati središte razvoja urbanog šumarstva i zelene infrastrukture za šire regionalno područje.

U uvodu je također istaknuto da u uvjetima značajnog povećanja broja stanovnika u gradovima, kao i već spomenutih, sve primjetnijih posljedica klimatskih promjena, ne možemo živjeti bez gradskog zelenila, posebno urbanog drvenastog zelenila. Međutim, ni urbano drvenasto zelenilo ne može opstati niti se razvijati u sve nepovoljnijim gradskim uvjetima bez sustavne i povećane brige o njemu. Stoga je velika uloga, ali i odgovornost, stručnjaka iz urbanog šumarstva za budući održivi razvoj urbanog drvena-



Slika 3: Perivoj Jarula u Zadru

stog zelenila koje smo značajnim dijelom naslijedili od prethodnih generacija i koje smo obvezni ostaviti u dobrom zdravstvenom stanju i onima koji dolaze iza nas.

Poznato je da u Republici Hrvatskoj ne postoji propisana metodologija koja bi omogućila ujednačen pristup njezi urbanog drvenastog zelenila, pa nam se prakse razlikuju od grada do grada i od općine do općine. Neophodno je intenzivirati aktivnosti na zakonodavnem pozicioniranju urbanog šumarstva i aktivno sudjelovati u izradi strateških dokumenata na području urbanog šumarstva i zelene infrastrukture. Također, važno je i dalje raditi na poticanju edukacije u najširem smislu riječi, od neposrednih korisnika usluga koje pružaju stabla u gradovima, preko vlasnika i upravitelja urbanog drvenastog zelenila, do samih izvođača radova.

Predsjednik Sekcije napomenuo je da je prije četiri godine upravo želja za promjenama opisanog stanja, bila glavni razlog osnivanja iste, te je izrazio nadu da će i ovogodišnji skup predstavljati jedan od koraka na tom putu.

Nakon toga je skup otvoren uz prigodne pozdravne govore gradonačelnika Grada Zadra, g. Branka Dukića, prof.dr.sc. Stjepana Posavca u ime Fakulteta šumarstva i drvene tehnologije Sveučilišta u Zagrebu, dr.sc. Dijane Vuletić, predstavnice Hrvatskog šumarskog instituta u Jastrebarskom i mr.sc. Mandice Dasović, dopredsjednice Hrvatskog šumarskog društva.

Tijekom dva dana rada stručnog skupa predstavljeno je 25 prezentacija podijeljenih u četiri tematske cjeline, koje su redom moderirali: doc.dr.sc. Vinko Paulić, Christian Gallo, dipl.ing.šum., mr.sc. Jasenka Vizentaner i prof.dr.sc. Stjepan Posavec.

1. dan: četvrtak, 27.10.2022.

I. Održavanje urbanog drvenastog zelenila i urbanih šuma

- 1 *mr. sc. Mirna Petricioli, dipl. ing. agr._ Perivoj Vrulje – kratka povijest”*



Slika 4: Urbana šuma Musapstan na istočnom ulazu u grad Zadar

- 2 *Paulo Sarić_ Construction of smart urban drainage system in Vruljica Park*
- 3 *Stefani Mikulec_ Višeosjetilni park – park Vruljica*
- 4 *dr.sc. Dijana Vuletić_ Čuvanje urbanog drveća – Očuvanje europskog urbanog drveća i šuma kroz unaprijeđenu bio-sigurnost (UB3Guard CA20132 – cost Akcija 20132)*
- 5 *Irena Prilika, doc. dr. sc. Vinko Paulić_ Prosudba stabala uz trim stazu u Park šumi Borik*
- 6 *Iva Alilović mag. ing. silv., Ida Bulovec mag. ing. silv, Valentina Lovrić mag. ing. silv, prof. dr. sc. Danko Dimitrić_ Prisutnost patogenih gljiva na lovoru (Laurus nobilis L.) na području grada Opatije*
- 7 *Vedran Zec, mag. ing urbanog šumarstva zaštita prirode i okoliša_ Rušenje opasnih stabala.*

II. Socijalni segment urbanog šumarstva

- 8 *dr. sc. Silvija Krajter Ostojić; dr. sc. Dijana Vuletić; Martina Kičić, mag. ing. silv.; Ana Marija Marin, mag. ing. silv. _ Negativna percepcija zelenih površina u Zagrebu*
- 9 *Josip Perić, dipl. ing. šum._ Zelena – Lenucijeva potkova, dragocjenost grada Zagreba*
- 10 *Iva Šikić, univ. bacc. ing. silv. _ Analiza ankete: "Građani o zelenoj infrastrukturi grada Zagreba"*
- 11 *Christian Gallo, dipl. ing. šum._ Park-šuma Šijana – stoljetno mjesto za odmor i rekreaciju puljana*
- 12 *doc. dr. sc. Ćurković Sanja; Davor Pavlović, prof. _ Urbane šume u funkciji sportsko rekreativnih aktivnosti*
2. dan: petak, 28.10.2022.
- 13 *Sara Srša, mag. ing. silv._ Parkovi – spona gradova i prirode*
- 14 *Mia Lovreković, mag. ing. silv.; prof. dr. sc Makedonka Stojanovska
assoc. prof. dr. sc Bojan Simovski; ass. Vladimir Stojanovski, MSc _ Analysis of the influence of CoVid-19 on residents' perception on importance of urban greenery on quality of life*
- 15 *mr. sc. Tatjana Mandić_ Percepcija stanja pulskih parkova od strane građana i struke.*

III. Uloga javnih politika u planiranju i izvođenju radova iz urbanog šumarstva i zelene infrastrukture

16 prof. dr. sc. Stjepan Posavec, Izabela Kuzle, dipl. ing. šum._ Strateški ciljevi za zelene i održive gradove otporne na klimatske promjene

17 Grgur Marko Ivanković, prof.; mr. sc. Jasenka Vizentaner, dipl. ing. šum._ Obična breza (Betula pendula Roth) jučer, danas i sutra na primjeru grada Osijeka

IV. Valorizacija i gospodarenje urbanim šumskim ekosustavima

18 Damir Perić, mag. ing. agr.; mr. sc. Morana Bačić, dipl. ing. biologije i ekologije_ Perivoj Vladimira Nazora u Zadru

19 Ivan Brajković, MSc; ass. Vladimir Stojanovski, MSc; Mia Lovreković, MSc Assoc. Prof. Dr. sc Ivan Minčev; Ass. Bozjin Trendafilov, MSc Prof. Dr. sc Makedonka Stojanovska _ Mapiranje i procjena kulturnoških usluga ekosustava u Gradskom parku Skoplje

20 Anja Batina, mag. ing. geod. et geoinf., Andrea Cantore Badurina, PhD, Vlatko Roland, mag. ing. el., Inventarizacija tisućljetnih stabala divljih maslina – digitalna transformacija upravljanja prirodnom i kulturnom baštinom

21 Udo Maks, dipl. ing. šum.; Tin Udovč, univ. bacc. oec _ Urbane oaze – zelena pluća grada

22 Saša Banić, dipl. ing. šum._ Park Maksimir jučer, danas, sutra....

23 dr. sc. Matija Bakarić: prof. dr. sc. Ivan Martinić; doc. dr. sc. Matija Landekić_ Prihodi javnih ustanova za upravljanje zaštićenim područjima u Republici Hrvatskoj (primjer 2019. godina)

24 Silvija Zec, dipl. ing. šum._ FEM4FORREST_Forests in Women's Hands_ Tko su šumarske stručnjakinje u dunavskoj regiji

25 izv. prof. dr. sc. Damir Drvodelić, Hrvoje Barać, dipl. ing. šum._ In situ i ex situ mjere očuvanja veteranskih stabala na primjeru oskoruše (*Sorbus domestica L.*) i poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia Vahl*)



Slika 5: Sudionici stručnog skupa u obilasku Perivoja kraljice Jelene uz stručno vodstvo Mirne Petricioli

Sve prezentacije tiskane su u Zborniku prezentacija koji je dostupan u Pdf formatu putem poveznice: <https://www.sumari.hr/urbano/ZbornikPrezentacija4.pdf>

Letimičan pogled na autore prezentacija, koji su osim šumara i urbanih šumara, bili i krajobrazni arhitekti, agro nomi, kineziolozi, geodeti, projektanti i drugi, potvrđuje multidisciplinarnost ovoga područja, ali i svijest i spremnost šumara za suradnjom sa svim relevantnim strukama. Posebno veseli činjenica što su se i na ovom skupu u značajnom broju uključile „mlade snage“ urbanog šumarstva (sadašnji i bivši studenti) i svojim kvalitetnim izlaganjima pokazali da se na njih može računati u rješavanju svih izazova koji su pred nama.

Osim prezentacijskog dijela skupa, obadva dana organizirane su i terenske aktivnosti.

Zahvaljujući poduzeću Nasadi d.o.o. Zadar sa kolegom Josipom Krnčevićem, dipl.ing.šum. na čelu, sudionici skupa imali su prigodu vidjeti već spomenute prekrasne zadarske parkove i perivoje i upoznati se sa njihovom nastankom, ali i problematikom održavanja istih sa svim pritiscima u zahtjevnim gradskim uvjetima. Potrebno je istaknuti i kolegicu Mirnu Petricioli, dipl.ing.agr., koja je osim stručnih znanja i iskustava sa nazočnima podijelila svoje bogato poznavanje povijesti grada Zadra.

Drugog dana skupa organiziran je terenski obilazak urbane šume Musapstan smještene na istočnom ulazu u grad Zadar. Kolega Mislav Maršić, dipl.ing.šum., upravitelj Šumarije Zadar, na zanimljiv i stručan način opisao je primjer dobre prakse suradnje Hrvatskih šuma i Grada Zadra, budući su oni bili partneri na EU projektu izgradnje poučne staze, dječjeg igrališta i vježbališta za odrasle na predmetnoj lokaciji i tako omogućili građanima Zadra da u većoj mjeri uživaju sve dobrobiti koje pruža šumsko okruženje.

Prije zatvaranja 4. hrvatskog stručnog skupa o urbanom šumarstvu_ Zadar 2022., doc.dr.sc. Vinko Paulić iznio je



Slika 6: Zajednička fotografija sudionika stručnog kupa na ulazu u Perivoj kraljice Jelene Madijevke



Slika 7: Grad Zadar i Hrvatske šume d.o.o. Zagreb kao partneri na EU projektu uređenja urbane šume Musapstan



Slika 8: Sudionici stručnog skupa sa upraviteljem šumarije Zadar Mislavom Maršićem u "zelenoj učionici" u urbanoj šumi Musapstan

zaključke koji su rezultat predstavljenog programa rada skupa prilikom čega su uvaženi i svi prijedlozi iznikli iz sprave i razmjene mišljenja i iskustava. Njihov sažetak prikazuje se po tematskim cjelinama:

A) Održavanje urbanog drvenastog zelenila i urbanih šuma:

1. Stabla i zelene površine u urbanim sredinama važan su čimbenik održivog razvoja gradskih područja, stoga je velika uloga stručnjaka iz urbanog šumarstva i srodnih djelatnosti u njihovoј zaštiti i promicanju.
2. Pravilnim i pravovremenim prepoznavanjem simptoma grešaka i stabala s narušenom vitalnošću može se smanjiti prosječna ocjena opasnosti nakon prosudbe stabala, čime se smanjuje udio stabala za uklanjanje, što vodi povećanoj sigurnosti korištenja zelenih urbanih i periurbanih prostora.
3. Važno je voditi računa o pravodobnim odlukama o opasnim stablima koje neće voditi ugrožavanju sigurnosti arborista pri njihovom radu na sjeći opasnih stabala u urbanom području.
4. Trenutni sustav biosigurnosti ne uspijeva pratiti/motriti stanje štetnika i invazivnih vrsta kojima klimatske promjene često pogoduju. U tom smislu, prepoznata je potreba za novim alatima i jačom povezanosti različitih izvora znanja i nadležnosti, kako bi se ostvarila bolja biološka sigurnost u urbanim sredinama.
5. Prilikom ugradnje urbane opreme i infrastrukture u gradskim šumama, parkovima i perivojima preporučuju se rješenja bazirana na prirodi.

B) Socijalni segment urbanog šumarstva

6. Značaj socijalne komponente urbanih šuma sve više dolazi do izražaja, a samim time raste i pritisak na urbane šume, što će zahtijevati sve kompleksnije gospodarenje i upravljanje istim.

7. Mišljenje građana o zelenoj infrastrukturi kao sponi gradova i prirode, važan je doprinos kvalitetnjem i boljem upravljanju drvenastim i ostalim zelenilom urbanih područja.
8. Negativna percepcija dijela javnosti u mnogim sredinama rezultat je loše komunikacije struke i građana, zbog čega je prijeko potrebno iznalaziti modele kojima bi se povećala participacija javnosti u upravljanju zelenom infrastrukturom i unaprijedila razmjena relevantnih informacija između svih dionika.
9. Urbane šume u funkciji sportsko rekreativnih aktivnosti su ogroman potencijal za vježbanje svih dobnih uzrasta građana te su važne za zdravi stil života i unapređenje tjelesnog i mentalnog zdravlja.

