

ŠUMARSKI LIST

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO



UDC 630*
ISSN
0373-1332
CODEN
SULIAB

3-4

GODINA CXLVII
Zagreb
2023

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO
CROATIAN FORESTRY SOCIETY

članica
HIS

O DRUŠTVU
ČLANSTVO 2744

stranice ogranača:
BJ DE GO KA SI SP VA ZA

PRO SILVA CROATIA
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: hsd@sumari.hr

www.sumari.hr

IMENIK HRVATSKIH ŠUMARA

ŠUMARSKI LIST

ŠUMARSKI LIST
Hrvatsko Šumarsko Društvo

DIGITALNA BIBLIOTEKA HŠD

slučajna knjiga

ŠUMARSKI LINKOVI

EFN HŠ ŠF HŠI
HKISD DHMZ



Naslovna stranica – Front page:
„Jela i smreka“ – fotografija Bjelovarskog salona fotografija „Šuma okom Šumara“
(Foto: Marko Ožura)

„Fir and Spruce“ – a photograph of the Bjelovar Photography Salon „The Forest Through the Eyes of a Forester“ (Photo: Marko Ožura)

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
Finansijska 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 –
Editeur: Société forestière croate –
Herausgeber: Kroatischer Forstverein
Grafička priprema:
LASERplus d.o.o. – Zagreb
Tisak: 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

Uređivački savjet – Editorial Council:

- | | | |
|--|---------------------------------------|--|
| 1. Akademik Igor Anić | 13. Josip Kovačić, dipl. ing. šum. | 25. Darko Posarić, dipl. ing. šum. |
| 2. Emil Balint, dipl. ing. šum. | 14. Ivan Krajačić, dipl. ing. šum. | 26. Krasnodar Sabljić, dipl. ing. šum. |
| 3. Mr.sc. Boris Belamaric | 15. Valentina Kulaš, dipl. ing. šum. | 27. Ante Taraš, dipl. ing. šum. |
| 4. Daniela Cetinjanin, dipl. ing. šum. | 16. Prof. dr. sc. Josip Margaletić | 28. Prof.dr.sc. Ivica Tikvić |
| 5. Mr. sp. Mandica Dasović | 17. Dorica Matešić, dipl. ing. šum. | 29. Mr. sc. Dalibor Tomic |
| 6. Damir Dramalija, dipl. ing. šum. | 18. Prof. dr. sc. Stjepan Mikac | 30. Davor Topolnjak, dipl. ing. šum. |
| 7. Prof. dr. sc. Milan Glavaš | 19. Darko Mikičić, dipl. ing. šum. | 31. Mr. sc. Goran Videc |
| 8. Goran Gobac, dipl. ing. šum. | 20. Damir Miškulinić, dipl. ing. šum. | 32. Oliver Vlainić, dipl. ing. šum. |
| 9. Prof. dr. sc. Marijan Grubešić | 21. Krešimir Pavić, dipl. ing. šum. | 33. Doc. dr. sc. Dinko Vusić |
| 10. Krešimir Jakupak, dipl. ing. šum. | 22. Martina Pavičić, dipl. ing. šum. | 34. Silvija Zec, dipl. ing. šum. |
| 11. Prof. dr. sc. Vladimir Jambreković | 23. Doc. dr. sc. Sanja Perić | 35. Dražen Zvirotić, dipl. ing. šum. |
| 12. Marina Juratović, dipl. ing. šum. | 24. Marko Perković, 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 – Lector

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* 622+228 (001)

<https://doi.org/10.31298/sl.147.3-4.1>

Aydin Kahriman, Abdurrahman Şahin, Turan Sönmez, Mehmet Yavuz

Growth models for natural stands of Calabrian pine in the central Mediterranean region of Türkiye – Modeli rasta prirodnih sastojina kalabrijskog bora u središnjem mediteranskom području Turske 107

UDK 630* 831+360 (001)

<https://doi.org/10.31298/sl.147.3-4.2>

Sercan Gulci, Neşe Gulci, Dalia Abbas, Hasan Serin, Kivanç Yuksel, H.

Evaluating the carbon monoxide emission from chainsaw exhaust outlet – Procjena emisije ugljičnog monoksida iz ispušnog otvora motorne pile 121

UDK 630* 630+232.3 (001)

<https://doi.org/10.31298/sl.147.3-4.3>

Bilal Çetin

The effect of altitude and closed cone (seed) age on germination in Red pine (*Pinus brutia* Ten.) – Utjecaj nadmorske visine i starosti zatvorenog češera na klijanje sjemena crvenog bora (*Pinus brutia* Ten.) 129

Pregledni članci – Reviews

UDK 630*+630+165+907

<https://doi.org/10.31298/sl.147.3-4.4>

Igor Poljak, Katarina Tumpa, Antonio Vidaković, Mirna Ćurković-Perica, Marin Ježić, Zlatko Šatović, Zlatko Liber, Marilena Idžočić

Očuvanje i upravljanje genofondom pitomog kestena – Conservation and management of sweet chestnut genetic resources 137

UDK 630*228+332+653

<https://doi.org/10.31298/sl.147.3-4.5>

Jasnica Medak, Ivana Sirovica, Joso Vukelić

Tipologija šumskih čistina – Forest clearing typology 147

UDK 630* 652

<https://doi.org/10.31298/sl.147.3-4.6>

Ana Šujica, Martina Obradović, Mia Lovreković, Veronika Šušnjara, Dominik Paparić, Željko Španjol, Boris Dorbić

Valorizacija značajnog drveća na području Šibensko-kninske županije – Valorization of significant trees in Šibenik-knin county 155

Zaštita prirode – Nature protection

Arač, K.:

Drozd bravenjak (*Turdus pilaris* L.) 177

Glavaš, M.:

Bakterioze biljaka 178

Iz HŠD-a – From the Croatian forestry association

Dasović, M.:	
Rad ogranka Gospic od 2008. do 2022. godine	181
Vlainić, O.:	
Zimska šumarska skijaška natjecanja.....	192

In memoriam

Pejnović, T.:	
Sjećanje na Željka Mikića, dipl. ing. šum. (1961.–2023.)	199

RIJEČ UREDNIŠTVA

PRIGODOM 21. OŽUJKA, MEĐUNARODNOG DANA ŠUMA

Opća skupština Ujedinjenih naroda, 2012. godine 21. ožujka proglašila je Međunarodnim danom šuma, kako bi se podigla svijest o važnosti svih vrsta šuma za ljude i okoliš. Međunarodni dan šuma je poticaj svim zemljama UN-a za organiziranje različitih lokalnih, nacionalnih i međunarodnih aktivnosti vezanih za šume, a koje uključuju zaštitu i očuvanje šuma, s posebnim naglaskom na sadnju drveća.

Ove godine Međunarodni dan šuma u Hrvatskoj obilježen je različitim aktivnostima kao što su prigodna sadnja šumskog drveća, stručni panel posvećen inovacijama i održivom razvoju u šumarstvu, kao i brojni prilozi o šumama. Očito je da šume postaju sve važnije, i to ne samo kao prirodni resurs, već i zbog drugih vrijednosti. Šume i šumska zemljišta su (uz pitku vodu, more i poljoprivredno zemljište) najvažnije prirodno dobro Republike Hrvatske. One su zaslužne za povoljne životne uvjete: čisti zrak, čisto i plodno tlo, čistu vodu i povoljnu klimu. Šume su velike riznice biološke raznolikosti. Jedini su i obnovljivi izvor drvne tvari.

Ovogodišnja tema Međunarodnog dana šuma bila je – Šume i zdravlje, odnosno Zdrave šume za zdrave ljude. Zdravstvena funkcija šuma proizilazi iz davno poznatog povoljnog utjecaja šuma na fizičko i psihičko zdravlje ljudi. U šumama se rekreiramo, liječimo, oporavljamo i odmaramo. One povoljno utječu na zdravlje ljudi pročišćavanjem zraka i vode, zaštitom od buke i oblikovanjem lijepog okoliša. Stoga ne čudi činjenica što su ljudi u doba pandemije bolesti Covid-19 pohrlili u šume.

Međutim, pružanje zdravstvenih i drugih funkcija šuma ovisi o optimalnom stanju šuma, koje je pak rezultat pravilnog gospodarenja šumama. Gospodarenje šumom treba

provoditi u svakoj šumi, bez obzira na namjenu i vlasnika, takve šumskogospodarske postupke koji će osigurati njihov optimalni razvoj i prevenirati šumske rizike. Tako će šume imati snažne obrambene mehanizme i bit će pripremljene na šumske rizike. U slučaju šumskih šteta treba ih u što kraćem vremenu sanirati, a šume obnoviti i njegovati kako bi bile zdrave, vitalne, proizvodne i sposobne za prirodnu obnovu.

Zdravlje šuma prepoznato je kao jedan od vodećih izazova hrvatskih šuma i šumarstva novijeg doba. Od 2013. godine veliki kompleksi naših šuma učestalo su izloženi izvanrednim i intenzivnim biotskim, abiotskim i antropogenim stresnim čimbenicima, kao što su naglo širenje štetnika i biljnih bolesti, ledolomi, vjetrolomi i šumski požari. Njihovu sve češću pojavu i velike intenzitete povezujemo s klimatskim promjenama. Šume, šumarstvo i društvo u cjelini imaju velike ekološke i gospodarske štete. U kontinentalnom području Hrvatske velike štete se pojavljuju u šumama poljskog jasena, hrasta lužnjaka, obične bukve, obične jele i obične smreke. U mediteranskom području šumski požari ugrožavaju šume alepskoga bora, crnoga bora, hrasta crnike i hrasta medunca.

Zbog toga uloga šuma i šumarstva u stvaranju i očuvanju povoljnih životnih uvjeta za čovjeka i cjelokupnu biološku raznolikost nikada nije bila toliko važna kao danas. Šume i šumarstvo mogu značajno doprinijeti ublažavanju klimatskih promjena. Samo odgovornim gospodarenjem šumama, stavljanjem u prvi plan njege, obnove i zaštite šuma i odmakom od gledanja na šume samo kao na izvor drvne sirovine ili pasivno zaštićeni objekt prirode, možemo sačuvati naše šume i sve njihove vrijednosti.