C) Uloga javnih politika u planiranju i izvođenju radova iz urbanog šumarstva i zelene infrastrukture

10. Urbane šume osiguravaju kvalitetu života u gradovima, i predstavljaju veliku vrijednost i koristi u koje je potrebno neprestano ulagati. Pravilno gospodarenje urbanim šumama u skladu s europskim strategijama i ciljevima može utjecati na smanjenje urbanizacije i stvaranje zelenih gradova koji će uvažavati potrebe korisnika i doprinijeti zdravlju i prosperitetu zajednice u vremenima koja slijede.
11. Protiv prisutnih iracionalnih strahova dijela građana trebamo se boriti argumentima struke, ali i sustavnom edukacijom svih dionika javnog zelenog prostora.
12. U cilju ujednačavanja praksi u cijeloj državi, a do donošenja nacionalnih propisa, smjernica i standarda iz područja urbanog šumarstva, preporučuje se jedinicama regionalne i lokalne samouprave, odgovarajućim komunalnim poduzećima i privatnim tvrtkama koji održavaju urbano drvenasto zelenilo, kao i različitim ustanovama za upravljanje zaštićenim dijelovima prirode, da prihvate i primjenjuju javno dostupne europske standarde:

- Evropski standard za orezivanje stabala,
- Evropski standard za sadnju stabala i
- Evropski standard za sidrenje (osiguranje) krošnji stabala u urbanim područjima.

D) Valorizacija i gospodarenje urbanim šumskim ekosustavima

13. Podaci o vrijednosti zelenih površina u gradovima teško pronalaze put do šire javnosti, pogotovo kad stanu na put pritisku građenja. Urbane šume, parkovi i perivoji svojom pristupačnosti, strukturom i veličinom, nude velikom broju ljudi mogućnost za povezivanje s prirodom, učenje o njoj i njezinom očuvanju te ostvarenje brojnih blagodati za mentalno i fizičko zdravlje.
14. U Republici Hrvatskoj postoje brojna veteranska stabla koja nisu do sada prepoznata i adekvatno vrednovana, stoga se kroz razvoj mjera za njihovu zaštitu i očuvanje, mogu sačuvati ovi vrijedni primjeri naše dendroflore.
15. Žene u sektoru šumarstva velika su vrijednost koja osnažuje sektor na različitim razinama, ali još uvijek su u manjini na upravljačkim razinama i vodećim pozicijama. Poboljšana integracija žena u šumarske mreže i udruge važan je korak za daljnji razvoj i promicanje inovacija i ženskog poduzetništva.
16. Kvalitetno upravljanje urbanim drvenastim zelenilom zahtijeva primjenu naprednih tehnika i moderne opreme, s naglaskom na arborikulturne instrumente.
17. Za održivo upravljanje stablima u gradovima, kao i svim drugim oblicima zelenih površina, nužno je sustavno i dostatno financiranje.

Na kraju su organizatori 4. hrvatskog stručnog skupa o urbanom šumarstvu_ Zadar,2022. izrazili zahvalnost svim sudionicima koji su svojim sudjelovanjem potvrdili opravdanost daljeg razvoja urbanog šumarstva u Hrvatskoj kao posebne grane šumarstva, koje se kroz dugu i bogatu povijest oduvijek bavilo podizanjem i njegovom urbanih i periurbanih šuma, kao i drvećem i drvenastim vrstama u parkovima, perivojima i drvoređima, samo pod drugim imenom.

Kao dio općeg zaključka, još jednom je istaknuta multidisciplinarnost radova vezanih za održavanje urbanih šuma i ostalog gradskog zelenila. Nasušna je potreba zajedničkog rada stručnjaka različitih profila u okvirima njihovih nadležnosti i kompetencija na razvoju projekata koji će osmislići nove sadržaje ili unaprijediti postojeće.

Uz pojavu modernih pristupa u upravljanju urbanim zelenilom, gdje se razvijaju i druge stručne discipline koje se bave gradskim zelenilom, kao što su krajobrazna arhitektura i uređenje krajobraza, potrebno je razvijati i stručna zanimanja u području urbanog šumarstva, kako bi se na što bolji način podizalo, obnavljalo, održavalo i njegovalo urbano drvenasto zelenilo u Hrvatskoj po uzoru na razvijene zemlje Europe i svijeta.

Uvažavajući rastuće onečišćenje okoliša i sve izraženije posljedice klimatskih promjena, poglavito u gradovima, gdje je uloga drvenaste vegetacije u ublažavanju tih utjecaja neupitna, stručnjaci urbanog šumarstva imaju važan zadatak prilikom odabira drvenastih vrsta za sadnju na gradskim površinama, te njihovog pravilnog održavanja i njege, ali i puno širu ulogu kao spona za povezivanje potreba svih građana s budućim oblikovanjem i korištenjem javnih zelenih prostora.

Takva znanja i vještine urbanih šumara su nezamjenjiva komponenta u razvoju zelene infrastrukture u Republici Hrvatskoj, a zajedno s ostalim stručnjacima, njihove sposobnosti se mogu oblikovati u prepoznatljiv i sveopćoj javnosti prihvatljiv koncept skrbi o urbanom zelenilu .

Sve to podupire i Europska komisija koja kroz Strategiju razvoja zelene infrastrukture potiče i financira povezivanje prirodnih i umjetnih zelenih površina u jedinstvenu mrežu u urbanim i periurbanim područjima, s ciljem povećanja usluga ekosustava.

Ohrabrena pozitivnom energijom odaslanom s ovog stručnog skupa, **Sekcija za urbano šumarstvo Hrvatskog šumarskog društva** nastavit će ulagati napore na provođenju definiranih zaključaka i s ostalim pridruženim partnerima uporno raditi na promicanju i pozicioniranju urbanog šumarstva i srodnih djelatnosti.

HŠD SEKCIJA ZA URBANO ŠUMARSTVO PRIMLJENA U PUNOPRAVNO ČLANSTVO EAC EUROPEAN ARBORICULTURAL COUNCIL

Damir Dramalija, dipl. ing. šum.

Na jubilarnom 30.godišnjem okupljanju članica EAC- europskog arborikulturnog vijeća održanom u talijanskom Meranu od 9.-12.lipnja,2022.g. Hrvatsko šumarsko društvo, sa svojom Sekcijom za urbano šumarstvo, primljeno je u punopravno članstvo te najveće europske organizacije posvećene njezi urbanog drvenastg zelenila.



Što je EAC?

“EAC je forum (<https://www.eac-arboriculture.com/eac-intro.aspx#>) koji okuplja predstavnike iz brojnih arborističkih organizacija diljem Europe s ciljem podizanja statusa i unaprjeđenja struke povezujući se na pitanjima u rasponu od istraživanja i obrazovanja do uspješnog upravljanja stablima i poboljšanja metoda i načina rada prilikom njegove stabala.

To bi trebalo dovesti do zdravijeg i duljeg života stabala u urbanim i peri urbanim sredinama i svuda gdje se drveće uzgaja kako bi uljepšalo čovjekov okoliš i cijelu Europu.“

Ohrabruje da su aktivnosti najmlađe Sekcije u HŠD, kao i želja stručnjaka i znanstvenika iz područja urbanog šumarstva koje okuplja, prepoznati od strane EAC.

Prijem u članstvo EAC rezultat je aktivnosti svih članova Sekcije, ali potrebno je istaknuti Upravni odbor HŠD i predsjednika HŠD, kolegu Olivera Vlainića, koji su podržali osnivanje Sekcije za urbano šumarstvo i ustrajno ju podupiru u radu već četvrtu godinu.

Velike zasluge za prepoznatljivost HŠD i Sekcije izvan granica Hrvatske idu mladom kolegi-urbanom šumaru, Goranu Huljeniću čiji su rad, znanje i aktivnosti već sada ci-

jenjeni i u međunarodnim okvirima, kao i profesoru arborikulture na Fakultetu šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu, doc.dr.sc. Vinku Pauliću koji svojim znanstvenim radom daje dodatnu dimenziju Sekciji.

Posebno priznanje dobiveno tom prilikom je povjeravanje organizacije godišnjeg okupljanja članica EAC u Hrvatskoj 2024.g.

Zasigurno će sve navedeno još više motivirati članove Sekcije u daljem radu budući su im zadani ciljevi visoko suglašni sa ciljevima EAC. Međusobna suradnja svih kolega koji se bave urbanim stablima, bilo u javnom ili privatnom sektoru, kao i primjeri dobre prakse, trebala bi rezultirati i razumijevanjem relevantnih državnih i lokalnih institucija o značaju reguliranja ove djelatnosti čija važnost neprestano raste zbog sve većeg broja ljudi u gradovima i evidentnih klimatskih promjena koje utječu na živote svih ljudi.

Za očekivati je da će iskustva članica EAC-a, u čijim su državama radovi i uvjeti izvođenja radova u području arborikulture detaljno propisani različitim standardima i smjernicama, pomoći u poticanju donošenja odgovarajućih zakonskih i pod zakonskih akata i kod nas, kako bi se ovaj formalno nedefiniran dio šumarske struke uredio, odnosno kako bi se jasno odredilo tko i pod kojim uvjetima može obavljati radove iz djelatnosti urbanog šumarstva i arborikulture kao njegovog sastavnog i važnog dijela.



ZAPISNIK

2. SJEDNICE UPRAVNOG ODBORA HŠD-A 2022. GODINE

održane 6. rujna 2022. godine u Hrvatskom šumarskom institutu Jastrebarsko s početkom u 11,00.

Nazočni: Akademik Igor Anić, Emil Balint, prof. dr. sc. Ružica Lučić Beljo, Mario Bošnjak, dipl. ing., Daniela Cetinjanin, dipl. ing., mr. spec. Mandica Dasović, Damir Dramalija, dipl. ing., Goran Gobac, dipl. ing., Marina Juratović, dipl. ing., mr. sc. Petar Jurjević, Ivan Krajačić, dipl. ing., Čedomir Križmanić, dipl. ing., prof. dr. sc. Josip Margaletić, Dorica Matešić, dipl. ing. (umjesto mr. sc. Ivana Grginčića), Damir Miškulin, dipl. ing., Damir Nuić, dipl. ing., Martina Pavičić, dipl. ing., doc. dr. sc. Sanja Perić, Ante Taraš, dipl. ing., Davor Topolnjak, dipl. ing., Oliver Vlainić, dipl. ing., doc. dr. sc. Dinko Vusić, Silvija Zec, dipl. ing., Stjepan Blažičević, dipl. ing., Herman Sušnik, dipl. ing., dr. sc. Vlado Topić, Biserka Marković, dipl. oec., mr. sc. Damir Delač

Ispričani: mr. sc. Boris Belamarić, prof. dr. sc. Milan Glavaš, mr. sc. Ivan Grginčić, Darko Mikičić, dipl. ing., Krasnodar Sabljić, dipl. ing., Zoran Šarac, dipl. ing., prof. dr. sc. Ivica Tikvić, mr. sc. Goran Videc, Dražen Zvirotić, dipl. ing., Marina Mamić, dipl. ing.

Gosti: Goran Bukovac, dipl. ing.

Prije početka sjednice u svojstvu domaćina ravnateljica Hrvatskoga šumarskog instituta doc. dr. sc. Sanja Perić, prigodnim riječima pozdravila je sve nazočne i ukratko predstavila HŠI.

Minutom šutnje odana je počast nedavno preminulom mr. sc. Josipu Dundoviću, istaknutom šumaru, dugogodišnjem članu Upravnog odbora i predsjedniku sekcije Hrvatske udruge za biomasu.

Predsjednik Oliver Vlainić utvrdio je kvorum i predložio je sljedeći

Dnevni red:

1. Ovjerovljenje zapisnika: 1. sjednice Upravnog odbora HŠD-a 2022. godine (objavljen u ŠL 7-8/2022)
2. Obavijesti
3. Aktualna problematika
4. Šumarski list i ostale publikacije
5. Rasprava po izvješćima i zaključci
6. Pripreme za 126. Redovitu izbornu sjednicu Skupštine HŠD-a

Ad. 1. Zapisnik 1. sjednice Upravnog odbora HŠD-a 2022. godine (objavljen u ŠL 7-8/2022) jednoglasno je usvojen.

Ad. 2. Obavijesti, događaji od 1. sjednice UO HŠD 13.5.2022.:

- Kolega Davor Zec imenovan je pomoćnikom glavnog državnog inspektora, podnio je ostavku na mjesto predsjednika Hrvatske udruge za biomasu CROBIOM-a. Čestitka u ime HŠD-a.
- 26.5.2022. – Održana prva konstituirajuća sjednica novog Nadzornog odbora Hrvatskih šuma.
- Skupština HŠ, na prijedlog Vlade Republike Hrvatske, donijela je Odluku o imenovanju članova Nadzornog

odbora na vrijeme od četiri godine, počevši od 16. svibnja 2022. UNadzorni odbor imenovani su mr. sc. Mladen Mikolčević, prof. dr. sc. Krunoslav Zmaić, dipl. ing. brodogradnje Ante Bašić, univ. spec. oec. Branko Sušec te mr. sc. Željka Šikić (ispred radnika Hrvatskih šuma d.o.o. odabralo Glavno Radničko vijeće). Za predsjednika Nadzornog odbora izabran je prof. dr. sc. Krunoslav Zmajić, a njegova zamjenika mr. sc. Mladena Mikolčević, obojica članovi Nadzornog odbora Hrvatskih šuma d.o.o. i u prethodnom mandatu.

- 1.6.2022. – U Zagrebu u Institutu Liszt – Mađarski kulturni centar Zagreb održano znanstveno-popularno predavanje dr. sc. Attila Borovicsa: „Prilagodljivo upravljanje šumama“, moderator je bio dr. sc. Tibor Littvay.
- 6.-7.6.2022. – U Opatiji održana 19. Drvno-tehnološka konferencija koja se bavila aktualnim temama u drvnoj industriji i šumarstvu. Zaključeno je da nikad nisu bila bolja vremena za drvnu industriju, ali da se osjeća strah od nadolazeće recesije. U završnom dijelu konferencije u Ogulinu domaćin je bila tvrtka Bjelin, gdje je održan okrugli stol.
- „Bogata drvna sirovina – razvojna prednost ili ograničenje za ruralna područja?“
- 9.-12.6.2022. – U talijanskom gradu Meranu na 30. okupljanju članica EAC- europskog arborikulturnog vijeća Hrvatsko šumarsko društvo, sa svojom Sekcijom za ur-

bano šumarstvo, primljeno je u punopravno članstvo te najveće europske organizacije posvećene njezi urbanog drvenastog zelenila.