Uredništvo

EDITORIAL

ON THE OCCASION OF MARCH 21ST, INTERNATIONAL DAY OF FORESTS

In 2012, the United Nations General Assembly proclaimed the 21st of March as the International Day of Forests to raise awareness of the importance of all types of forests for the benefit of humankind and the environment. By establishing the International Day of Forests, the UN encourages all countries to undertake efforts to organise different local, national and international forest-related activities, involving the protection and preservation of forests, with special emphasis on tree planting campaigns.

This year, the International Day of Forests in Croatia was marked by various activities, such as the appropriate planting of forest trees, an expert panel dedicated to innovations and sustainable development in forestry, as well as numerous articles on forests. It is evident that forests are gaining in importance not only as a natural resource but also as a source of other values. Forests and forest land (along with potable water, the sea and agricultural land) are the most important natural resource of the Republic of Croatia. They ensure favourable living conditions: pure air, clean and fertile soil, clean water and beneficial climate. Forests are a treasury of biological diversity. They are the only renewable source of wood matter.

This year's theme of the International Day of Forests was Forests and Health, or Healthy Forests for Healthy People. The health function of forests stems from the long-known beneficial effect of forests on the physical and mental health of people. Forests provide areas for recreation, recovery and rest. They have a beneficial effect on people's health by purifying air and water, protecting against noise and creating beautiful environment. It is not surprising, therefore, that people rushed to the forests during the Covid-19 pandemic.

However, the provision of health and other functions of forests depends on the optimal condition of forests, which results from adequate forest management. Management should be implemented in every forest, regardless of its

purpose or owner. Silvicultural treatments in forests should ensure their optimal development and prevent forest risks. By doing so, forests will be equipped with powerful defence mechanisms and will be prepared for forest risks. Should forest damage occur, it should be rectified as soon as possible, and forests should be regenerated and tended in order to be healthy, vital, productive and capable of natural regeneration.

Forest health has been recognized as one of the leading challenges of Croatian forests and forestry of recent times. Since 2013, large complexes of Croatian forests have repeatedly been exposed to extraordinary and intensive biotic, abiotic and anthropogenic stress factors, such as the rapid spread of pests and plant diseases, ice breaks, wind breaks and forest fires. Their increasingly frequent occurrence and high intensities are associated with climate change. Forests, forestry and the society as a whole suffer extensive ecological and economic damage. In the continental part of Croatia, intensive damage has been recorded in forests of narrow-leaved ash, pedunculate oak, common beech, silver fir and Norway spruce. In the Mediterranean area, forest fires threaten forests of Aleppo pine, black pine, holm oak and pubescent oak.

This is why the role of forests and forestry in creating and preserving favourable living conditions for humans and the entire biological diversity has never been as important as it is at present times. Forests and forestry can significantly contribute to mitigating climate change. Only by responsible management of forests, by prioritising the tending, regeneration and protection of forests, and by not viewing forests only as a source of raw wood or a passively protected object of nature can we preserve our forests and all their values.

Editorial Board

GROWTH MODELS FOR NATURAL STANDS OF CALABRIAN PINE IN THE CENTRAL MEDITERRANEAN REGION OF TÜRKİYE

MODEL RASTA PRIRODNIH SASTOJINA KALABRIJSKOG BORA U SREDIŠNJEM MEDITERANSKOM PODRUČJU TURSKE

Aydin KAHRIMAN^{a*} , Abdurrahman ŞAHİN^a , Turan SÖNMEZ^b , Mehmet YAVUZ^a 

SUMMARY

Stand growth models are needed for a variety of forestry practices, primarily management plans and silvicultural studies. The goal of this study was to create stand-level models for natural, pure even-aged stands of Calabrian pine in the central Mediterranean region of Turkey. The study area consists of pure and natural Calabrian pine stands located within the boundaries of the Antalya and Mersin Regional Forestry Directorates in the central Mediterranean region of Turkey. Data was collected from 486 temporary plots scattered throughout the region. Two trees (the dominant tree and the tree representing the quadratic mean diameter of the stand) were measured in each plot, yielding 972 trees. The data showed that the age varied from 6 to 135 years, the site index (SI) from 8.5 to 33.5 m, and the density from 0.3 to 12.4. The density-dependent yield tables were generated using regression equations based on stand age, SI, and stand density with individual, two-factor, and three-factor interaction effects. For SI classes I, II, and III, the optimal rotation period that would result in the highest yields for pure Calabrian pine stands is 60, 65, and 75 years, respectively. The stand growth models developed (i.e., density-dependent yield tables) agreed with the fundamental growth principles and data provided in the literature.

KEY WORDS: stand models, density-dependent yield table, Calabrian pine, density, Generalized Algebraic Difference Approach (GADA).

INTRODUCTION

UVOD

Growth models are classified into three categories based on the unit of analysis: whole stand models, size class models, and individual tree models (Vanclay, 1994). The number of trees, basal area, volume, mean diameter, and mean height of a stand can be predicted using whole stand models. The stand characteristics determined by whole stand models are averages and these models do not make predictions at the

individual tree level (Vanclay, 1994; Weiskittel et al., 2011; Özçelik and Altinkaya 2019). Yield tables are a tabular representation of whole stand models and generally provide straight forward and accurate predictions. Yield tables are auxiliary tables that are used to calculate growth estimates.

The initial yield experiments in growth models, which have a 250-year history, were carried out in even-aged, pure stands. According to Schwappach, Réaumer proposed the nascent ideas for generated yield tables in the first quarter of

^a Assoc. Prof. Dr. Aydin KAHRIMAN, Asst. Prof. Dr. Abdurrahman ŞAHİN, Assoc. Prof. Dr. Mehmet YAVUZ, Artvin Çoruh University, Faculty of Forestry, 08100, Artvin, Türkiye

^b Prof. Dr. Turan SÖNMEZ, Bursa Technical University, Faculty of Forestry, 16330, Bursa, Türkiye

*Corresponding author email: kaydin61@hotmail.com

Funding: This research was supported by the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK-TOVAG Project Number: 1120808; Project name: Yield Studies in Pure Calabrian Pine Stands in Antalya and Mersin Regions).

the 18th century. And then, the first studies on yield tables were conducted in pure stands towards the end of the 18th and beginning of the 19th centuries (Vanclay, 1994). These original tables were simplified counterparts of contemporary yield tables. Pretzsch (2009) classified growth models into four historical stages: i) simple yield tables organized using limited data from growth models (between the final quarter of the 18th century and the 19th century), ii) regular yield tables based on age and site index yield strength variables (between the final quarter of the 19th century and the beginning of 20th century), iii) yield tables where growth relationships are calculated using computerized mathematical models (between the first and last quarter of the 20th century), iv) extremely detailed stand simulation models that can be challenging to execute even on systems with a lot of Read Access Memory (RAM) (from the final quarter of the 20th century to the present) (Kahriman et al., 2016a).

Due to its range, growth and increment characteristics, and economic significance, Calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) is one of Türkiye's most important main forest tree species (Sönmez et al., 2016). According to the 2020 forest inventory data released by the General Directorate of Forestry, Türkiye's total forest area is 22,933,000 ha, which corresponds to 29.4 percent of the country's total area. The Calabrian pine is distributed on the 5,215,292 ha of the total forest area (22.74 percent of the total forest area). The Calabrian pine is composed of high stands that cover 3,407,368 ha (65.33%) and degraded stands that cover 1,807,924 ha (34.67%) (General Directorate of Forestry, 2021). The total growth stock, annual volume increment, regeneration site area, and average annual allowable cut of Calabrian pine stands are 270 million m³, 7.95 million m³, 262,000 ha, and 3.4 million m³, respectively (General Directorate of Forestry, 2021) (Directorate General of Forestry, 2016). Consequently, there is significant potential for applying the findings in practice.

Many researchers have investigated Calabrian pine stands, and they have produced yield tables as a result of their research. For instance, using temporary site data obtained from even-aged, pure, and untreated stands, Alemdağ (1962) produced the first normal yield tables for Calabrian pine stands. Afterwards, normal yield tables for Calabrian pine stands were established by Erkan (1995) and Çatal (2009) for the Mediterranean region (Kahramanmaraş, Adana, Mersin, Antalya, and Muğla) and the western Mediterranean region (Muğla), respectively. However, Yeşil (1992) created yield tables for Calabrian pine stands that depend on density for the entire country, while Şahin (2015) did so for the Mersin Forest Regional Directorate. Additionally, Karaca (2012) compared the values of yield tables for treated Calabrian pine stands in Bucak-Çamlık Forest Management Unit with the values of normal yield tables for Calabrian pines prepared by Alemdağ (1962), Yeşil (1992), Erkan (1995) and Çatal (2009).

The total economic values at the end of the rotation age for the Calabrian pine and other tree species based on the yield tables were investigated by many researchers (Yaprak, 1977; Öztürk and Türker 1998; Öztürk and Türker 2000; Erkan et al., 2002) in Turkey. Their aim was to find the best economic maturity age for the investigated species. According to Yaprak (1977), the technical maturity age of the Calabrian pine tree species in Turkey for site index classes of good (I), medium (II), and poor (III) was 55, 57, and 110 years, respectively. For site index classes I, II, and III, the maturity age for the highest wood yield (ages where the general average growth is greatest) was 50-55, 55-60, and 60-65 years, respectively. The administration period for pole production was 30, 40, and 50 years, respectively. The economic maturity administration period and the highest land value were 25 years for good sites, 30 years for medium and poor sites (if they are cut at this age), and 40 years for poor sites (only pole, pole and firewood can be obtained). The highest average growth yield was given at the administration period of 65, 75 and 90 years (Yaprak, 1977). The physical administration period (the age of natural maturity) was determined as 310 years in the 120 cm diameter Calabrian pine grown in Fethiye-Incirköy (Asan, 1998).

In the last century, some yield tables and stand growth models or growth and yield models have been developed for pure and natural Calabrian pine stands in some neighboring countries. Palahí et al. (2008) developed growth and yield models for Calabrian pine in northeastern Greece. Shater et al. (2011) developed a system of models that allows managers to simulate the dynamics of Calabrian pine stands in Syria using 83 temporary plots. de-Miguel et al. (2010) developed a system of models that allows them to simulate the stand dynamics of *Pinus brutia* in the Middle East (Lebanon and Syria) using 133 semi-permanent sample plots.

The objective of this study is to develop stand-level growth models as yield tables needed for various forestry applications, especially for management plans and silvicultural practices of pure and natural Calabrian pine stands distributed in the central Mediterranean region (Antalya and Mersin) of Turkey. Thus, growth models will be established, which are one of the prerequisites for multipurpose use of pure, natural and even-aged Calabrian pine stands. These models will allow determining the effects of silvicultural interventions on stand growth as well as to create and compare planning options in the management plan decision-making process with regards to multi-purpose utilization.

MATERIALS AND METHODS

MATERIJALI I METODE

The study area consists of pure and natural Calabrian pine stands located within the boundaries of the Antalya and

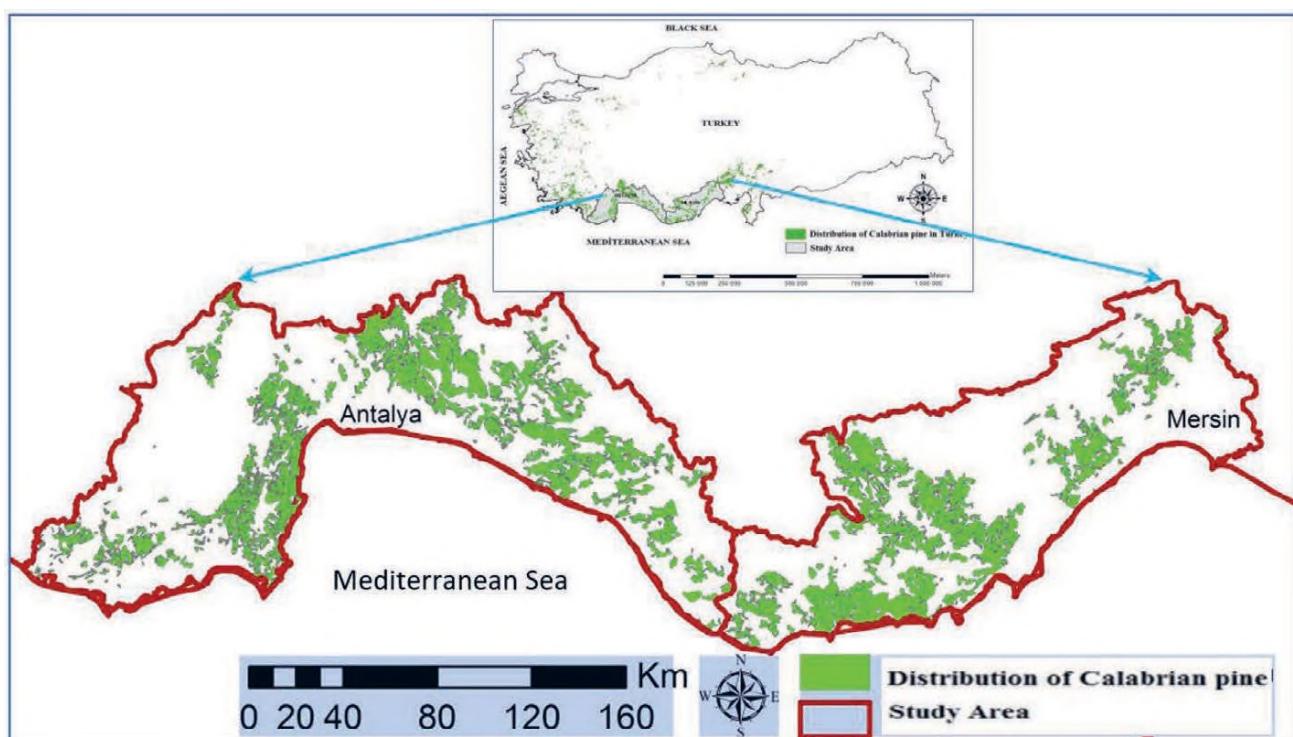


Figure 1. The study site and the distribution of pure Calabrian pine stands within the site

Slika 1. Istraživano područje i distribucija čistih sastojina kalabrijskog bora unutar nalazišta

Mersin Regional Forest Directorates in the central Mediterranean region of Turkey. The provinces of Antalya and Mersin, where the stands are located, lie between 33° - 35° east longitude and 36° - 37° north latitude (Figure 1). In the central Mediterranean region (Antalya and Mersin), there are 1,981,596 ha of forested area, of which 1,060,827 ha (53.5%) is Calabrian pine stand. 761,194 ha (38.41%) of this area are pure Calabrian pine stands (Directorate General of Forestry, 2018). The other dominant tree species are juniper 19.4%, Lebanon cedar 15.2%, oak species (*Quercus coccifera*, *Quercus cerris*, *Quercus infectoria*, *Quercus ilex*, and *Quercus libani*) 14.4%, Cilician fir 6.0%, Black pine 4.9%, and other deciduous trees 7.7% (maple, hornbeam, olive, black locust, wild olive, carob). The study area has a Mediterranean climate with hot and dry summers and mild and rainy winters. The average annual rainfall is 1069.8 mm/m² and 585.4 kg/m² for Antalya and Mersin provinces, respectively. The elevation of the study area varies from 79 to 1473 m (= 578.7 m) and the slope ranges from 2% to 150% (=40.9%). 262 of the sample plots are in shady aspects and 224 of the sample plots are in sunny aspects.

Data from 486 temporary sample plots within even-aged stands found in the Antalya and Mersin Forest Regional Directorates were used in this context. Additionally, 972 measurements of two trees selected for harvesting (including the dominant tree to determine site index and the tree to determine the mean stand diameter) in each plot were used (Kahriman et al., 2016b). The number of sample plots

was determined considering the combination of nine age classes (0-10, 11-20, 21-30, 31-40, 41-50, 51-60, 61-80, 81-100, > 100 years), three SI classes (height class I: $23.5 < m$, height class II: $16.5-23.5 m$, height class III: $< 16.5 m$), three closure classes (11-40%, 41-70%, > 70%) with three replicates in two regional forest directorates.

Depending on the stand structure, the sample plots in this study range in size between 400 m² for crown closure >70 %, 600 m² for 41-70%, 800 m² for 11-40%, and 800-2000 m² for stands that had standing seed trees and seedlings in the transition stage. On each sampling plot, diameters at breast height (dbh) of all trees were measured. Additionally, 10-15 trees from each sampling plot were selected to have their height, age counted by annual rings from core samples in addition to the age up to the height of dbh, double bark thickness on opposite sides, and most recent 5-year diameter growth measured at breast heights. These trees were evenly distributed across the diameter classes of 0-4 cm, 4-8 cm, 8-12 cm, 12-16 cm, ..., 96-100 cm. In order to create stand growth models in the form of yield tables, the values for quadratic mean diameter (QMD), mean height (H), dominant height (h_{100}), number of stems (N), basal area (BA), stand volume (V), stand age (t), site index (SI), and stand density (sd) were calculated. Descriptive statistics of variables measured on individual trees (dbh, height, age, double bark thickness, and increment) and stand variables estimated from these measurements (stand age, site index, stand density, root mean square diameter, mean height weighted

Table 1. Descriptive statistics of individual tree measurements and stand level estimates

Tablica 1. Deskriptivna statistika mjerenja pojedinačnih stabala i procjene razine sastojine

Level Razina	Variable Varijabla	Number Broj	Mean Aritmetička sredina	Min. Min	Max. Max	Std. Dev. Standardna devijacija
Individual tree Pojedinačno stablo	Breast height diameter (cm) Pršni promjer (cm)	13495	24.77	0.7	87.1	13.10
	Height (m) Visina (m)	13430	14.09	2.5	34.0	6.38
	Age (year) Starost (year)	4092	53.63	10.0	165.0	30.55
	Bark thickness (mm) Debljina kore (mm)	5062	55.72	8.0	141.0	23.91
	Radial growth (mm/godina) Rast promjera (mm/godina)	7094	3.02	0.4	15.6	2.07
	Stand age (year) Starost sastojine (godina)	486	49.8	6.0	135.0	32.1
	Site index (m) Indeks staništa (m)	486	21.7	8.5	33.8	5.5
	Stand density Gustoća sastojine	486	4.8	0.3	12.4	2.3
Stand Stanište	Mean diameter (cm) Srednji promjer (cm)	486	25.6	3.7	61.8	13.6
	Mean height (m) Srednja visina (m)	486	14.2	1.7	31.2	7.1
	Dominant height (m) Dominantna visina (m)	486	16.5	1.9	32.4	7.6
	Basal area (m^2/ha) Osnovna površina (m^2/ha)	486	25.5	0.3	69.5	15.9
	Stand volume (m^3/ha) Volumen sastojine (m^3/ha)	486	207.7	2.5	983.7	170.9
	Number of stems (number/ha) Broj stabala (broj/ha)	486	933.6	80.0	7800.0	1337.0

by basal area, stand volume, number of trees per hectare, and stand density) are presented in Table 1.