- 13.-15.6.2022. – Ekskurzija 40 čeških šumara iz Južne Češke na područje UŠP i Ogranka Nova Gradiška. Prvi dan posjetili i Šumarski dom u Zagrebu.
- 15.6.2022. – Agencija za plaćanja u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju objavila je peti Natječaj za provedbu Podmjere 4.3. „Potpora za ulaganja u infrastrukturu vezanouz razvoj, modernizaciju i prilagodbu poljoprivrede i šumarstva“ – provedba tipa operacije 4.3.3 „Ulaganje u šumsku infrastrukturu“ iz Programa ruralnog razvoja Republike Hrvatske za razdoblje 2014.-2020. Ukupan iznos raspoloživih sredstava javne potpore je 60 milijuna kn, uz intenzitet javne potpore do 100%. Rok za dostavu zahtjeva za potporu je od 20.7. do 6.10.2022.
- 17.6.2022. – Povodom Dana hrvatskog šumarstva u Gradskom muzeju u Bjelovar otvorena je izložba fotografija 17. bjelovarskog salona fotografije „Šuma okom šumara“ s dodjelom priznanja nagrađenima. Izložba je bila u vrijeme održavanja bjelovarske manifestacije Terezijane.
- 20.6.2022. – Na Dan hrvatskog šumarstva u Šumarskom domu održana je promocija monografije „Poljski jasen u Hrvatskoj“. Monografiju su predstavili glavni urednik, akademik Igor Anić i dvoje reczenzenta prof. dr. sc. Renata Pernar sa Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije u Zagrebu i prof. dr. Jurij Diaci s Biotehničkog fakulteta u Ljubljani.
- 21.6.2022. – Povodom Dana hrvatskog šumarstva karlovački ogrank primio medalju gradonačelnika grada Karlovca za dugogodišnji rad na promicanju šumarske struke i šumarstva grada Karlovca i Karlovačke županije.
- 30.6.2022. – U Saboru predstavljen projekt „Šume u rukama žena“. Predsjednica Hrvatske komore inženjera šumarstva i drvne tehnologije Silvija Zec upoznala predsjednicu Odbora za poljoprivredu Marijanu Petir s projektom koji traje 2 godine, te posebno s Nacionalnim akcijskim planom.
- 5.7.2022. – Koprivnički ogrank organizirao je svečanu sjednicu ogranka koja je održana u prostorima Šumarije Koprivnica. Povod sjednici bio je susret hrvatskih i mađarskih šumara. Sjednica je počela pozdravnim govorima i kratkim upoznavanjem sa šumarstvom dviju država. Priznanja za osobit doprinos razvoju suradnje hrvatskog i mađarskog šumarstva dodijeljena su nekadašnjem direktoru Sefaga Istvánu Barkócziju i šumaru Lászlu Mihályu Laciju. Nakon svečane sjednice na gradskom groblju položenisu vijenci i zapaljene svijeće

prerano preminulom šumarskom inženjeru Ivanu Švarcu, uz Tibora Balinta st. jednog od začetnika hrvatsko-mađarske šumarske suradnje. Vijencisu također položeni na spomeniku hrvatsko-mađarskoga šumarskog prijateljstva na graničnoj crti Hrvatske i Mađarske na rubu Šumarije Repaš, u blizini lovačke kuće Čambina. Dva spomenika, kameni i drveni podignuti su 1999. godine povodom prve godišnjice smrti Ivana Švarca.

- 8.7.2022. – U zagrebačkom hotelu Aristos održana je početna konferencija projekta Ecomanager, „Izrada šumskogospodarskih planova kao planova upravljanja ekološkommrežom“. Riječ je o projektu koji za svoj cilj ima implementaciju očuvanja područja značajnih za vrste i stanišne tipove i područja očuvanja značajnih za ptice prema načelima ekološkog područja Natura 2000 u planove gospodarenja šumama i to za 167 gospodarskih jedinica na području cijele Hrvatske.
- 8.8.2022. – U organizaciji Ogranka Nova Gradiška u sklopu Novogradiškog glazbenogljetva otvorena izložba fotografija 17. bjelovarskog salona fotografije „Šuma okom šumara“.
- 13.8.2022. – Na 25. maratonu lađa na Neretvi ekipa Ogranka Bjelovar „Šumari“ nastupila 11. put i osvojila 11. mjesto od 30 ekipa (2012. godine nastupili prvi put i ostvarili 27. mjesto, 2017. i 2020. godine imali najbolje 6. mjesto).
- 18.8.2022. – U organizaciji Ogranka Varaždin u sklopu varaždinskog Špancirfesta u atriju Varaždinske županije otvorena izložba fotografija 17. bjelovarskog salona fotografije „Šuma okom šumara“.
- 25.8.2022. – Nakon iznenadne smrti 27.5.2022. predsjednika Hrvatskog sindikata šumarstva Željka Kalauza, na Izvanrednoj sjednici Skupštine izabran je novi predsjednik Josip Stojanović, dosadašnji dopredsjednik.
- 31.8.2022. – Rok za očitovanje na Izmjene i dopune Statuta HKIŠDT. Nacrt dostavljen 25.7.2022. dao je prijedlog usklađenja odredbi Statuta sukladno mišljenju Agencije za zaštitu tržišnoga natjecanja o prijedlogu Pravilnika o standardu i cijenama usluga te sukladno Zakonu o HKIŠDT dao je prijedlog razmjerne zastupljenosti strukovnih razreda kroz broj predstavnika u Skupštini Komore. Predloženo je da svaki strukovni razred zadrži dosadašnjih pet predstavnika u Skupštini, te da uz to svaki strukovni razredima pravo na dodatno jednog člana Skupštine na svakih započetih 500 članova strukovnog razreda iznad broja od 500 članova.
- 8.-11.9.2022. – U Našicama će se održati Dani slavonske šume, a 8.9. bit će predavanje za članove Komore.
- 9.9.2022. – U Mraclinu se organizira okrugli stol o turopoljskom hrastu i hrastovini
- 9.9.2022. – Na sajmu u Gudovcu bit će predavanja za članove Komore.

Ad. 3. Aktualna problematika

- Prijedlog za ukidanje sekcije Hrvatska udruga za biomasu. Ista je osnovana na 109. sjednici Skupštine HŠD-a 2005. godine u Karlovcu. Od tada je Sekcija na čelu s predsjednikom sekcije mr. sc. Josipom Dundovićem organizirala 12 Hrvatskih dana biomase u Našicama, sudjelovala na Europskim danima biomase, brojnim stručnim skupovima, okruglim stolovima, medijskim emisijama i drugim aktivnostima. Sekcija je imala pionirsku ulogu u edukaciji o važnosti i koristi uporabe obnovljivih izvora energije, prvenstveno šumske biomase, a bila je i članica Europske udruge za biomasu. Danas je korištenje obnovljivih izvora energije postalo komercijalno i većinom kao sastavni dio proizvodnje u sklopu drvne industrije koja također ima Hrvatsku udrugu za biomasu. Na 2. sjednici Upravnog odbora HŠD-a zaključeno je da je Sekcija ispunila svoju pionirsku i edukativnu ulogu te da se ukine. Predlažem Skupštini da usvoji prijedlog o ukidanju sekcije HŠD-a Hrvatske udruga za biomasu.
- Prijedlog je dan na glasanje. Prijedlog za ukidanje sekcije Hrvatska udruga za biomasu jednoglasno je usvojen.
- Predloženo je da nakon prelaska na eure godišnja članarina bude 36 eura ili 3 euramjesečno, što je jednoglasno prihvaćeno.

Ad. 4. Izvješće Šumarski list i ostale publikacije podnio je Glavni urednik prof. dr. sc. Josip Margaletić

- Objavljeni su brojevi 1-2, 3-4, 5-6 i 7-8.
- Broj 9-10 je u tehničkoj pripremi za objavu.
- Znanstveno-stručnim radovima su popunjeni brojevi 9-10, 11-12 i 1-2 (2023).
- U tijeku je popunjavanje broja 3-4 (2023).
- U postupku recenzije trenutno je 10 radova.
- Od 1. siječnja 2022. do 15. listopada 2022. na adresu Uredništva je pristigao 61 rad. Od 61 rada u recenzijski postupak je poslano 40 radova, od kojih su 23 rada dobili pozitivne recenzije.
- Glavni urednik je odbio poslati u recenzijski postupak 21 rad zbog neprihvatljive tematike te nekvalitetne tehničke pripreme rada (rad nije napisan prema Uputama za autore ili nedostaje prijevod dijela rada na hrvatski jezik).

Ad. 5. Rasprava po izvješćima i zaključci

- Izvješće Glavnog urednika jednoglasno je usvojeno.
- Prenesen je prijedlog samostalnog taksatora iz Uprave šuma Podružnice Karlovac Josipa Bezjaka, dipl. ing. šum. koji je predlaže uvođenje zaštite i obilježavanja vrijednih, starih i neobičnih stabala po gospodarskim jedinicama diljem Republike Hrvatske. Stabla bi se obilježila drvenim

pločicama s nazivom vrste na hrvatskom i latinskom jeziku. Po mogućnosti postavile bi se i info-ploče sa širim opisom razloga zaštite pojedinog stabla. Stabla bi se evidentirala s jedinstvenom oznakom i kartirala. Svaki ogrank HŠD-a na području svog djelovanja vodio bi brigu o predlaganju i odabiru stabala, njihovom obilježavanju, kartiranju i zaštiti. Središnjica HŠD-a sastavitiće pravila o proceduri proglašenja i zaštite stabala.

- Prijedlog je s odobravanjem usvojen.

Ad. 6. Pripreme za 126. Redovitu izbornu sjednicu Skupštine HŠD-a.

Pred nama je 126. Redovita izborna sjednica Skupštine HŠD-a, koju smo dužni održati do 23. listopada 2022. godine, kada ističe mandat ovlaštene osobe i Upravnog i Nadzornog odbora HŠD-a.

Predsjednike ogranka, biraju sami ogranci na svojim izbornim Skupštinama, a dužni su ih održati do održavanja 126. Redovite izborna sjednica Skupštine HŠD-a planirane za 19. listopada 2022. godine.

Predstavnike institucija u upravnom odboru HŠD-a predlažu same institucije i to su: Ministarstvo poljoprivrede – mr. sc. Goran Videc, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Šumarski odsjek – doc. dr. sc. Dinko Vusić, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Drvnotehnološki odsjek – prof. dr. sc. Vladimir Jambreković, Akademija šumarskih znanosti – akademik Igor Anić, Hrvatski šumarski institut – doc. dr. sc. Sanja Perić i Hrvatska komora inženjera šumarstva i drvne tehnologije – Silvija Zec, dipl. ing. šum.

Upravni odbor jednoglasno je usvojio predložene predstavnike institucija.

Predsjednici sekcija isto tako su i članovi Upravnog odbora i to su: Sekcija Pro Silva Croatia – prof. dr. sc. Stjepan Mikac, Ekološka sekcija – prof. dr. sc. Ivica Tikvić, Sekcija za zaštitu šuma

- prof. dr. sc. Milan Glavaš, Sekcija za kulturu, sport i rekreaciju – Damir Miškulin, dipl. ing. šum. dipl. i Sekcija za urbano šumarstvo – Damir Dramalija, dipl. ing. šum.

Kako nije bilo drugih prijedloga prišlo se glasanju. Predloženi predsjednici sekcija jednoglasnosu usvojeni.

Glavni urednik Šumarskoga list i član Upravnog odbora HŠD-a je prof. dr. sc. Josip Margaletić. Prijedlog je jednoglasno usvojen.

U skladu sa Statutom HŠD-a član Upravnog odbora je i najmanje jedan ugledni predstavnik struke. Predlaže se da to bude dosadašnji, u dva mandata, predsjednik HŠD-a, Oliver Vlainić, dipl. ing. šum.

Kako nije bilo drugih prijedloga prišlo se glasanju. Prijedlog je jednoglasno usvojen.

Za predsjedništvo HŠD-a predlažu se:

Predsjednik, akademik Igor Anić, dopredsjednica Mandica Dasović, dipl. ing. šum. idopredsjednik Darko Posarić, dipl. ing. šum.

Kako nije bilo drugih prijedloga prišlo se glasanju. Prijedlog je jednoglasno usvojen.

Zapisnik sastavio

tajnik HŠD-a

Mr. sc. Damir Delač

Za Nadzorni odbor predloženi su: Mario Bošnjak, dipl. ing. šum., Goran Bukovac, dipl. ing. šum., Branko Meštrić, dipl. ing. šum. i Davor Prnjak, dipl. ing. šum.

Kako nije bilo drugih prijedloga prišlo se glasanju. Prijedlog je jednoglasno usvojen.

Odlučeno je da se Redovita izborna sjednica Skupštine HŠD-a održi 19. listopada 2022. godine na Fakultetu šumarstva i drvne tehnologije.

Predsjednik HŠD-a

Oliver Vlainić, dipl. ing. šum

ZAPISNIK

126. REDOVITE IZBORNE SJEDNICE SKUPŠTINE HRVATSKOGA ŠUMARSKOG DRUŠTVA

održane 19. listopada 2022. godine, na Fakultetu šumarstva i drvne tehnologije, Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska cesta 23 u Zagrebu.