In order to create stand models, or in other words, yield tables, stand parameters like age, mean diameter, dominant height, number of trees per hectare, basal area, and volume are first estimated using data gathered from these temporary sample plots. In the second phase, stand density levels were calculated for use in density-based yield tables. When stand age and canopy height or stem analyzes were carried out in the third stage, SI tables were created based on the values for the age and heights of individual trees. Additionally, the site index of all stands in which sample plots are located were determined. In the fourth stage, stand variables such as root mean square diameter, mean height, number of trees per hectare, basal area, and standing tree volume were estimated using the appropriate regression equations as a function of stand age, site index, and degree of stand density. In the fifth phase, the volume of stand removed was estimated using appropriate regression equations as a function of stand age, SI, and degree of stand density, similar to the standing tree calculations using information on dead or dying trees obtained from observations on the sample plots. In the sixth and final stages, vol-

ume increments of the entire stand were calculated and the results were presented in tables (Yavuz et al., 2010; Kahriman et al., 2016a).

In our study, the age of 10-15 trees was measured in each sample plot. The stand age (t) was calculated using the arithmetic mean of the age of trees near the root mean square diameter. The site index of the stands was calculated using the dynamic site index models obtained by Kahriman et al. (2016b and 2018) through the Generalized Algebraic Difference Approach (GADA). Among the GADA models of the Chapman-Richards (Chapman and Meyer, 1949; Goetz and Burk, 1992), Hossfeld (Cieszewski, 2001), Logistic (Cieszewski, 2000), Hossfeld IV (Cieszewski and Bella 1989), Lundqvist (Cieszewski, 2004), Weibull (Cieszewski, 2004), King-Pardon (Krumland and Eng, 2005), and Bertalanffy-Richards (Cieszewski, 2004), the Hossfeld model was produced the highest score based on the root mean square error (RMSE), the Akaike's information criterion difference (AICd) (Akaike, 1974), and the Durbin-Watson (DW) tests (White, 1992). So, the Hossfeld Model was chosen as the best fit model for the Site Index. Stand density (sd) was calculated using the Relative Density Index developed by Curtis et al. (1981). The quadratic mean di-

ameter (\bar{d}_g) of the stand represents the tree with the mean basal area (Laar and Akça 2007). The mean stand height (\bar{h}_g) was calculated as the heights of the mean basal area tree on each sampling plot. The dominant height of stand (h_{100}) was calculated as the arithmetic mean of the 100 tallest trees per hectare (Kalipsiz, 1984; Kahriman et al., 2018). The number of trees per hectare (N) was calculated by multiplying the number of trees with a stem diameter of > 4 cm in the sample plots by the hectare conversion coefficient. The basal area of the stand (BA) was calculated by adding the basal area of each tree in the sample plot and converting to hectares. Double-entry tree volume equations developed by Kahriman et al. (2016b) were used to estimate sample plot volume (V). Stand volume was determined by converting the sum of individual tree volumes calculated using the double-entry tree volume equations to hectares. The double-entry tree volume ($R^2_{adj} = 0.992$, RMSE = 0.041 m³, and Cf = 1.009) and the dynamic model SI ($R^2_{adj} = 0.984$) from Kahriman et al. (2016b) are provided below.

The double-entry tree volume equation of Calabrian pine was given in Eq.1:

$$\ln V = -3.292 + \frac{2.834}{d} + \frac{1.024}{h} + 0.978 \ln d^2 h \quad (1)$$

The model structure of the Hossfeld equation obtained by autoregressive modeling can be expressed as:

$$h_0(SI) = h \cdot \frac{t_0^{1.370244} \cdot (t^{1.370244} \cdot X_0 + e^{9.491999})}{t^{1.370244} \cdot (t_0^{1.370244} \cdot X_0 + e^{9.491999})} \quad (2)$$

$$X_0 = h - 15.94558 + \sqrt{(h - 15.94558)^2 + 2 \cdot h \cdot \frac{e^{9.491999}}{t^{1.370244}}}$$

Where; h is the dominant tree height on the sample plot, t is the age and t_0 is the standard age (a.k.a. base age) which is generally used as at 25 and 50 age for fast growing trees, and at 100 age for slow growing trees (Kalipsiz, 1984; Vanclay, 1994; Laar and Akça, 2007; Pretzsch, 2009). In this study, the standard age was chosen at 60-year for Calabrian pine. The site index of a plot whose dominant height and stand age were determined can be calculated directly for a desired standard age using these equations (Kitikidou et al., 2012; Kahriman et al., 2018; Suliman et al., 2021).

This GADA model had a root mean square error (RMSE) of 0.8013 m, an Akaike's information criterion difference (AICd) value of 0, and a Durbin-Watson test (DW) value of 2.0099. The fact that the Durbin-Watson value of the model was very close to 2 (DW: 2.0099) indicates that using autoregressive analysis greatly reduced the serial correlation. The developed Hossfeld dynamic site index model successfully modeled age-top height relationships with the S type, polymorphism, multiple asymptotes, and base-age invariable to expected growth principles.

The stand volume and yield parameters such as number of trees per hectare (N), basal area (G), stand volume (V), quadratic mean diameter (), and mean height () of the main stand were predicted using regression equations as a function of stand age (t), site index and stand density. Elements of the remaining trees were predicted using appropriate regression equations generated using variables such as stand age (t), site index (SI) and stand density (sd) and the independent variables derived from these variables using the SPSS statistical software program (SPSS 19.0 Inc., 2010) with forward, backward, and stepwise selection modes. The models that were statistically significant ($p < 0.05$) and those had the highest adjusted coefficient of determination (R^2_{adj}), the lowest root-mean-square error (RMSE) and that also complied with the biological laws were selected.

Adjusted Coefficient of Determination

$$R^2_{adj} = 1 - \left(\frac{\sum (V_i - \hat{V}_i)^2}{\sum (V_i - \bar{V}_i)^2} \right) \quad (3)$$

Root-Mean-Square Error

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (V_i - \hat{V}_i)^2}{N - p}} \quad (4)$$

Where; V_i and \hat{V}_i represent calculated and predicted stand volume, and N and p represent sample size and number of variables used in the model respectively.

The removed stand volume and the yield elements are needed to determine the total stand volume yield since the total stand volume is equal to the sum of the standing timber volume at a given age and the volume removed up to that age (Vanclay, 1994; Pretzsch, 2009). In this study, the volume elements of removed stand were calculated using data on dying or dead trees in the stand. Also the number of trees removed was calculated using the difference between the number of trees in successive age intervals within the same site index and density class (Kalipsiz, 1984).

In addition, the volume of total yield and the percentage of intermediate yield to volume of total yield were computed, along with the current annual volume increment (CAI) and increment percentage. The mean annual increment (MAI) of standing timber and overall yield values were calculated in addition to volume and yield volume elements related to standing timber and removed trees (Vanclay, 1994; Pretzsch, 2009; Kahriman et al., 2016a).

RESULTS

REZULTATI

The relationships of quadratic mean diameter (\bar{d}_g), mean height (\bar{h}_g), number of trees per hectare (N), basal area (G) and volume (V) with stand age (t), site index (SI), and stand

Table 2. Certain statistical information on the growth relations of the main stands**Tablica 2.** Određeni statistički podaci o odnosima rasta glavnih sastojina

Variable Varijabilna	R^2_{adj}	RMSE	Cf	F_{ratio}	p
\bar{d}_g (cm)	0,953	0,178	1,0161	2313,22	<0,001
\bar{h}_g (m)	0,967	0,101	1,0051	3252,48	<0,001
BA (m ² /ha)	0,965	0,173	1,0151	6236,85	<0,001
N (number/ha)	0,822	0,280	1,0399	512,68	<0,001
V (m ³ /ha)	0,979	0,163	1,0133	4306,12	<0,001

*Cf (correction factors of logarithmic functions)

density (sd) were examined for standing trees. The following regression models were used to model these relationships. Statistical information on the regression equations were given in Table 2.

$$\ln \hat{d}_q = -0.8375 - \frac{322.142}{t \cdot SI} + 0.6141 \ln t \cdot SI + \frac{33.066 \cdot sd}{t \cdot SI} - 0.003635 sd^2 \quad (5)$$

$$\ln \hat{h}_q = -6.3186 + 1.3570 \ln t \cdot SI - 0.0003 t \cdot SI + \frac{0.03863 \cdot SI}{sd} - \frac{0.00937 \cdot t}{sd} \quad (6)$$

$$\ln \widehat{BA} = -3.2944 + 0.11848 \ln SI \cdot sd + 0.6504 \ln t \cdot SI \cdot sd \quad (7)$$

$$\ln \widehat{N} = 10.5271 + 0.00001632 t^2 - 1.1718 \ln t - 0.0008041 SI^2 + 0.0145 sd^2 \quad (8)$$

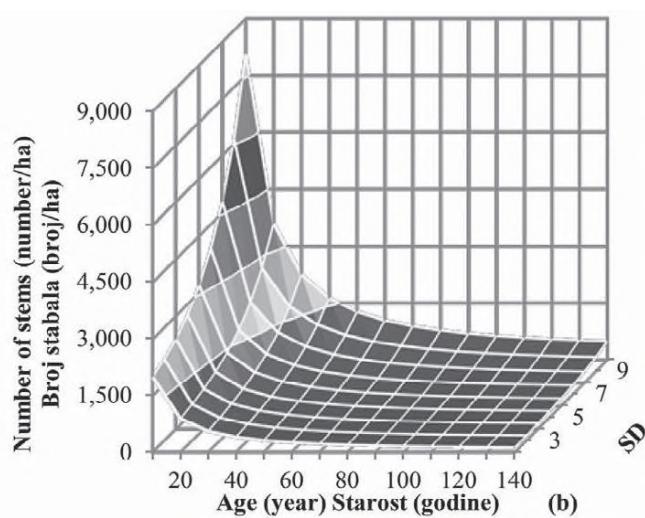
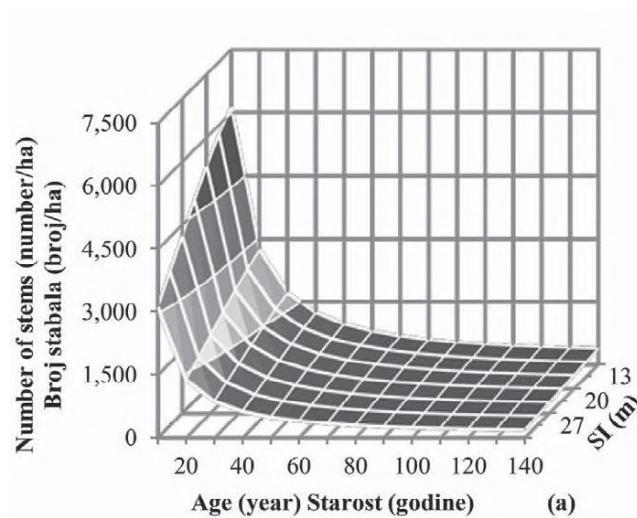
$$\ln \widehat{V} = -3.4113 + 1.1039 \ln t - 0.00001816 t^2 + 0.9174 \ln sd + 0.9145 \ln SI \quad (9)$$

These equations are subject to systematic error because they are logarithmic (Akalp, 1978). Therefore, the values obtained from the equations must be multiplied by the correction factor (f) of natural logarithm (ln) to correct this systematic error (Baskerville, 1972).

$$\text{Correction factor} = Cf = e^{\frac{s_{y,x}^2}{2}} \quad (10)$$

Where e represents the natural logarithm (2.718281828) and S_{yx} represents the standard error of the equation in these equations.