11,⁰⁰ – 12,⁰⁰ h, dolazak i prijava delegata i uzvanika

Dnevni red:

12,⁰⁰ h

1. OTVARANJE SKUPŠTINE I POZDRAVNI GOVORI

a) Usvajanje Dnevnoga reda

2. IZBOR RADNIH TIJELA SKUPŠTINE:

- a) Radnog predsjedništva (Predsjednik + 2 člana)
- b) Zapisničara
- c) Ovjerovitelja zapisnika (2 člana)
- d) Verifikacijsko-kandidacijskog izbornog povjerenstva (3 člana)
- e) Povjerenstva za zaključke (3 člana)

3. IZVJEŠĆE O RADU I POSLOVANJU U PRETHODNOJ

GODINI TE U PROTEKLOM MANDATNOM RAZDOBLJU:

- a) Izvješće Predsjednika
- b) Izvješće Glavnog urednika Šumarskog lista
- c) Izvješće Nadzornog odbora

4. RASPRAVA PO IZVJEŠĆIMA I ZAKLJUČCI.

5. AKTUALNA PROBLEMATIKA

6. RAZRJEŠNICA DOSADAŠNJEM UPRAVNOM I NADZORNOM ODBORU

7. PRIJEDLOG VERIFIKACIJSKO-KANDIDACIJSKOG IZBORNOG POVJERENSTVA:

- a) Verifikacija kandidata za Upravni odbor HŠD-a (predsjednici ogranka, predsjednici sekcija, predstavnici institucija)
- b) Izbor kandidata za predsjedništvo (Predsjednik, dva Dopredsjednika)
- c) Izbor kandidata za Nadzorni odbor HŠD-a (4 člana)
- d) Izbor predstavnika HŠD-a u Skupštinu Hrvatskoga inženjerskog saveza (HIS-a)

8. SLOBODNA RIJEČ.

Ad. 1.

- a) Predsjednik Hrvatskoga šumarskog društva u mandatnom razdoblju 2014.-2022. godine Oliver Vlainić, dipl. inž. šum. pozdravio je sve nazočne goste i skupštinare. Posebice je pozdravio dekana Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije prof. dr. sc. Josipa Margaletića, predsjednika Akademije šumarskih znanosti akademika Igora Anića, predsjednicu Hrvatske komore inženjera šumarstva i drvne tehnologije Silviju Zec, dipl. inž. šum., ravnatelja nacionalnog parka Risnjak Marija Antolića i

ravnateljicu parka prirode Medvednica mr. sc. Marinu Popijač.

Prigodnim riječima skup su pozdravili Silvija Zec, akademik Igor Anić i Josip Margaletić.

Kako je od 96 delegata Skupštini nazočilo njih 83 utvrdio je kvorum.

Nakon toga uslijedilo je usvajanje Dnevnoga reda, koji je jednoglasno usvojen.

Ad. 2.

- a) Za radno predsjedništvo predloženi su: doc. dr. sc. Karlo Beljan, predsjednik, Ljerka Dekanić, dipl. inž., član i Ljerka Dujmić, dipl. inž., član.

Prijedlog je jednoglasno usvojen.

- b) Za zapisničara je predložen mr. sc. Damir Delač.

Prijedlog je jednoglasno usvojen.

- c) Za ovjerovitelje zapisnika predloženi su: Dorica Matešić, dipl. inž. i Ivan Krajačić, dipl. inž.

Prijedlog je jednoglasno usvojen.

- d) U Verifikacijsko-kandidacijsko-izbornu povjerenstvo predloženi su: Ana Bašić, dipl. inž., predsjednica, Davor Ciprić, dipl. inž., član i Tihomir Kolar, dipl. inž., član.

Prijedlog je jednoglasno usvojen.

- e) U povjerenstvo za zaključke predloženi su: akademik Igor Anić, prof. dr. sc. Josip Margaletić i Oliver Vlainić, dipl. inž.

Prijedlog je jednoglasno usvojen.

Ad. 3.

Nakon što je Radno predsjedništvo zauzelo mjesta za stolom, predsjednik Karlo Beljan pozvao je predsjednika HŠD-a Olivera Vlainića da u skladu s Dnevnim redom podnese izvješće o radu u proteklom mandatnom razdoblju.

- a) Poštovane dame i gospodo, uvaženi gosti, cijenjene članice i članovi Skupštine!

Tek nekoliko dana dijeli nas od proteka pune četiri godine od 122. Redovite izborne sjednice Skupštine Hrvatskoga šumarskog društva održane 23. listopada 2018. u Novinarskom domu u Zagrebu. Nakon 123. sjednice Skupštine, održane u prosincu 2019. godine u Šumarskom domu, nismo ni slutili da će proteći skoro tri godine do održavanja Skupštine kojoj ćemo opet i fizički sudjelovati. Svi skupa prošli smo, a i još prolazimo, kroz razdoblje obilježeno pandemijom bolesti COVID-19, koja nas je uslijed zabrane i potrebe za fizičkim distanciranjem natjerala na održavanje elektroničkih sjednica Skupštine krajem 2020. i 2021. godine. Isti razlog utjecao je na manji obim rada čitavog Društva, kao i svih ogranka, sekcija i središnjice u proteklom četverogodišnjem

mandatu. Osim pandemije u 2020. godini dogodila su se dva potresa u Zagrebu i na Banovini, čije su posljedice odrazile i na naš Šumarski dom, koji je pretrpio značajna oštećenja.

U nastavku ću se osvrnuti na najbitnija događanja i aktivnosti koja se tiču djelovanja Hrvatskoga šumarskog društva od 2018. godine do danas. Detaljniji opisi mogu se pronaći na stranicama Šumarskog lista kroz zapisnike sjednica Upravnog odbora i Skupštine.

Hrvatsko šumarsko društvo

Zbog već navedenih razloga najveći dio vremena i energije u radu Društva potrošio se na snimku stanja zgrade Šumarskog doma nakon potresa i dvogodišnje radove na obnovi.

Na temelju Zakona o finansijskom poslovanju i računovodstvu neprofitnih organizacija iz 2014. godine (čl. 32.), i nakon revizija 2015. i 2016. godine, tek finansijski izvještaj za 2020. godinu bio je ponovo podvrgnut neovisnom revizijskom uvidu koji je potvrdio da finansijski izvještaji daju istinit i fer prikaz finansijskog položaja i poslovanja Društva. Razlog revizijskom uvidu bilo je poslovanje u 2019. godini kada su godišnji prihodi premašili tri milijuna kuna, što je prag nakon kojega se provodi revizijski uvid. Godine revizijskih izvješća same otkrivaju okolnosti poslovanja Društva. Pad prihoda 2016. godine, poslije odslaska Direkcije Hrvatskih šuma kao velikog zakupnika, i povećanje prihoda 2019. godine nakon stabilizacije poslovanja s novim zakupnikom Goethe-institutom Kroatien. Od 2020. godine opet je uslijedio pad prihoda nakon dvaju potresa i odustajanja Goethe-instituta od nastavka zakupa. Nije potrebno ni spominjati da su uslijed obnove Šumarskog doma uložena znatna vlastita sredstva bez dodatnog zaduživanja. Prijašnje konzervativno finansijsko poslovanje akumuliralo je sredstva na računu koja su iskoristena u kriznom razdoblju. Dodatna povoljna okolnost bila je brza obnova, kada su cijene materijala i usluga na tržištu bile povoljnije u odnosu na znatno skuplje u posljednje vrijeme. Za nadati se kako će se dio uloženih sredstava vratiti iz fondova za obnovu nakon potresa, što je trenutno u proceduri.

Dok smo u mandatu od 2014. do 2018. godine donijeli novi Statut Društva uskladen sa Zakonom o udrugama iz 2014. godine te nekoliko pravilnika, u proteklom mandatu rađene su samo izmjene Statuta 2020. godine radi osnivanja Sekcije za urbano šumarstvo.

Upravni odbor

U protekle četiri godine Upravni odbor HŠD-a činila su 34 člana: predsjednik, dva dopredsjednika, 19 predsjednika ogranka, šest predsjednika sekcija (jedan je ujedno i dopredsjednik HŠD-a), šest predstavnika šumarskih institucija (po jedan predstavnik resornog ministarstva, Akademije šumarskih znanosti, Šumarskog odsjeka i

Drvnotehnološkog odsjeka Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatskoga šumarskog instituta te Hrvatske komore inženjera šumarstva i drvne tehnologije) i jedan ugledni predstavnik struke. Nažalost, dva su ugledna i uvažena člana struke i Upravnog odbora, akademik Slavko Matić i mr. sc. Josip Dundović, preminula unazad 18 mjeseci.

Do proljeća 2020. godine i pojave pandemije s totalnim zatvaranjem, uz jako ograničeno kretanje u prvo vrijeme, rad Upravnog odbora odvijao se uobičajenim ritmom. Poslije izborne Skupštine do kraja 2018. godine održana je jedna sjednica Upravnog odbora u Šumarskom domu. Tijekom 2019. godine održana je jedna elektronička sjednica, jedna dvodnevna terenska u Koprivnici i Đurđevcu te jedna fizička u Šumarskom domu. U 2020. godini održana je jedna elektronička sjednica, jedna fizička u Šumarskom domu te jedna online sjednica. Sljedeće 2021. godine održana je jedna elektronička sjednica, jedna terenska u Muljavi te jedna online sjednica. U tekućoj 2022. godini nakon jedne elektroničke sjednice početkom godine održana je jedna dvodnevna terenska u Vinkovcima i jedna terenska u Jastrebarskom. Ukupno je u proteklom mandatu Upravni odbor održao 13 sjednica, od toga sedam fizičkih, dvije online i četiri elektroničke sjednice.

Skupštine

Društvo je od prošle redovite izborne sjednice Skupštine održalo četiri redovite izvještajne sjednice, dvije fizičke 2018. i 2019. godine te dvije elektroničke 2020. i 2021. godine. Osim toga održane su i četiri elektroničke sjednice, uvijek krajem veljače, radi zakonske obvezne usvajanja finansijskih izvješća za prethodnu godinu.

Obljetnice

Mandat od 2014. do 2018. godine bio je obilježen velikim obljetnicama: 250 godina hrvatskoga šumarstva, 170 godina osnutka naše udruge, 140 godina kontinuiranog izlaženja Šumarskog lista te 120 godina otvorenja Šumarskog doma i utemeljenja Šumarskog fakulteta. U proteklom mandatu samo smo simbolično obilježili 175. rođendan Hrvatskoga šumarskog društva i 145. rođendan Šumarskog lista. Ogranak Karlovac na svom je području s više aktivnosti obilježio 255 godina hrvatskoga šumarstva, ponajprije postavljanjem spomen-ploče prvoj poznatoj upravi šuma na hrvatskom tlu u zgradici Veleučilišta u Karlovcu.

Stručni skupovi

Tradicionalni najveći skup hrvatskih šumara pod nazivom Dani hrvatskoga šumarstva održan je posljednji put 2019. godine. Društvo je 14. lipnja u prostorima Šumarskog fakulteta u suorganizaciji sa Šumarskim fakultetom Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatskom komorom inženjera šumarstva i drvne tehnologije te Hrvatskim šumama d.

o. o. obilježilo Dan hrvatskoga šumarstva organizacijom dva predavanja i izložbom 15. Bjelovarskoga salona fotografija s međunarodnim sudjelovanjem „Šuma okom sumara“. Iste godine održan je i nastavak Dana hrvatskoga šumarstva i to 23. i 24. kolovoza u Lipovljanim. Manifestacija je bila sastavni dio Lipovljanskih susreta, a sastojala se od okruglog stola na temu „Problematika sušenja poljskog jasena“ i 12. Državnog natjecanja šumarskih radnika sjekača.

Društvo je u suradnji s Hrvatskim šumama 23. listopada 2019. organiziralo seminar pod nazivom „Pomlađivanje površina oplođnim sjećama na malim površinama“ koji je u dvorani i na terenu održao akademik Igor Anić. Seminar je održan u lovačkom domu Muljava i na području Petrove gore u šumariji Vojnić koja je pomogla oko terenskog dijela seminarra.

Članovi Upravnog i Nadzornog odbora Društva posjetili su od 7. do 9. studenoga 2019. Češku Republiku, a na povratku 10. studenoga i Republiku Austriju. Cilj posjeta bila je jedna organizacijska jedinica državnog poduzeća Vojne šume i posjedi Češke Republike (VLS), gdje smo upoznati s njihovim principima gospodarenja i poslovanja. Osim toga posjećen je Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije u Brnu i njihovo Školsko-šumsko poduzeće „Masarykova šuma“. U Beču je prezentiran model austrijske šumske pedagogije.

Sekcija za urbano šumarstvo HŠD-a, kao najmlada sekcija s ostalim suorganizatorima, uspjela je organizirati tri stručna skupa o urbanom šumarstvu, a uskoro krajem listopada održat će se i četvrti u Zadru. Za svaki skup izdani su zbornici radova. Prvi stručni skup „Dosadašnja iskustva i perspektive razvoja urbanog šumarstva u Hrvatskoj“ organiziran je 14. i 15. studenog 2019. u Osijeku. Sljedeća dva skupa održana su online zbog epidemioloških mjera. Drugi skup „Uloga urbanoga šumarstva u održivom razvoju zelene infrastrukture u Hrvatskoj“, bio je 24. i 25. studenog 2020., a treći „Povezanost urbanog šumarstva s javnom upravom i komunalnim djelatnostima u Hrvatskoj“ 30. studenog i 1. prosinca 2021.

Sudjelovali smo na većini skupova u organizaciji drugih, a u nekima smo bili i suorganizatori. Navest će samo dio njih. Povodom 60. obljetnice organiziranoga šumarskog sjemenarstva u Republici Hrvatskoj Hrvatski šumarski institut u Jastrebarskom organizirao je 3. i 4. prosinca 2019. znanstveno-stručno savjetovanje pod motom „Klimatske promjene i novi izazovi u proizvodnji kvalitetnog i staništu prilagođenog šumskog reproduksijskog materijala“. Društvo je bilo suorganizator skupa uz ostale šumarske institucije.

Bili smo sudionici radnog sastanka 14. svibnja 2019. u Novoj Gradiški potaknutog od strane Hrvatskih šuma d. o. o. na temu sanacije jasenovih sastojina zahvaćenih

sušenjem. Sastanak je okupio sve relevantne dionike iz područja šumarstva i zaštite prirode vezane za ovu bitnu temu.

Brojni članova Društva sudjelovali su u Solarisu pokraj Šibenika na Drugoj konferenciji ovlaštenih inženjera šumarstva i drvne tehnologije od 17. do 20. listopada 2019. i Trećoj konferenciji od 13. do 16. listopada 2022.

Povodom Međunarodnog dana šuma 18. ožujka 2021. održan je online stručni skup u organizaciji Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatskog saveza udruga privatnih šumovlasnika te Akademije šumarskih znanosti. Tema skupa bila je „Privatne šume u Republici Hrvatskoj – osnovni problemi i buduće gospodarenje s ciljem prilagodbe klimatskim promjenama“.

Zahvaljujući članovima koprivničkog ogranka obnovljeno je druženje sa šumarima iz Mađarske. Na sastanku u Koprivnici 5. srpnja 2022. mađarskim kolegama dodijeljena su priznanja za osobit doprinos razvoju suradnje hrvatskog i mađarskog šumarstva, a zaključeno je da će se poraditi na intenziviranju buduće suradnje hrvatskoga i mađarskog šumarstva.

Ove godine od 15. do 18. rujna sudjelovali smo na skupu Europske šumarske mreže (EFN) na Islandu s glavnom temom o utjecaju klimatskih promjena na šume. Na kraju skupa zaključeno je da sljedeći domaćin mreže bude Hrvatska, vjerojatno u rujnu 2023. godine.

Šumarski dom

Osim što je Šumarski dom uslijed oba potresa pretrpio značajna oštećenja, ostali smo i bez prihoda od najamnine, jer nam je Goethe institut otkazao ugovor o zakupu, a IRMO zbog nekorištenja prostora nije plaćao zakupninu.

Zbog sporosti donošenja zakonske regulative u vezi s obnovom od potresa, sami smo prišli obnovi zgrade. Nakon nužnih intervencija otklanjanja opasnost za prolaznike tj. uklanjanja oštećenih dimnjaka, dijelova krovista, kipova i sanacije portala, napravljena je Digitalna snimka oštećenja i Projekt sanacije zgrade. Stabilizirana je statika unutrašnjih dijelova stubišta, i soboslikarski radovi svih prostora osim podruma i potkrovla.

Do jeseni 2020. godine Šumarski dom je vraćen u funkciju.

Usljedilo je potpisivanje Ugovora o zakupu s Gradom Zagrebom za potrebe Stomatološke poliklinike. Ovim Ugovorom iznajmljen je podrumski prostor, polovina prizemlja i cijela I etaža.

Nakon Petrinjskog potresa napravljena je statička stabilizacija vanjskih dijelova stubišta i ponovljeni soboslikarski radovi, napravljeni su novi dimovodni sustavi, a dva preostala krovna dimnjaka su rekonstruirana. Također je napravljena i rekonstrukcija cijelog sustava gri-

janja Šumarskog doma s po dva odvojena sustava na svakoj etaži. Od ostalih radova izvršeni su radovi sane- cije krovista te dio radova preuzetih iz Ugovora sa Stomatološkom poliklinikom Zagreb.

Završno izvješće Nadzornog inženjera iz travnja 2021. godine, citiram: *Građevina Hrvatskoga šumarskog društva vraćena je u prvobitno stanje i može se koristiti pod istim uvjetima kao i prije potresa.*

Radovi obnove u 2020. i 2021. godinu iznosili su preko 1,7 milijuna kuna. Donacijama je prikupljeno preko 220 tisuća kuna, na čemu se svesrdno zahvaljujemo pojedin- cima, tvrtkama i šumarskim institucijama.

Zahtjev za povrat sredstava na odgovarajućim obrascima poslan je u Ministarstvo prostornog uredenja, graditelj- stva i državne imovine i nadamo se povratu barem dijela uloženih sredstava.

Društvo se i samo uključilo u akciju prikupljanja finan- cijske pomoći za članove HŠD-a stradale u zagrebačkom i petrinjskom potresu. Pomoć je prikupljena od ogranka iz sredstava članarine na temelju odluka Upravnog odbora svakoga pojedinog ogranka u ukupnom iznosu od 108 tisuća kuna, što je raspoređeno na članove prema istom kriteriju, tj. prema procjeni nastale štete.

Članstvo

Članstvo je u protekle četiri godine variralo od 2600 do sadašnjih nešto preko 2700 članova. Zamjetan je sve veći broj umirovljenih i izvanrednih članova, a slabiji priliv mlađeg članstva, na čemu svakako treba poraditi po ograncima.

Ogranci

Ogranci su u dvije pandemijske godine značajno smanjili svoje aktivnosti. To se posebice odnosi na stručna putovanja koja su se organizirala u puno manjem broju. Također nisu organizirani ni stručni skupovi i predava- nja, kao što je uobičajeno. Oporavak aktivnosti dogodio se tijekom 2022. godine.

Sekcije

Protekli mandat donio je osnivanje jedne sekcije – Sekcije za urbano šumarstvo, ali i gašenje jedne stare sekcije – Hrvatske udruge za biomasu. Pandemija je također utjecala na smanjeni rad sekcija Društva. Neke sekcije su se prilagodile radu na daljinu, pa su tako organizirale dio aktivnosti, dok se dio aktivnosti organizirao u toplijem dijelu godine kada su epidemiološke mjere dopuštale veća okupljanja u zatvorenom prostoru ili su aktivnosti održane na otvorenom.

Sekcija Hrvatska udruga za biomasu koja je od svoga osnutka 2005. godine bila vrlo aktivna, a u nekim razdobljima i najaktivnija, ukinuta je odlukom Upravnog odbora u rujnu ove godine, jer je njena pionirska uloga ispunila svoju misiju.

Sekcija Pro Silva Croatia sudjelovala je na godišnjem okupljanju od 11. do 14. rujna 2019. u slovenskom Radlju na Dravi. Više od 100 sudionika iz 25 europskih zemalja i gost iz Sjedinjenih Američkih Država proslavili su tada 30. obljetnicu osnutka asocijacije Pro Silva. Usvojena je i Deklaracija Pro Silva 2019. pod motom „Europske šume su u opasnosti – nudimo rješenja“ u cilju poboljšanja otpornosti europskih šuma.

Sekcija za zaštitu šuma do pandemije sudjelovala je na opatijskom Seminaru biljne zaštite.

Sekcija za kulturu, sport i rekreaciju bila je aktivna preko ogranača koje razne aktivnosti redovito provode svake godine. Bjelovarski ogranci je nakon godine pauziranja 2020. godine nastavio s organizacijom bjelovarskih međunarodnih salona fotografije „Šuma okom šumara“, a pojedini ogranci na svojim područjima organizirali su izložbe fotografija s toga salona. U sportskom dijelu aktivnosti sekcijske sastojale su se od sudjelovanjem članstva na dva EFNS natjecanja i dva zimska Alpe-Adria natjecanja, te četiri uspješna sudjelovanja bjelovarskih lađara na neretvanskom maratonu, ali i nekim drugim natjecanjima. Vinkovački i osječki ogranci održavali su tradicionalnu biciklijadu do Vukovara.

Sekcija za urbano šumarstvo od 2019. godine djelovala je kao sekcija u osnivanju, a formalizirana je na Skupštini u prosincu 2020. godine. Ova sekcija, osim već spomenutih stručnih skupova, organizirala je i sudjelovala u dosta aktivnosti. Neke od njihovih aktivnosti su sadnja stabala oko jezera Jarun u Zagrebu, održavanje dvaju okruglih stolova „In memoriam Victor Lochert“ u Šumarskom domu s temom „Standardizacija novih zanimanja u području urbanog šumarstva“ i „Europski standard u orezivanju drveća“, sudjelovanje na raznim događanjima iz urbanog šumarstva, kao i održavanje stručnih predavanja na istu temu. Od lipnja 2022. godine HŠD sa svojom sekcijom punopravni je član Europskog vijeća za arborikulturu (EAC). Pred izlaskom iz tiska je hrvatska verzija priručnika „Europski standard za orezivanje drveća“. Za 2024. godinu sekcija s ostalim suorganizatorima priprema organizaciju Europskog foruma o urbanom šumarstvu, godišnjeg okupljanja svih relevantnih europskih stručnjaka i znanstvenika iz djelatnosti urbanog šumarstva.

Šumarski list i druge publikacije

Naše znanstveno-stručno i staleško glasilo Šumarski list izašlo je u svih šest dvobroja od 2018. do 2021. godine, a ove godine do sada su izdana četiri dvobroja te je pred izlaskom i peti dvobroj. Uredništvo lista ažurno i odgovorno obavlja sve poslove oko izlaženja časopisa. Urednički odbor Šumarskog lista na svom sastanku 2019. godine analizirao je tadašnje stanje časopisa, izmjenio dio svojih članova i donio preporuke za daljnji rad na

časopisu, posebno u cilju njegovog poboljšanja i približavanja čitalačkoj publici.

Kao i ranije ponavljam zahvalnost Hrvatskoj komori inženjera šumarstva i drvne tehnologije što je od 2016. godine suizdavač lista i značajno financijski podupire nje-govo izdavanje. Također se zahvaljujem i Hrvatskim šumama d.o.o. na pretplati časopisa.

Internetska stranica HŠD-a redovito se održava, digitalna biblioteka s trenutno 4458 naslova dopunjene se (povećanje za 141 u odnosu na 2018. godinu - 4317), dok se imenik hrvatskih šumara s preko 14 tisuća osoba po-nešto dopunjuje i ažurira, ali radi uredbe o zaštiti osobnih podataka nisu vidljiva prezimena i datumi rođenja živih šumara, osim ako se osobno ne dostavi pisana izjava kojom se to dopušta.

U protekle četiri godine Društvo je bilo izdavač, suizdavač i donator nekoliko knjiga: „20 godina Hrvatske na EFNS-u“, „Branimir Prič – Ekologija šuma i šumarstvo“, „Da bi hrast mogao rast“, „Enciklopedija domaćeg ljekovitog bilja“, „Šumarija Đurđevac – važna sastavnica hrvatskoga šumarstva“ te „Donja Motičina i šumarstvo“.

I pojedini ogranci dopunili su publicističku djelatnost svojim izdanjima: gospicke ogranci drugim izdanjem knjige „Neke znamenitosti u ličkim šumama“, karlovački knjigom „Šumarska povijest grada Karlovca“ i koprivnički poviješću svog ogranka „Hrvatsko šumarsko društvo Ogranak Koprivnica 1956.-2021.“

Hrvatski inženjerski savez

Sudjelovanje u radu naše krovne organizacije Hrvatskoga inženjerskog saveza bilo je uglavnom preko naših predstavnika u Upravnom odboru i Skupštini HIS-a. Svake godine sudjelovali smo na Danu inženjera Republike Hrvatske koji se obilježava 2. ožujka na dan kada je u Zagrebu 1878. godine osnovan Klub inžinirah i arhitektah, preteča HIS-a. Ove godine taj dan je organiziran na Fakultetu šumarstva i drvne tehnologije. Upravni odbor HIS-a nakon izborne Skupštine krajem 2019. godine održao je u protekle tri godine 24 sjednice. Najveći dio sjednica odnosio se na obnovu zgrade HIS-a u Be-rislavićevoj ulici 6 prvo oštećene radovima na iskopu obližnje podzemne garaže, a nakon toga znatno oštećene od potresa. Svojim djelovanjem HIS je omogućio od 2019. godine svim završenim studentima Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu pravo na Feani inženjerske iskaznice, koje zamjenjuju sve dokumente kojima se dokazuje status inženjera u Europi i omogućuje inženjerska mobilnost na europskom tržištu. Zainteresirani detaljnije informacije mogu pronaći na mrežnoj stranici HIS-a. U dva broja sekundarnog časopisa HIS-a „Inženjerski glasnik“ našli su se sažeci svih članaka Šumarskog lista iz 2020. godine. Časopis će i dalje polugodišnje pratiti članke iz glasila članica HIS-a.

Ministarstvo poljoprivrede i Odbor za poljoprivredu

Kad god smo bili pozvani sudjelovali smo u radu Odbora za poljoprivredu Hrvatskog sabora, a i obraćali smo se svojim stavovima resornom ministarstvu, Vladi i Saboru Republike Hrvatske.

Na 70. zajedničkoj tematskoj sjednici Odbora za poljoprivredu Hrvatskog sabora i Odbora za poljoprivredu, šumarstvo i hranu Nacionalne skupštine Republike Slovenije održanoj 4. lipnja 2019. u Opatiji, iznjeli smo svoje stavove o trenutnoj situaciji u sektoru te ponovili naš stari zahtjev za povratom imena šumarstva u naziv resornog ministarstva, kao i dodavanje istoga u naziv saborskog odbora za poljoprivredu, naznačivši da je to vidljivo u istovjetnim institucijama susjedne Republike Slovenije.