Standing timber and removed tree elements in the yield tables were determined as a function of stand age, site index and stand density using the equations given in Eq. 5-9 and density-dependent Calabrian pine yield tables were constructed. The other elements of the yield table were also predicted by these equations. The standing timber and removed trees elements and the other elements of the yield table were calculated separately for 5-year age intervals (between 10 and 140), 5 degrees of stand density (for 2.0 – 4.0 - 6.0 – 8.0 - 10.0), and 3 classes of SI (I-II-III). In addition, our relative density values ranges from 0.3 to 12.4. How-

**Figure 2.** The change in number of stems per hectare according to (a) stand age and site index at normal stand density, and (b) stand age and stand density for medium site index class**Slika 2.** Promjena u broju stabala po hektaru prema (a) starosti sastojine i indeksu staništa pri normalnoj gustoći sastojine, i (b) starosti sastojine i gustoći sastojine za razred srednjeg indeksa staništa

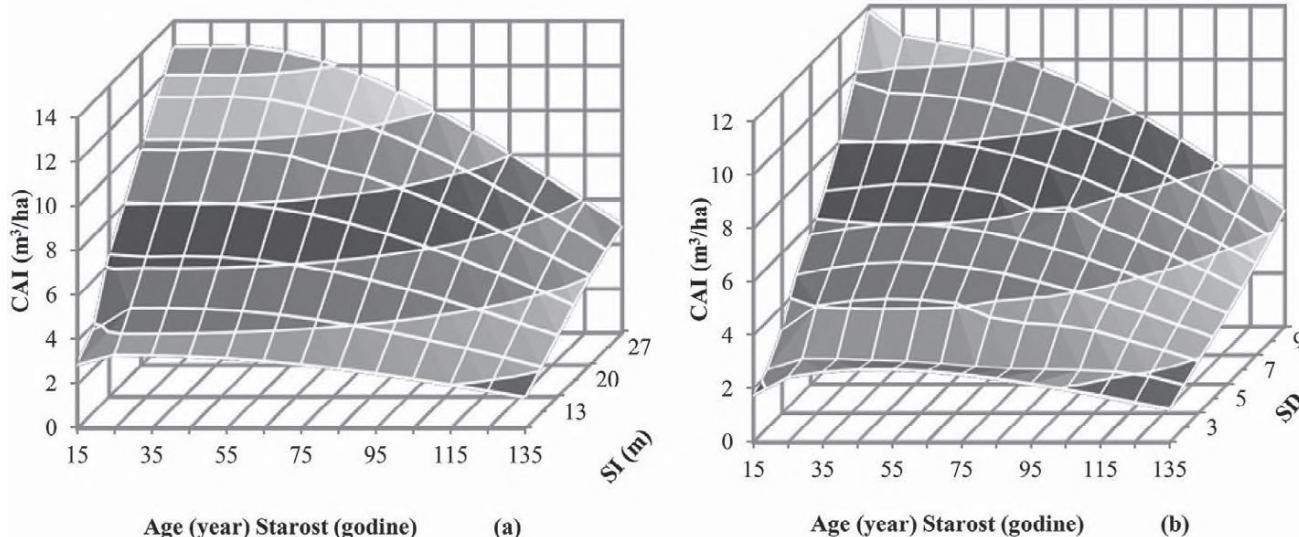


Figure 3. The change in the current annual volume increment (CAI) according to (a) stand age and site index at normal stand density, and (b) stand age and stand density for medium site index class

Slika 3. Promjena trenutnog godišnjeg volumenskog prirasta (CAI) prema (a) starosti sastojine i indeksu staništa pri normalnoj gustoći sastojine, i (b) starosti sastojine i gustoći sastojine za razred srednjeg indeksa staništa

ever, taking into account the stand density of the measured plots of Calabrian pine stands, the normal density value was chosen at 8.0 which is at the 90th percentile for the weighted average relative density measures (Curtis, 1982).

The number of trees in Calabrian pine stands decreases with age, and increases with increasing stand density and worsening of site index (Figure 2). At a normal stand density of 8.0 and an age of 60 years, there were 477, 622, and 749 trees per hectare for site index classes I, II, and III, respectively, while there were only 291, 379, and 457 trees per hectare for 100-year-old trees. In contrast, according to the density grades 2.0, 4.0, 6.0, 8.0, and 10.0, the number of trees per hectare in the middle class site index at 60 years

of age was 261, 310, 415, 622, and 1047, and at 100 years of age, it was 159, 189, 253, 379, and 639, respectively.

The current annual volume increases in all SI classes and density grades of Calabrian pine up to 30-40 years of age and after reaching a maximum, decreases with increasing age of the stands. On the other hand, the current annual volume increases with increasing stand density and an improved site index value regardless of age (Figure 3).

Age, stand density, and improved site index all lead to an increase in total stand volume in Calabrian pine stands (Figure 4). Total stand volume at normal stand density of 8.0 was 622.0, 447.0 and 263.4 m³/ha at age 60 and 989.4, 713.7 and 424.4 m³/ha at age 100 for SI classes I, II

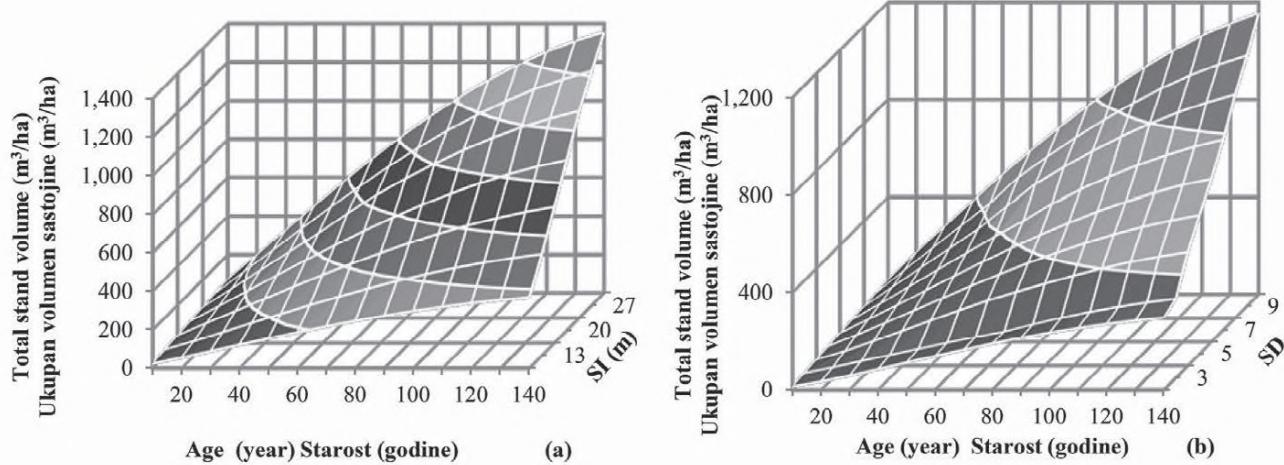


Figure 4. The change of total stand volume according to (a) stand age and site index for normal stand density, and (b) stand age and stand density for medium site index class

Slika 4. Promjena ukupnog volumena sastojine prema (a) starosti sastojine i indeksu staništa za normalnu gustoću sastojine, i (b) starosti sastojine i gustoću sastojine za srednju klasu indeksa staništa

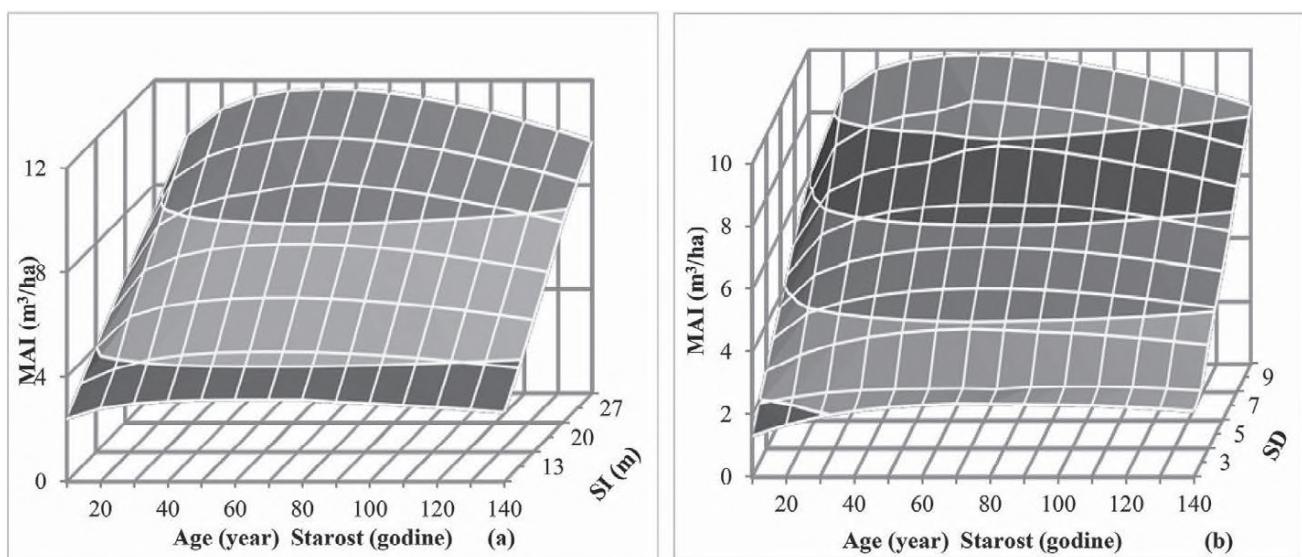


Figure 5. The change of mean annual volume increment (MAI) according to (a) stand age and site index for normal stand density, and (b) stand age and stand density for middle site index class