U travnju 2020. godine, prilikom najave smanjenja i uklanjanja parafiskalnih nameta, ovaj put pojačаниh radi gospodarskih teškoća uzrokovanih pandemijom bolesti COVID-19, uputili smo dopis Vladi Republike Hrvatske i Ministarstvu poljoprivrede s našim obrazloženjem vrijednosti naknade za općekorisne funkcije šuma i zaloganjem za nesmanjivanjem, a pogotovo ukidanjem ovog instituta korisnog za naše šume, ali i zajednicu.

Prilikom konstituiranja novoizabrane Vlade Republike Hrvatske u srpnju 2020. godine zajedno s ostalim šumarskim, ali i drugim povezanim institucijama, ponovo smo dopisom prema premjeru Vlade Republike Hrvatske Andreju Plenkoviću tražili povratak šumarstva u naziv resornog ministarstva.

Početkom rujna 2020. godine dostavili smo zajednički stav šumarskih institucija na Prijedlog zakona o izmjenama Zakona o šumama, u kojemu smo iskazali neslaganje sa smanjenjem stope naknade za općekorisne funkcije šuma s tadašnjih 0,0265 % na predloženih 0,024 % od ukupnog prihoda ili ukupnih primitaka te na povećanje granice ukupnog godišnjeg prihoda i primitka pravnih i fizičkih osoba s tadašnjih 3,0 milijuna kuna na predloženih 7,5 milijuna kuna za oslobođenje od plaćanja naknade za općekorisne funkcije šuma pravne i fizičke osobe. Nažalost, taj stav nije uvažen te su navedena smanjenja i povećanja uvrštena u izmjene Zakona o šumama.

Zakon o šumama

Još 2016. godine prilikom donošenja programa Vlade Republike Hrvatske za gospodarstvo, poljoprivredu i ruralni razvoj upozorili smo da dio cilja potpoglavlja o šumarstvu, naveden kao „poboljšati i otkloniti poteškoće u načinu raspolaganja šumama i šumskim zemljištima“ može skriti razne manipulacije. Donošenjem Uredbe o zakupu šumskog zemljišta u vlasništvu RH (NN 55/2019) i izmjenama Pravilnika o uređivanju šuma (NN 31/2020) olakšano je korištenje šumskoga zemljišta, što je bilo ponajprije radi davanja neobraslog šumskog ze-

mljišta u kratkoročni i dugoročni zakup. Time smo izgleda na krškom području dobili stoku u šumi, dok stočarska poljoprivredna gospodarstva na kontinentu propadaju. Obilni poticaji iz europskih fondova motivirali su mnoge za bavljenje stočarstvom, ali nedovoljna administrativna i terenska kontrola stvorile su praktične probleme u gospodarenju šumama i dijelom zlouporabu poticaja.

Medijski istupi

Posljednjih godina rad šumarske struke sve više je na meti kritika javnosti. Zbog toga se trebalo više angažirati u objašnjavanju, educiranju, a ponekad i demantiranju pogrešnih pa i zlonamjernih izjava.

Povodom nezapamćenih napada na šumarsku struku u svibnju 2021. izdano je zajedničko priopćenje za javnost šumarskih institucija Akademije šumarskih znanosti, Fakulteta šumarstva i drvene tehnologije Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatskoga šumarskog instituta, trgovackog društva Hrvatske šume d.o.o., Hrvatske komore inženjera šumarstva i drvene tehnologije te Hrvatskoga šumarskog društva. Na temeljem toga 24. svibnja 2021. s više sudionika iz sektora i izvan njega, sudjelovali smo i na okruglom stolu o gospodarenju šumama u prostorijama Dokukina u Zagrebu, na kojemu su šumari još jednom pojasnili postulate šumarstva u Hrvatskoj.

TV kalendar Hrvatske radio televizije uvrstio je u svoje emisije datume 23. veljače, rođendan hrvatskoga šumarskog društva i 26. prosinca, datum osnutka HŠD-a.

Pohvalan je trud koji su uložile Hrvatske šume preko svoje web i facebook stranice te snimanjem serijala „Hrvatske šume – hrvatsko zlato“ na Mreži TV u cilju edukacije i popularizacije šumarstva, ali i razbijanju negativnog stava prema struci. Izložbe bjelovarskog salona fotografije „Šuma okom šumara“ godinama služe kao primjer pozitivne promidžbe i ne pamti se negativan komentar na tu aktivnost. Dobar primjer približavanja javnosti, posebice najmlađoj, je edukativno-promidžbeni knjižica „Da bi hrast mogao rast“ autora kolege Darka Posarića.

Problemi u struci i sektoru

Tijekom 2021. godine donesene su neke globalne odluke koje se tiču i hrvatskog šumarstva. Europska komisija je u srpnju te godine donijela Novu EU strategiju za šume do 2030. koja se nadovezuje na Strategiju biološke raznolikosti EU do 2030. Na Klimatskoj konferenciji UN-a COP26 održanoj od 31. listopada do 12. studenoga 2021. u Glasgowu, usvojen je „Glasgowski klimatski pakt“ radi sprječavanja daljnjih klimatskih promjena. Prihvaćena je spoznaja da su šume od vitalnog značenja u borbi protiv klimatskih promjena.

Većina napada i kritika na šumarstvo temelji se na nepoznavanju osnovnih načela gospodarenja šumama. Na-

čela gospodarenja šumama se uče u srednjim strukovnim školama i na Šumarskom fakultetu. Mišljenja smo da bi, s obzirom na značaj, osnovna saznanja o šumi i o potrebi gospodarenja šumom trebala biti i dio programa osnovnoškolskog obrazovanja.

Istina je da smo danas u našim šumama suočeni s nizom problema. Klimatske promjene ostavljaju teške posljedice u našim šumama i to ili izravnim uništavanjem (vjetroizvale, vjetrolomi, ledolomi, požari) ili fiziološkim slabljenjem stabala. Na njih se nadovezuju sekundarni i novi štetnici te biljne bolesti. Neadekvatni gradevinski zahvati u okolišu šuma također pogoduju fiziološkom slabljenju šuma.

Zbog lošeg zakonskog okvira i ostalih okolnosti u privatnim šumama malih šumoposjednika, koje čine većinu privatnih šuma u Republici Hrvatskoj, svjedoci smo nekontroliranih sjeća i devastacije.

Zaključak

Umjesto zaključka ponovit ću vlastiti citat s Dana hrvatskog šumarstva 2019. godine na Šumarskom fakultetu u Zagrebu:

„Potrebno je depolitizirati cijeli sustav, a posebice promjeniti odnos resornog ministarstva prema šumarstvu, koje kao da je nakon brisanja riječi šumarstvo iz njegova naziva zaboravilo na tu struku.

Sve institucije u šumarskom sektoru trebaju djelovati jedinstveno u iznalaženju rješenja, a ne kako je to često, samo prigodno i deklarativno, prepostavljajući sve vlastitim prioritetima.

Apeliramo, ponajprije na našu politiku, napravite već jednom adekvatan zakonodavni okvir i pustite struku, koja ima tradiciju, institucije, znanje i ljude, da radi ono što zna i voli.“

Na kraju ovoga četverogodišnjeg mandata, ali i moga osmogodišnjeg vođenja Hrvatskoga šumarskog društva, želim se zahvaliti zaposlenicima Stručnih službi HŠD-a, s kojima sam preveo najviše vremena u radu, što su vrlo odgovorno, savjesno i profesionalno odradivali svoje obaveze za Društvo te skrbili za Šumarski dom. Hvala uredništvu Šumarskoga lista na kvalitetnom uređivanju našega znanstveno-stručnoga i staleškog časopisa. Zahvaljujem se svim članovima Upravnog i Nadzornog odbora te svim članovima po ograncima HŠD-a za trud koji su uložili ovih godina. Također hvala predstavnicima svih šumarskih institucija s kojima sam komunicirao i surađivao. Pamtim puno lijepih i ugodnih trenutaka, te nešto manje onih neugodnih, u suradnji sa svima nabrojenim. Hvala i mojim prethodnicima na mjestu predsjednika od kojih sam puno naučio.

Bila mi je više nego iznimna čast i zadovoljstvo biti na čelu treće najstarije europske šumarske udruge, Hrvatskoga šumarskog društva. Nadam se kako sam svojim radom i suradnjom sa svim sastavnicama u sektoru barem malo pozitivno utjecao na rast i prirast našega dugovječnog zelenog šumarskog stabla.

Živjeli i hvala Vam na strpljenju i pozornosti!

Izvješće je podnio glavni urednik Šumarskog lista prof. dr. sc. Josip Margaletić

2022. GODINA

1. Objavljeni su brojevi 1-2, 3-4, 5-6 i 7-8
2. Broj 9-10 je u tehničkoj pripremi za objavu
3. Znastveno-stručnim radovima su popunjeni brojevi 9-10, 11-12 I 1-2(2023)
4. U tijeku je popunjavanje broja 3-4(2023)
5. U postupku recenzije trenutno je 10 radova
6. Od 01. siječnja 2022. godine do 15. listopada 2022. godine na adresu Uredništva je pristiglo 61 rad
7. Od 61 rada u recenzijski postupak je poslano 40 radova, od kojih su 23 rada dobili pozitivne recenzije
8. Glavni urednik je odbio poslati u recenzijski postupak 21 rad zbog neprihvatljive tematike, te nekvalitetne tehničke pripreme rada (rad nije napisan prema Uputama za autore ili nedostaje prijevod dijela rada na hrvatski jezik)

Mandatno razdoblje listopad

2018. godine – listopad 2022. godine

1. Objavljena su 24 broja (volumena) časopisa
2. Srednja vrijednost Impact factora iznosi 0,44
3. Časopis se nalazi u Q4
4. Od 15. listopada 2018. godine do 15. listopada 2022. godine na adresu Uredništva je pristiglo 356 radova
5. Objavljeno je 166 radova (Izvorni znanstveni radovi – 113; Prethodno priopćenje – 25; Pregledni radovi – 19; Stručni – 9)
6. Na hrvatskom jeziku su objavljena 84 rada (50,6%), a na engleskom jeziku su objavljena 82 rada
7. % radova čiji je barem 1 autor izvan RH – 59,04%
8. U izradi recenzija je sudjelovalo 187 recenzentata (ukupan popis recenzentata je 260)
9. % recenzentata izvan RH – 39,74%

Izvješće je podnijela predsjednica Nadzornog odbora Marina Mamić, dipl. ing.

Izvješće Nadzornog odbora za razdoblje od 2018. do 2021. godine Nadzorni odbor HŠD-a u sastavu: Marina Mamić, dipl.ing.šum. – predsjednica Stjepan Blažičević, dipl.ing.šum. – član Vlado Topić, dipl.ing.šum. – član Herman Suš-

nik, dipl.ing.šum. – rezervni član izabran je većinskim glasovanjem delegata na 122. Redovitoj izbirnoj Skupštini HŠD-a održanoj 23. listopada 2018. godine. U svom četverogodišnjem mandatu Nadzorni odbor je u skladu s člankom 43. i 44. Statuta Hrvatskoga šumarskoga društva nakon svake završene kalendarske godine pregledao materijalno-finansijsku dokumentaciju HŠD-a, te o tome podnosi izvješće Upravnom odboru HŠD-a. Ovo izvješće je sažetak rada NO u razdoblju od 2018. do 2021. godine. Hrvatsko šumarsko društvo je pravna osoba upisana 15. siječnja 1998. godine u Registrar udruga Republike Hrvatske pod brojem 00000083 kao jedinstvena udruga sa svojim ustrojstvenim oblikom – ograncima (19), a osnovana je bez namjere stjecanja dobitka. Hrvatsko šumarsko društvo vodi poslovne knjige i predaje finansijske izvještaje prema odredbama Zakona o finansijskom poslovanju i računovodstvu neprofitnih organizacija (NN 121/14). Obveznik je vođenja dvojnog knjigovodstva. Poslovne knjige vode se u Središnjici HŠD-a te se jedinstvene finansijske izvještaje predaje na razini pravne osobe s obzirom da je HŠD osnovan kao jedinstvena neprofitna udruga prema Zakonu o udružama. HŠD je u sustavu obveznika poreza na dodanu vrijednost, a od 2015. godine i u sustavu obveznika poreza na dobit. Ova obveza odnosi se na gospodarsku djelatnost, što znači da postoji obveza obračuna i plaćanja PDV-a i istovremeno pravo priznavanja pretporeza, ali isključivo za dio poslovanja koji se prema važećim zakonima smatra gospodarskom djelatnošću. Jednako tako postoji obveza obračuna i plaćanja poreza na dobit za gospodarsku djelatnost, zbog čega se taj dio poslovanja vodi izdvojeno u poslovnim knjigama. Ulaskom u sustav obveznika poreza na dobit HŠD je obveznik primjene odredbi Zakona o računovodstvu te Zakona o fiskalizaciji u prometu gotovinom. Finansijsko poslovanje Hrvatskog šumarskog društva zajedno sa svojih 19 ograna variralo je u svojim rezultatima u posljednje četiri godine u odnosu na planski predviđene iznose iz brojnih razloga koji su utjecali na konačni rezultat. Nažalost, u posljednje dvije godine zadesio nas je jaki potres i pandemija bolesti COVID-19, što je u mnogome ograničilo aktivnosti HŠD-a, a time utjecalo i na troškove. Naime, prilikom planiranja troškova za svaku sljedeću godinu teško je unaprijed predvidjeti planske iznose pojedinih kategorija, posebno kada se dogode ovakve nepredviđene pojave katastrofalnih razmjera, pa stoga i dolazi do navedenih odstupanja. Uz redovne prihode koji proizlaze iz ostvarenja svih kategorija prihoda u planom predviđenim okvirima (članarina, imovina, pretplata na Šumarski list i ostalo) od 2018. do 2021. godine došlo je do odstupanja prihoda i rashoda od plana iz sljedećih razloga: - 2018. godine HŠD je poslovalo sa značajnim manjkom od planski predviđenog, jer su povećani rashodi zbog obilježavanja 120. obljetnice postojanja Šumarskog doma i osnivanja Šumarske akademije, postavljanje spomen ploče na pročelju zgrade, te održavanje dvije sjednice Skupštine HŠD-a. - 2019. godine