Slika 5. Promjena srednjeg godišnjeg volumenskog prirasta (MAI) prema (a) starosti sastojine i indeksu staništa za normalnu gustoću sastojine i (b) starosti sastojine i gustoću sastojine za srednju klasu indeksa staništa.

and III, respectively. In the medium site index class, the total volume of stand was 139.2, 231.6, 330.4, 444.7 and 590.6 m^3/ha at age 60 and 229.5, 380.9, 536.2, 713.7 and 935.0 m^3/ha at age 100 corresponding to density classes 2.0, 4.0, 6.0, 8.0 and 10.0, respectively.

Mean annual volume increment in Calabrian pine stands increases across all site index classes and stand densities up to a certain age, reaches its maximum and then begins to decline around a certain age (55- 60 in SI class I, 65-70 in SI class II and 70-75 in SI class III). Mean annual volume

increment also increases with increasing stand density and better site quality (Figure 5). Mean annual volume increment at normal stand density of 8.0 was 10.33, 7.41 and 4.38 m^3/ha at age 60 and 9.89, 7.14 and 4.24 m^3/ha at age 100 for site index classes I, II and III, respectively.

The relationship between CAI and MAI was also examined for each SI class separately at the normal stand density of 8.0 in the Calabrian Pine yield table (Figure 6). MAI slowly declines after peaking at the 55-60 years in SI class I, 65-70 years in SI class II and 70-75 years in SI class III. We also

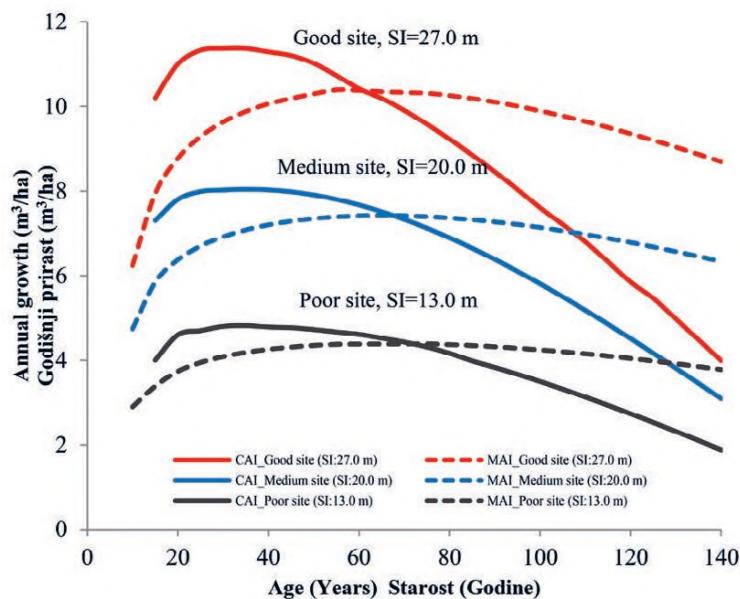


Figure 6. Relationship between CAI and MAI for SI classes of I, II and III

Slika 6. Odnos između CAI i MAI za SI razrede I, II i III

Table 3. The change in total stand volume and mean volume increment according to stand age, site index class and stand density level

Tablica 3. Promjena ukupnog volumena sastojine i prosječnog volumnog prirasta prema starosti sastojine, klasi indeksa staništa i razini gustoće sastojine

Density Gustoća	Age Godine	Total stand volume (m^3/ha) Totalan volumen sastojine (m^3/ha)			Density Gustoća	Age Godine	Mean annual volume increment of main stand (m^3/ha) Prosječni godišnji volumni prirast glavne sastojine (m^3/ha)		
		I. SI	II. SI	III. SI			I. SI	II. SI	III. SI
10.0	30	385.9	281.2	148.9	10.0	30	12.86	9.37	4.96
	60	815.5	590.6	321.5		60	13.59	9.84	5.36
	100	1281.5	935.0	526.3		100	12.82	9.35	5.26
	140	1569.2	1155.4	660.7		140	11.21	8.25	4.72
8.0	30	288.9	207.6	122.5	8.0	30	9.63	6.92	4.08
	60	622.0	444.7	263.4		60	10.33	7.41	4.38
	100	989.4	713.7	424.4		100	9.89	7.14	4.24
	140	1217.1	886.5	529.1		140	8.69	6.33	3.78
6.0	30	213.9	151.8	90.9	6.0	30	7.13	5.06	3.03
	60	468.4	330.4	195.8		60	7.81	5.51	3.26
	100	752.7	536.2	317.4		100	7.53	5.36	3.17
	140	929.8	669.2	396.9		140	6.64	4.78	2.84
4.0	30	150.1	104.2	62.4	4.0	30	5.00	3.47	2.08
	60	337.0	231.6	134.9		60	5.62	3.86	2.25
	100	545.9	380.9	220.3		100	5.46	3.81	2.20
	140	677.6	478.0	276.7		140	4.84	3.41	1.98
2.0	30	94.5	58.4	36.1	2.0	30	3.15	1.95	1.20
	60	224.6	139.2	78.5		60	3.74	2.32	1.31
	100	363.4	229.5	128.8		100	3.63	2.29	1.29
	140	451.7	291.2	161.9		140	3.23	2.08	1.16

observed that in the age groups where MAI was highest, its value was equal to CAI. Consequently, the optimal management period (the optimal rotation period) that would lead to the highest yields for pure Calabrian pine stands in Antalya and Mersin can be set at 60, 65 and 75 years for the SI classes of I, II and III, respectively. Site productivity described by maximum MAI, was 10.39 at 60 years, 7.42 at 65 years and $4.39\ m^3/ha$ at 70 years per year for good, medium and poor sites, respectively (Figure 6).

Total stand volume for Calabrian pine for a given age generally increases steadily with decreasing rates as they get older with improving site quality or increasing density. The mean annual volume increment of stand for Calabrian pines for a given age increases irregularly for different site quality classes and stand density levels (Table 3).

DISCUSSION RASPVRAVA

The results of the density-dependent yield tables generated in this study for the Calabrian pine were compared with the previous yield tables generated by Shater *et al.* (2011) in Syria, de-Miguel *et al.* (2010) in Syria and Lebanon, Çatal (2009) in Turkey, Palahí *et al.* (2008) in northeastern Greece, Erkan (1995) and Alemdağ (1962) in Turkey, and with the density-dependent yield table developed by Yeşil (1992) in

Turkey. The results were similar and consistent with the growth rules associated with the stand models. The reciprocal equivalents of the variables were considered in the comparisons. For example, the values of the table for the normal stand density level of 8 in this study were compared with the values of the table given by Yeşil (1992) for the normal stand density level. Similarly, yield table values for stands of tree species with optimal growing conditions (i.e., SI class I) were compared for consistency (Akarp, 1978; Kahriman *et al.*, 2016a). Comparisons of the number of trees, total stand volume, current and mean annual volume increment of Calabrian pine stands in high SI class and at normal density with previous studies are shown in Figures 7 and 8.

In study of Palahí *et al.* (2008), the number of trees was consistently higher between 40 and 100 years. With the exception of Alemdağ (1962) up to the age of 50 and Palahí *et al.* (2008) between 40 and 100 years, the number of trees in Calabrian pine stands reported in the yield tables of this study was higher than in the other studies. All studies found that the number of trees converged after age 60, with Çatal (2009)'s values being the most similar to our findings (Figure 7a).