finansijsko poslovanje HŠD-a rezultiralo je značajnim viškom, što je posljedica više ostvarenih ukupnih prihoda, ponajprije u kategoriji donacija i članarina te manjih rashoda u odnosu na planirane zbog pojedinih nerealiziranih, a planiranih aktivnosti. - 2020. godine ponovo je nastao velik manjak kao posljedica izvanredno nastalih okolnosti uzrokovanih velikim potresom koji je 22.3.2020. zadesio Zagreb, pri čemu je zgrada Šumarskog doma pretrpjela velika oštećenja koja još nisu sanirana. Na ostvarenje svih planiranih aktivnosti Hrvatskog šumarskog društva u 2020. godini, osim spomenutog potresa, utjecala je i pandemija bolesti COVID-19, što je u mnogome ograničilo aktivnosti. Osim toga, Goethe institut je s 31.12.2020. raskinuo dugogodišnji ugovor o zakupu. - 2021. godine nastavljeno je finansijsko poslovanje HŠD-a s manjkom od planski predviđenog, ponajprije zbog velikog potresa u Petrinji 29.12.2020., kada je zgrada Šumarskog doma ponovo pretrpjela velika oštećenja, ali ovaj put na netom saniranim štetama od potresu u Zagrebu. Stoga su rebalansom usklađene planske vrijednosti s realnim očekivanjima. Nadzorni odbor HŠD-a je svake protekle četiri godine nakon pregleda materijalno-finansijske dokumentacije, Izvješća o finansijskom poslovanju HŠD-a s obrazloženjem prihoda i rashoda, zatim Izvješća o izvršenju finansijskog plana, te Izvješća Povjerenstva za popis imovine i potraživanja, prihvatio navedena izvješća i predložio Skupštini na usvajanje. U skladu sa svojim ovlastima, Nadzorni odbor je pratio poslovanje Hrvatskog šumarskog društva u razdoblju od 2018. do 2021. godine te ustanovio da je HŠD tijekom navedenog razdoblja redovno usklađivao svoje poslovanje sa novim zakonskim obvezama: Zakon o udružama, Zakon o finansijskom poslovanju i računovodstvu neprofitnih organizacija i Zakon o porezu na dobit.

Stoga Nadzorni odbor zaključuje da nema primjedbi na poslovanje Hrvatskoga šumarskoga društva u razdoblju od 2018. do 2021. godine.

Na kraju se predsjednica Nadzornog odbora Marina Maćić u ime članova NO i svoje ime zahvalila na uspješnoj suradnji u dva protekla manda.

Ad. 4.

Kako se za raspravu nije nitko javio prišlo se usvajanju izvješća:

- a) Izvješće Predsjednika jednoglasno je usvojeno.
- b) Izvješće Glavnog urednika Šumarskog lista jednoglasno je usvojeno.
- c) Izvješće Nadzornog odbora jednoglasno je usvojeno.

Ad. 5.

U skladu sa zaključcima 2. sjednice upravnog odbora HŠD-a održane 6. rujna 2022. godine predlaže se ukidanje sekcije za biomasu

Sekcija HŠD-a Hrvatska udruga za biomasu osnovana je na 109. sjednici Skupštine HŠD-a 2005. godine u Karlovcu. Od tada je Sekcija na čelu s predsjednikom sekcije mr. sc. Josipom Dundovićem organizirala 12 Hrvatskih dana biomase u Našicama, sudjelovala na Europskim danima biomase, brojnim stručnim skupovima, okruglim stolovima, medijskim emisijama i drugim aktivnostima. Sekcija je imala pionirsку ulogu u edukaciji o važnosti i koristi uporabe obnovljivih izvora energije, ponajprije šumske biomase, a bila je i članica Europske udruge za biomasu. Danas je korištenje obnovljivih izvora energije postalo komercijalno i većinom kao sastavni dio proizvodnje u sklopu drvne industrije koja također ima Hrvatsku udrugu za biomasu. Na 2. sjednici Upravnog odbora HŠD-a zaključeno je da je Sekcija ispunila svoju pionirsку i edukativnu ulogu te da se ukine. Predlažem Skupštini da usvoji prijedlog o ukidanju sekcije HŠD-a Hrvatske udruge za biomasu.

U skladu sa zaključcima 2. sjednice upravnog odbora HŠD-a održane 6. rujna 2022. godine predlaže se povećanje članarine s dosadašnjih 240 kn na 36 € (271,24 kn).

S početkom 2023. godine u Republici Hrvatskoj službena valuta umjesto kune postat će euro. Fiksni tečaj konverzije kuna u eure je: 1 euro = 7,53450 kuna. Dosadašnja godišnja članarina iznosi 240 kuna što je po fiksnom tečaju 31,85 eura. Kako bi olakšali plaćanje članarine na 2. sjednici Upravnog odbora HŠD-a zaključeno je da od 1. siječnja 2023. godišnja članarina bude 36 eura (3 eura mjesečno) što je djeljivo s 2, 4, 6, 9 i 12 te je omogućeno plaćanje na različite rate. Time bi se ujedno članarina sa sadašnjih 240 kuna povećala na 271,24 kuna. Kako je članarina prihod koji pripada samo svakom ogranku, time bi se povećali prihodi ogrankova. Predlažem da Skupština usvoji povećanje članarine s 240 kuna na 36 eura (271,24 kn).

Ad. 6.

Razrješnica Upravnog odbora HŠD-a jednoglasno je usvojena.

Razrješnica Nadzornog odbora HŠD-a jednoglasno je usvojena.

Ad. 7.

Predsjednica Verifikacijsko-kandidacijsko-izbornog povjerenstva Ana Bašić, dipl. inž.

– predložila je, ukoliko nema više kandidata od potrebnog broja koji se bira, da se izbor obavlja javnim glasanjem.

Glasanje – ZA, PROTIV, SUZDRŽAN

Prijedlog je jednoglasno usvojen.

a) Iznijela je predsjednike Ogranaka HŠD-a, 1-19, koji su izabrani na Izbornim Skupštinama svojih Ogranaka i time, u skladu s člankom 39. stavkom 2. Statuta HŠD-a, nakon verifikacije, postaju članovi Upravnog odbora HŠD-a.

To su:

PREDSJEDNICI OGRANAKA HŠD-a		
Red.br.	OGRANAK	Ime i Prezime
1	Bjelovar	Martina Pavičić
2	Buzet	Krešimir Jakupek
3	Delnice	Marko Perković
4	Gospic	Mandica Dasović
5	Našice	Darko Mikičić
6	Karlovac	Dorica Matešić
7	Koprivnica	Marina Juratović
8	Nova Gradiška	Josip Kovačić
9	Požega	Krešimir Pavić
10	Ogulin	Daniela Cetinjanin
11	Osijek	Dalibor Tonc
12	Senj	Boris Belamarić
13	Sisak	Goran Gobac
14	SL. Brod	Dražen Zvirotić
15	Split	Ante Taraš
16	Varaždin	Davor Topolnjak
17	Vinkovci	Krasnodar Sabljić
18	Virovitica	Emil Balint
19	Zagreb	Ivan Krajačić

Kako nije bilo drugih prijedloga prišlo se verifikaciji.

Skupština je jednoglasno verificirala navedene predsjednike ogrankova kao članove Upravnog odbora HŠD-a.

Skupština verificira i predsjednike Sekcija HŠD-a koji isto tako sačinjavaju Upravni odbor HŠD-a.

To su:

PREDSJEDNICI SEKCIJA HŠD-a		
Red.br.	SEKCIJA	Ime i Prezime
1	ProSilva Croatia	Stjepan Mikac
2	Ekološka	Ivica Tikvić
3	Za zaštitu šuma	Milan Glavaš
4	Kultura, sport i rekreacija	Damir Miškulin
5	Urbano šumarstvo	Damir Dramalija

Kako nije bilo drugih prijedloga prišlo se verifikaciji.

Skupština je jednoglasno verificirala navedene predsjednike Sekcija kao članove Upravnog odbora HŠD-a.

Skupština verificira i predstavnike šumarskih institucija, koje predlažu same institucije, a isto tako sačinjavaju Upravni odbor HŠD-a.

To su:

PREDSTAVNICI INSTITUCIJA U UO HŠD-a		
Red.br.	INSTITUCIJA	Ime i Prezime
1	Ministarstvo poljoprivrede	Goran Videc
2	Fakultet šumarstva i d. t. ŠO	Dinko Vusić
3	Fakultet šumarstva i d. t. DTO	Vladimir Jambreković
4	Akademija šumarskih znanosti	Igor Anić
5	Hrvatski šumarski institut	Sanja Perić
6	Hrvatska komora IŠDT	Silvija Zec

Kako nije bilo drugih prijedloga prišlo se verifikaciji.

Skupština je jednoglasno verificirala navedene predstavnike šumarskih institucija kao članove Upravnog odbora HŠD-a.

Po članku 39. Statuta Upravni odbor čine i glavni urednik Šumarskoga lista i ugledni predstavnik struke.

Prijedlog:

Glavni urednik Šumarskog lista, Josip Margaletić

Ugledni predstavnik struke, Oliver Vlainić

Kako nije bilo drugih prijedloga prišlo se verifikaciji.

Skupština je jednoglasno verificirala Josipa Margaletića za Glavnog urednika Šumarskog lista i Olivera Vlainića kao Uglednog predstavnika struke.

b) Delegati Skupštine biraju predsjedništvo HŠD-a tj. predsjednika i dva dopredsjednika.

Na 2. sjednici Upravnog odbora HŠD-a 2022. godine usvojen je prijedlog:

Predsjednik: Akademik Igor Anić

Dopredsjednica: Mandica Dasović

Dopredsjednik: Darko Posarić

Kako drugih prijedloga nije bilo isti je dan na usvajanje.

Delegati su jednoglasno izabrali akademika Igora Anića za predsjednika te Mandicu Dasović i Darka Posarića za dopredsjednike HŠD-a.

c) Delegati Skupštine biraju Nadzorni odbor HŠD-a. Biraju se četiri člana.

Zapisnik sastavio

tajnik HŠD-a

Mr. sc. Damir Delač

Predsjednik HŠD-a

Oliver Vlainić, dipl. ing. šum

Ovjerovitelji Zapisnika:

Dorica Matešić, dipl. inž. šum., v.r.

Ivan Krajačić, dipl. inž. šum., v.r.

Na 2. sjednici Upravnog odbora HŠD-a 2022. godine usvojen je prijedlog:

NADZORNI ODBOR HŠD-a	
Red.br.	Ime i prezime
1	Mario Bošnjak
2	Goran Bukovac
3	Branko Meštrić
4	Davor Prnjak

Kako nije bilo drugih prijedloga isti je dan na usvajanje.

Delegati su jednoglasno izabrali predložene članove Nadzornog odbora.

U skladu sa statutom HŠD-a **članovi Nadzornog odbora među sobom će izabrati; predsjednika, dva člana i pričuvnog člana.**

d) Skupština bira i predstavnike HŠD-a u Hrvatskom inženjerskom savezu (HIS). Prema Statutu HŠD-a to su predsjednik HŠD-a, predsjednik Nadzornog odbora HŠD-a i tajnik HŠD-a.

Ad. 8. Novoizabrani predsjednik HŠD-a akademik Igor Anić prigodnim riječima zahvalio se skupštinarima na iskazanom povjerenju i počasti da bude na čelu Hrvatskoga šumarskog društva. Ujedno se zahvalio dosadašnjem predsjedniku Oliveru Vlainiću na uspješnom vođenju HŠD-a u dva mandatna razdoblja i predao mu prigodni poklon.

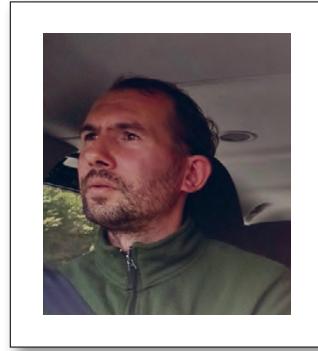
Predsjednik Radnog predsjedništva doc. dr. sc. Karlo Bejljan u 13³⁰ h zaključio je rad Skupštine i pozvao nazočne na prigodni domjenak.

Nikola Milković, dipl. ing. šum. (Zagreb 25.3.1985. – Perušić 2.4.2020.)

Mr. sp. Mandica Dasović

U travnju 2020. g. napustio nas je naš dragi kolega i priatelj Nikola Milković. Usprkos proteku vremena teško je prihvatići tu gorku istinu i još se uvijek čini nestvarnim da ga nećemo sresti na hodniku, čuti njegov glas, smijeh, hodati s njim po terenu i planirati sljedeći radni dan. Optimizam kojim je zračio brzo je prelazio na sve oko njega i zbog toga je bio omiljen u društvu, i u svojoj radnoj sredini a i privatno.

Ali... teška bolest s kojom se dugo borio bila je jača. Nikola nas je napustio u životnoj dobi kada je tek počeo stvarati svoju obitelj i davat sve od sebe u svojoj šumarskoj karijeri.



Rođen je 25. ožujka 1985. godine u Zagrebu, gdje završava osnovnu i srednju školu. Diplomirao je na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu 18. prosinca 2012. godine.

Želja za povratkom i životom u Lici dovodi ga u UŠP Gospić, gdje u Odjelu za uređivanje šuma 2013. godine odrađuje svoj pripravnički staž. Uz kraće prekide nekoliko godina radi u Odjelu za uređivanje šuma te se 1. siječnja 2019. godine na neodređeno vrijeme zapošljava na poslovima i radnim zadacima taksatora II.

Bio je član Hrvatskog šumarskog društva od 2013. godine. Jedna izreka kaže: „Poslije ovog života ne ostane to što smo sakupili, nego ono što smo dali.“ (Gerard Chandy) Nikola, nažalost nije stigao puno toga sakupiti u svom kratkom životu, ali dao je toliko toga svojoj obitelji, svojim kolegama pa i onima koji su ga tek poznavali. Sjećajući se Nikole -Rusa, spominjući ga u našim pričama, zatiritat će se osmijeh na licu a javiti se tuga u srcu što više nije među nama. Ostala su sjećanja i drage uspomene svima onima koji su ga poznavali.

Karlo Posavec, dipl. ing. šum. (2.1.1927.–20.12.2021.)

Mr. sp. Mandica Dasović

Krajem prošle godine u 95 godini života napustio nas je kolega Karlo Posavec, poznati lički šumar i likovni umjetnik. Rođen je u Varaždinu 1927. godine od oca Stjepana i majke Terezije. Osnovnu i srednju školu polazio je i završio u Varaždinu, maturiravši 1945. godine. Šumarstvo je studirao na Poljoprivredno-šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, gdje je i diplomirao 1951. godine. Nakon deset mjeseci stažiranja u Ministarstvu šumarstva u Zagrebu, odlazi u ŠG „Kapela“ Gospić za upravitelja Šumarije Sveti Rok (1951–1957.), gdje uz ostale poslove vodi i izgradnju nove upravne zgrade šumarije.

Tijekom svoje bogate šumarske karijere bio je na istaknutim funkcijama među kojima su: direktor komercijalnog sektora DIP „Lika“ Gospić, šef poslovnice za drvo „Jugoinspekta“ Zagreb, nakon povratka u ŠG „Lika“ Gospić radi na mjestu pomoćnika direktora i savjetnika za šumarstvo idrvnu industriju. U Jugoslavenskom naftovodu zapošljava se 1976. godine kao vještak za procjenu šteta, gdje će uz stanku od godinu dana kad obavlja dužnost sekretara za šumarstvo idrvnu industriju u Privrednoj komori Gospić i završiti svoj radni vijek kao savjetnik. U mirovinu odlazi 1. 5. 1990. godine. Nemirnog duha i stalnom željom za aktivnim životom i u mirovini, nastavlja raditi kao direktor pilane u Mazinu, a kasnije kao član komisije nadležnog Ministarstva za prihvaćanje šumsko-gospodarskih planova. Uz sudjelovanje na više domaćih i međunarodnih simpozija i seminara tijekom svog bogatog stručnog šumarskog djelovanja, bio je član Suda časti Upravnog odbora Privredne komore Karlovac, Član komisije Vijeća sindikata Hrvatske za grupaciju šumarstvo i predsjednik Hrvatskog šumarskog društva ogranka Gospić (1974.–1980.), čiji počasni član postaje 2011. godine.

Posebno se mora istaknuti da je Karlo Posavec bio jedan od desetak entuzijasta koji su 1998. godine organizirali kulturno – turističku manifestaciju „Jesen u Lici“, s ciljem predstavljanja tradicijskih autohtonih ličkih proizvoda, a koja je danas prepoznata u cijeloj Hrvatskoj pa i šire.



Uz šumarstvo druga ljubav mu je bila slikarstvo. Kao priznati likovni umjetnik, djelujući od 1969. godine, radeove izlaže u krugu Likanala. U početku se služi tehnikom akvarela i tempere, da bi se konačno opredijelio za tehnike uljenog slikarstva. Naravno da je Karlo tematski bio usmjeren na motive ličke šume i života u njoj te tipičnim ličkim ambijentima. Izlagao je na pedesetak što samostalnih, što skupnih izložbi. Njegovi radeovi zastupljeni su u galerijama u Vukovaru, Novskoj, Jastrebarskom, Gospiću i Ogulinu. Uz nagrade za svoja likovna ostvarenja, za svoj plodan rad na području šumarstva i lovstva Karlo Posavec dobitnik je odlikovanja II reda Lovačkog saveza Hrvatske i povelje Saveza inženjera i tehničara šumarstva idrvne industrije. Posljednje priznanje sa srebrnjakom primio je u svibnju 1997. godine od Hrvatskog šumarskog društva povodom 150 obljetnice njegova ustanovljenja i 120 obljetnice tiskanja Šumarskog lista. Nositelj je i vojnog Odličja reda trolista kneza Višeslava. Pamtit ćemo ga po njegovoj izreci kako je šumarstvo „Zelena religija“ tj. nešto posebno u gospodarskom i društvenom životu, a njegov vedri mladalački duh i spremnost iskustvom i savjetima pomoći mladim kolegama ostat će svima koji su ga poznavali u trajnom sjećanju.

UPUTE AUTORIMA

Šumarski list objavljuje znanstvene i stručne članke iz područja šumarstva, odnosno svih znanstvenih grana pripadajućih šumarstvu, zatim zaštite prirode i lovstva. Svaki znanstveni i stručni članak trebao bi težiti provedbi autorove zamisli u stručnu praksu, budući da je šumarska znanost primjenjiva. U rubrikama časopisa donose se napis o zaštiti prirode povezane uz šume, o obljetcima, znanstvenim i stručnim skupovima, knjigama i časopisima, o zbivanjima u Hrvatskom šumarskom društvu, tijeku i zaključcima sjednica Upravnoga odbora te godišnje i izvanredne skupštine, obavijesti o ograncima Društva i dr.

Svi napisi koji se dostavljaju Uredništvu, zbog objavljivanja moraju biti napisani na hrvatskom jeziku, a znanstveni i stručni radovi na hrvatskom ili engleskom jeziku, s naslovom i podnaslovima prevedenim na engleski, odnosno hrvatski jezik.

Dokument treba pripremiti u formatu A4, sa svim marginama 2,5 cm i razmakom redova 1,5. Font treba biti Times New Roman veličine 12 (bilješke – fusnote 10), sam tekst normalno, naslovi bold i velikim slovima, podnaslovi bold i malim slovima, autori bold i malim slovima bez titula, a u fusnoti s titulama, adresom i elekroničkom adresom (E-mail). Stranice treba obrožati.

Opseg teksta članka može imati najviše 15 stranica zajedno s prilozima, odnosno tablicama, grafikonima, slikama (crteži i fotografije) i kartama. Više od 15 stranica može se prihvati uz odobrenje urednika i recenzentata. Crteže, fotografije i karte treba priložiti u visokoj rezoluciji.

Priloge opisati dvojezično (naslove priloga, glave tablica, mjerne jedinice, nazive osi grafikona, slika, karata, fotografija, legende i dr.) u fontu Times New Roman 10 (po potrebi 8). Drugi jezik je u kurzivu. U tekstu označiti mesta gdje se priložio moraju postaviti.

Rukopisi znanstvenih i stručnih radova, koji se prema prethodnim uputama dostavljaju uredništvu Šumarskoga lista, moraju sadržavati sažetak na engleskom jeziku (na hrvatskome za članke pisane na engleskom jeziku), iz kojega se može dobro indeksirati i abstraktirati rad. Taj sažetak mora sadržavati sve za članak značajno: dio uvoda, opis objekta istraživanja, metodu rada, rezultate istraživanja, bitno iz rasprave i zaključke. Sadržaj sažetka (Summary) mora upućivati na dvojezične priloge – tablice, grafikone, slike (crteže i fotografije) iz teksta članka.

Pravila za citiranje literaturе:

Članak iz časopisa: Prezime, I., I. Prezime, 2005: Naslov članka, Kratko ime časopisa, Vol. (Broj): str.–str., Grad

Članak iz zbornika skupa: Prezime, I., I. Prezime, I. Prezime, 2005: Naslov članka, U: I. Prezime (ur.), Naziv skupa, Izdavač, str.–str., Grad

Članak iz knjige: Prezime, I., 2005: Naslov članka ili poglavlja, Naslov knjige, Izdavač, str.–str., Grad

Knjiga: Prezime, I., 2005: Naslov knjige, Izdavač, xxxx str., Grad

Disertacije i magistarski radovi: Prezime, I., 2003: Naslov, Disertacija (Magisterij), Šumarski fakultet Zagreb. (I. = prvo slovo imena; str. = stranica)

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Forestry Journal publishes scientific and specialist articles from the fields of forestry, forestry-related scientific branches, nature protection and wildlife management. Every scientific and specialist article should strive to convert the author's ideas into forestry practice. Different sections of the journal publish articles dealing with a broad scope of topics, such as forest nature protection, anniversaries, scientific and professional gatherings, books and magazines, activities of the Croatian Forestry Association, meetings and conclusions of the Managing Board, annual and extraordinary meetings, announcements on the branches of the Association, etc.

All articles submitted to the Editorial Board for publication must be written in Croatian, and scientific and specialist articles must be written in Croatian and English. Titles and subheadings must be translated into English or Croatian.

Documents must be prepared in standard A4 format, all margins should be 2.5 cm, and spacing should be 1,5. The font should be 12-point Times New Roman (notes – footnotes 10). The text itself should be in normal type, the titles in bold and capital letters, the subheadings in bold and small letters, and the authors in bold and small letters without titles. Footnotes should contain the name of the author together with titles, address and electronic address (e-mail). The pages must be numbered.

A manuscript with all its components, including tables, graphs, figures (drawings and photographs) and maps, should not exceed 15 pages. Manuscripts exceeding 15 pages must be approved for publication by editors and reviewers. The attached drawings, photographs and maps should be in high resolution.

All paper components should be in two languages (titles of components, table headings, units of measure, graph axes, figures, maps, photographs, legends and others) and the font should be 10-point Times New Roman (8-point size if necessary). The second language must be in italics. Places in the text where the components should be entered must be marked.

Manuscripts of scientific and specialist papers, written according to the above instructions and submitted to the Editorial Board of Forestry Journal, must contain an abstract in English (or in Croatian if the article is written in English). The abstract should allow easy indexation and abstraction and must contain all the key parts of the article: a part of the introduction, description of research topic, method of work, research results, and the essentials from the discussion and conclusions. The summary must give an indication of bilingual components – tables, graphs and figures (drawings and photographs) from the article.

Rules for reference lists:

Journal article: Last name, F. F. Last name, 2005: Title of the article, Journal abbreviated title, Volume number: p.–p., City of publication

Conference proceedings: Last name, F. F. Last name, 2005: Title of the article, In: M. Davies (ed), Title of the conference, Publisher, p.–p., City of publication

Book article: Last name, F. 2005: Title of the article or chapter, Title of the book, Publisher, p.–p. City of publication

Book: Last name, F. 2005: Title of the book, Publisher, xxxx p., City of publication

Dissertations and master's theses: Last name, F. 2003: Title, Dissertation (Master's thesis), Faculty of Forestry, Zagreb) (F. = Initial of the first name; p. = page)



Slika 1. Azorski jasmin u Orebici. ■ Figure 1. Star jasmin in Orebic (Croatia).



Slika 2. Azorski jasmin u Visu. ■ Figure 2. Star jasmin in Vis (Croatia).



Slika 3. Listovi su troliskavi, kožasti; liske su jajaste, cijelog ruba, gole, 3–6 (–8) cm dugačke, 2–3 (–4) cm široke; vršna liska je veća od postranih. ■ Figure 3. Leaves are trifoliate, coriaceous; leaflets are ovate, entire, glabrous, 3–6(–8) cm long, 2–3(–4) cm wide, the terminal larger than the lateral ones



Slika 4. Cvjetovi su bijeli, promjera oko 2 cm; vjenčić je plitčast, obrub ima pet raširenih zubaca; cvjetanje je od lipnja do listopada. ■ Figure 4. Flowers are white, about 2 cm in diameter; corolla is salverform, limb lobes five, spreading; flowering from June to October.

***Jasminum azoricum* L. – azorski jasmin (*Oleaceae*)**

Azorski jasmin je vazdazelena endemska vrsta s Madeire. Može se uzgajati kao povijuša ili kao grm s dugačkim, tankim, savitljivim, prevješenim, 3–4 m dugačkim stabljikama. Listovi su nasuprotno raspoređeni i sjajni. Cvjetovi su dvospolni, entomofilni i mirisni, a više je cvjetova zajedno skupljeno u postranim, uspravnim, orijetkim paštastim cvatovima. Bobe su dvodijelne, a razvije se samo jedan ili oba dijela, od kojih je svaki elipsoidan, crn, sočan, dužine 1 cm. Azorski jasmin je u prirodi kritično ugrožena vrsta (prema IUCN-ovom crvenom popisu ugroženih vrsta). Zbog svoje ukrasne vrijednosti često je uzgajana biljka na zidovima, ogradama i pergolama. Preferira položaj na izravnom suncu i dobro propusno tlo, ali je osjetljiv na mraz.

***Jasminum azoricum* L. – White Azorean Jasmine, Azores Jasmine, Lemon-scented Jasmine (*Oleaceae*)**

Whire Azorean jasmine is an evergreen, endemic species on Madeira. It can be grown as twining climber, but also as shrub with long, slender, flexible, pendulous, 3–4 m long stems. It has opposite, glossy leaves. Flowers are bisexual, entomophilous, fragrant, borne in axillary, erect, loose, many-flowered cymes. Berries are didymous or single due to abortion of one carpel, each part is ellipsoid, black, fleshy, 1 cm long. Whire Azorean jasmine is a critically endangered species in the wild according to the IUCN Red List of Threatened Species. Due to its high ornamental value, it is widely cultivated on walls, fences or pergolas. It prefers full sun and well-drained soil, but it is sensitive to frost.