Erkan (1995) obtained the total stand volume values that were most similar to our findings. Total stand volume was also consistently lower in the study by Alemdağ (1962). Our

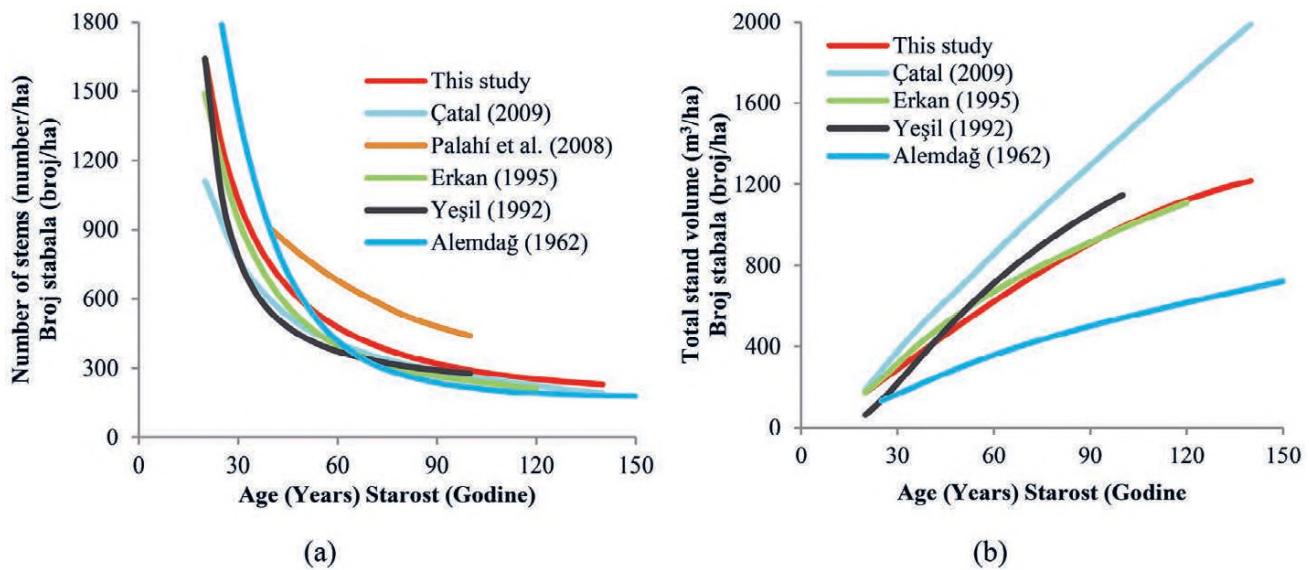


Figure 7. Comparison of the number of trees (a) and total stand volume (b) for Calabrian pine

Slika 7. Usporedba broja stabala (a) i ukupnog volumena sastojine (b) za kalabrijski bor

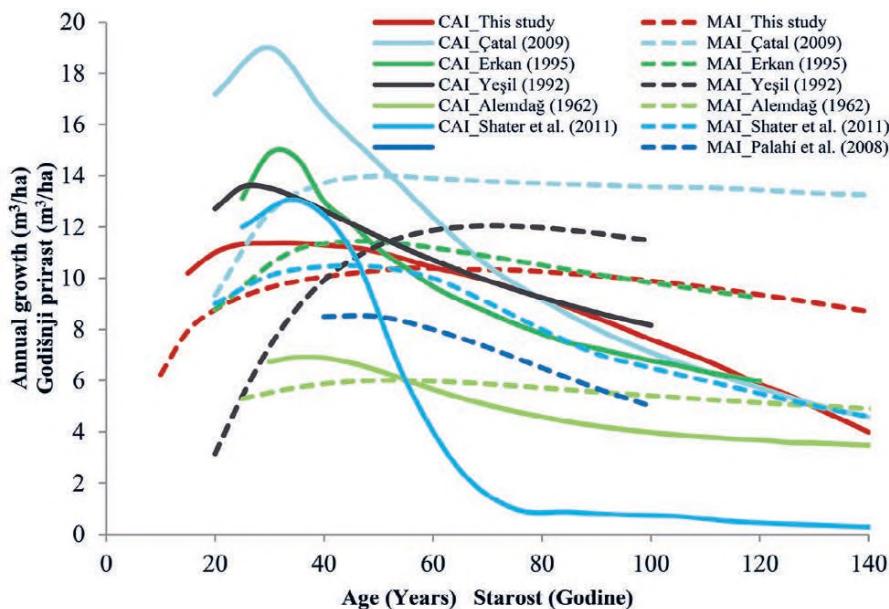


Figure 8. Comparison of current (CAI) and mean annual volume increment (MAI) for Calabrian pine in good site (SI: 27 m) and normal stand density (SD: 8.0)

Slika 8. Usporedba tečajnog (CAI) i prosječnog godišnjeg volumenog prirasta (MAI) za kalabrijski bor na dobrom staništu (SI: 27 m) i normalnoj gustoći sastojine (SD: 8,0)

total stand volume values were greater than Yeşil's (1992) findings until 40 years of age and were lower than to the values reported by Yeşil (1992), and Çatal (2009) after 40 years of age (Figure 7b). Values reported for age 60 for the total stand volume were 358.7 m^3/ha in Alemdağ (1962), 622.0 m^3/ha in this study, 670.9 m^3/ha in Erkan (1995), 712.0 m^3/ha in Yeşil (1992) and 857.6 m^3/ha by Çatal (2009).

CAI tends to increase up to a certain age and then decreases sharply with increasing age of stands in all studies. CAI by Alemdağ (1962) was consistently lower than all other stud-

ies up to age 55, while the values determined by Shater *et al.* (2011) were smaller after 55 years for good site. The value CAI determined in this study was larger than that determined by Alemdağ (1962), Erkan (1995), Shater *et al.* (2011) after 50 years and by Çatal (2009) after 80 years for good site (Figure 8). The MAI tends to increase and reach a maximum up to a certain age and then slowly decrease or remain almost the same over time. The age at which the maximum MAI was reached was 40 years in Palahí *et al.* (2008), 50 years in Erkan (1995) and Shater *et al.* (2011), 55

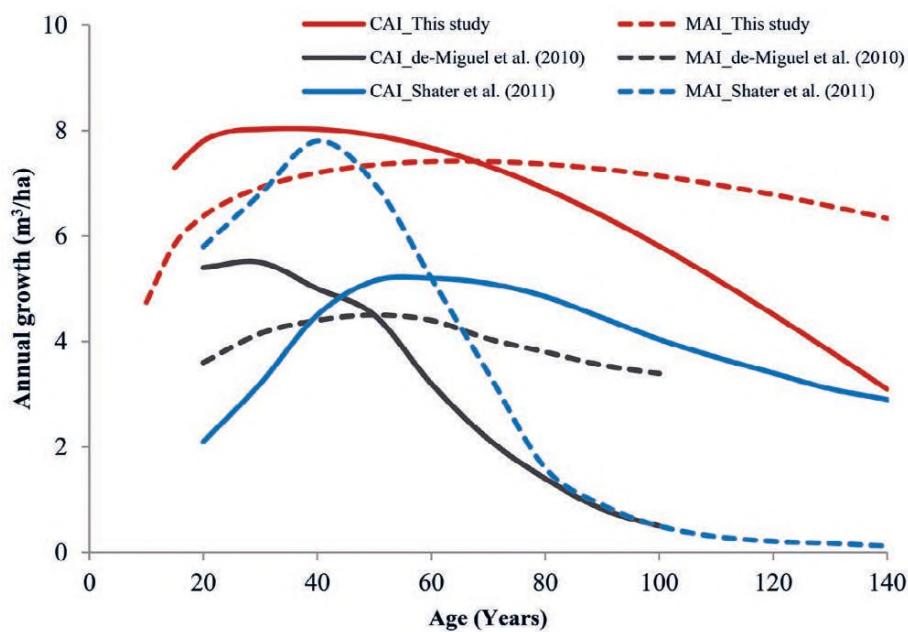


Figure 9. Comparison of current (CAI) and mean annual volume increment (MAI) for Calabrian pine in medium site (SI: 20 m) and normal stand density (SD: 8.0)

Slika 9. Usporedba tečajnjog (CAI) i prosječno godišnjeg volumenog prirasta (MAI) za kalabrijski bor na srednjem položaju (SI: 20 m) i normalnoj gustoći sastojine (SD: 8,0)

years in Alemdağ (1962), Yeşil (1992) and Çatal (2009), and 60 years in this study, respectively for good site (Figure 8).

Figure 9 compares the current and mean annual volume increment of Calabrian pine stands of this study in the medium class site index and at normal density with some earlier researchers (de-Miguel et al. 2010; Shater et al. 2011). The MAI and CAI values found for medium site in this study (SI:20 m) were much greater than those found in the de-Miguel et al. (2010)'s (SI:19 m) and Shater et al. (2011)'s (SI:18 m) studies (Figure 9). The maximal MAI was reached at 65 years for our study ($7.42 \text{ m}^3/\text{ha}$) while it was reached at 50 years for de-Miguel et al. (2010) ($4.5 \text{ m}^3/\text{ha}$) and 60 years for Shater et al. (2011) ($5.2 \text{ m}^3/\text{ha}$) (Figure 9).

Yaprak (1977) and Soykan (1978) examined the economic analysis of the Calabrian pine to determine the rotation period in Türkiye. According to Yaprak (1977), the goal of managing and operating the forests of Calabrian pine is to produce high-quality or thick-diameter products that are both accurate and cost-effective, but also have the highest volume possible to meet the demands of the growing forest products industry. The overall average volume increase also reached its maximum at this time. Soykan (1978) reported that the rotation periods must be established as 50, 60, and 70 years based on the information from the current income tables, and the technical maturity rotation age for the Calabrian pine. The administration period for Calabrian pine stands in the Eastern Mediterranean (Syria and Lebanon) was determined by de Miguel Magana (2014) to be 40, 49, and 71 years for the medium and bad site index classes. The

General Directorate of Forestry (2008) changed its policy after 2004 by allowing each forest enterprise directorate to determine its own administration period for conditions such as operating objectives and priorities, silvicultural needs, the requirements of the market, and the marketing facilities, and other services of forests for Calabrian pine stands. However, the most current administration period for Calabrian pine stands is 60-80 years in manufacturing purposes and 100 years for protection function purposes (General Directorate of Forestry, 2008).

CONCLUSIONS

ZAKLJUČAK

In this study, increment and growth models were established for pure Calabrian pine only stands in the central Mediterranean Region (Antalya and Mersin provinces). The stand models for Calabrian pine stands were developed as density-dependent yield tables. Using regression equations in the density-dependent yield tables, it was possible to compute the quadratic mean diameter, quadratic mean height, number of trees per hectare, basal area, and volume of standing trees of the stand as a function of stand age, SI, and stand density. Five-year age intervals, five levels of stand density, and three classes of SI were used to present the change in the elements of the density-dependent yield tables connected to standing and removed trees of the stands. While the number of trees in the stand declines with increasing tree age, the total stand volume increases with increasing tree age, SI quality, and stand density (Figure 4

and Table 3). Between the ages of 30 and 50, CAI typically increases, achieves its peak, and then declines across all SI and density classes, however it continues to rise with rising SI quality and stand density. Between the ages of 55 and 60 for SI class I, 65 and 70 for SI class II, and 70 and 75 for SI class III, MAI rises and achieves its maximum, after which it falls throughout density levels. Similar to CAI, MAI rises consistently as stand density and SI quality rise.

To ascertain the Calabrian pine's rotation period in Turkey, according to Yaprak (1977) and Soykan (1978), the rotation times should be set at 50, 60, and 70 years based on data from the present income tables and the Calabrian pine's technical maturity rotation age. We concluded that as many specialists (Gezer, 1985; Richardson, 1998; Awada et al. 2003; Boydak, 2004; Boydak et al. 2006; de Miguel Magana, 2014) claim that the rotation length would be at an age of no more than 60 years for the managed Calabrian pine stands with medium efficiency. Each forest enterprise directorate, however, may choose its own administration period for factors like operational goals and priorities, silvicultural requirements, market demands, and needs for marketing infrastructure and other forest services as the current laws permit.

Acknowledgement: We would like to thank the entire project team and our colleagues and staff at the Antalya and Mersin Regional Directorates of Forestry.

Declaration of Interests: The authors declare that there is no conflict of interest.

Funding: This research was supported by the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK-TOVAG Project Number: 112O808; Project name: Yield Studies in Pure Calabrian Pine Stands in Antalya and Mersin Regions) (Turkey).

REFERENCES

LITERATURA

- Akaike, H. 1974: A new look at the statistical model identification IEEE Trans. Automat. Control, 19(6):716-723.
- Akalp, T., 1978: Yield research in Oriental spruce (*Picea orientalis* L. Carr) stands of Turkey. Ph.D. Thesis. Graduate School of Natural and Applied Sciences. İstanbul University, Turkey, 169 pp.
- Alemdağ, İ.Ş., 1962: Development, yield and management rules of Red pine (*Pinus brutia* Ten.) Forests in Turkey. Forest Research Institute. Technical bulletin. Nr: 11. Ankara, 160 pp.
- Asan, Ü., 1998. Administrative periods and objective diameters in functional planning. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 48(1-2-3-4), 23-40.
- Awada T, Radoglou K, Fotelli MN, Constantinidou HIA (2003): Ecophysiology of seedlings of three Mediterranean pine species in contrasting light regimes. Tree Physiol 23:33–41.
- Baskerville, G., 1972: Use of Logarithmic Regression in The Estimation of Plant Biomass. Canadian Journal of Forest Research 2: 49–53.
- Boydak M., 2004: Silvicultural characteristics and natural regeneration of *Pinus brutia* Ten.—a review. Plant Ecol 171:153–163.
- Boydak, M., H. Dirik, and M. Calikoglu, 2006: Biology and Silviculture of Turkish Red Pine (*Pinus brutia* Ten.). Forestry Development and Forest Fire Support Services Foundation Publication, Ankara, Turkey, 253 p.
- Çatal, Y., 2009: Increment and growth in Brutian pine (*Pinus brutia* Ten.) stands of West Mediterranean region. PhD Thesis, Graduate School of Natural and Applied Sciences. Süleyman Demirel University, Isparta, Turkey. 281 pp.
- Chapman, H.H. and Meyer, W.H., 1949: Forest Mensuration, McGraw-Hill Book Company, Inc.
- Cieszewski C.J. and Bella I.E., 1989: Polymorphic height growth and site index curves for Lodgepole Pine in Alberta. Can J For Res 19:1151–1160.
- Cieszewski, C.J., 2000: Analytical Site Index Solution for the Generalized Log-Logistic Height Equation. For Sci., 46: 291–296.
- Cieszewski, C.J., 2001: Three Methods of Deriving Advanced Dynamic Site Equations Demonstrated on Inland Douglas-Fir Site Curves. Canadian Journal of Forest Research, 31(1): 165–173.
- Cieszewski, C.J., 2004: GADA Derivation of Dynamic Site Equations with Polymorphism and Variable Asymptotes from Richards to Weibull and Other Exponential Function. Plantation Management Research Cooperative, 10 p., Athens.
- Curtis, R. O. 1982: A simple index of stand density for Douglas-fir. Forest Science, 28(1), 92-94.
- Curtis, R.O., G.W. Clendenan, D.J., Demars, 1981: A New Stand Simulator for Coast Douglas-Fir: DFSIM Users Guide: U.S. Forest Service General Technical Report PNW-128.
- de Miguel Magaña, S., 2014. Growth and yield modelling for optimal multi-objective forest management of eastern Mediterranean *Pinus brutia*. Dissertationes Forestales 170. 57 p. Doi:10.14214/df.170.
- de-Miguel, S., T., Pukkala, Z., Shater, N., Assaf, B., Kraïd, M., Palahí, 2010: Models for simulating the development of even-aged *Pinus brutia* stands in Middle East. Forest Systems, 19:449–457.
- Erkan, N., 1995: Simulation of stand development in Calabrian pine. PhD Thesis, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Istanbul University, Istanbul, Turkey. 124 pp.
- Erkan, N., Uzun, E. and Baş, M.N., 2002. Economic analysis of the Calabrian pine plantations for the wood production purposes. Western Mediterranean Forestry Research Directorate, Technical Bulletin 17, Antalya
- General Directorate of Forestry, 2008. 2008 Sustainable Forest Management Criteria and Indicators Report. Ministry of Environment and Forestry, General Directorate of Forestry, Ankara, 141 p.
- General Directorate of Forestry, 2021: Forests of Turkey 2020. Turkish General Directorate of Forestry Publications. Ankara, Turkey. ISBN 978-605-7599-68-1
- Gezer, A., 1985. The silviculture of *Pinus brutia* in Turkey. In: CIHEAM, Le pin d'Alep et le pin brutia dans la sylviculture méditerranéenne, Options Méditerranéennes, Série Etudes, Paris, 86(1):55–66.

- Goelz, J.C.G. and Burk, T.E., 1992: Development of a Well-Behaved Site Index Equation: Jack Pine in North Central Ontario. *Can. J. For. Res.*, 22(6): 776-784.
- Kahriman, A, T, Sönmez, Kv, Gadow, 2018: Site index models for Calabrian pine in the central Mediterranean region of Turkey. *Journal of Sustainable Forestry* 37 (5):459-474. Doi:10.1080/10549811.2017.1421086.
- Kahriman, A., L. Altun, E. GÜVENDİ, 2016a: Determination of stand structure in even-aged Oriental Beech Forests in Turkey. *Bosque* 37(3): 557-569. Doi: 10.4067/S0717-92002016000300013.
- Kahriman, A., T, Sönmez, M., Yavuz, A., Şahin, S., Yılmaz, M., Uzun, G., KumAŞ, Y., Genç, 2016b: Yield Studies on Antalya and Mersin Region Pure Calabrian Pine Stands. (TÜBİTAK-TOVAG Project, Project Nr: 112O808), Artvin Çoruh University, Faculty of Forestry, Artvin.
- Kalıpsız, A., 1984: Dendrometer. Istanbul University Faculty of Forestry Publication No: 3194/354. 406 pp.
- Karaca, İ., 2012: Comparisons of brutian pine yield tables estimations on pure, even- aged and natural Brutian pine (*Pinus brutia* Ten.) stands in Burdur region. MSc Thesis. Graduate School of Natural and Applied Sciences. Süleyman Demirel University, Isparta, Turkey. 66 pp.
- Kitikidou, K., P. Petrou, E., Milius, 2012: Dominant height growth and site index curves for Calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) in central Cyprus. *Renew Sustain Energy Rev* 16: 1323-1329. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.10.010>.
- Krumland, B. and Eng, H. 2005: Site Index Systems for Major Young-Growth Forest and Woodlands Species in Northern California. California Forestry Report No. 4. Sacramento, CA: Calif. Dept. of Forestry and Fire Protection. 219 p.
- Laar, A.V., A., Akça, 2007: Forest Mensuration. ISBN: 978-1-4020-5990-2. Published by Springer, Netherlands. 383 p.
- Özçelik, R., H. Altinkaya, 2019: Comparison of tree volume equations for brutian pine stands in Eğirdir district. *Turkish Journal of Forestry* 20 (3). 149-156. Doi: 10.18182/tjf.566019.
- Öztürk, A., Türker, M.F., 1998. Capital analysis of the State Forest Enterprises (Case studies of Artvin and Ardanuç State Forest Enterprises). *Journal of Eastern Anatolia Forestry Research Directorate*, 2: 45-62.
- Öztürk, A., Türker, M.F., 2000. Calculation of tariff price and its evaluation in view point of forestry exploitation. *Journal of Eastern Anatolia Forestry Research Directorate*, 3: 46-63.
- Palahí, M., T. Pukkala, D. Kasimiadis, K. Poirazidis, A.C. Papageorgiou, 2008: Modelling site quality and individual-tree growth in pure and mixed *Pinus brutia* stands in north-east Greece. *Ann For Sci* 65(5). doi: 10.1051/forest:2008022.
- Pretzsch, H., 2009: Forest dynamics, growth and yield from measurement to model. Springer International, Berlin, Germany, 664 pp.
- Richardson DM (1998) Ecology and biogeography of *Pinus*. Cambridge University Press, Cambridge, 527 p.
- Şahin, A., 2015: Yield research in Calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) stands of Mersin region. PhD Thesis. Graduate School of Natural and Applied Sciences. Artvin Çoruh University, Artvin, Turkey. 331 pp.
- Shater, Z., S. de-Miguel, B. Kraid, T. Pukkala, M. Palahí, 2011: A growth and yield model for even-aged *Pinus brutia* Ten. stands in Syria. *Annals of Forest Science* 68(1): 149- 157. <http://dx.doi.org/10.1007/s13595-011-0016-z>.
- Sönmez, T, A. Kahriman, A. Şahin, M. Yavuz, 2016: Biomass Equations for Calabrian Pine in the Mediterranean Region of Turkey. *Şumarski list* 140 (11-12): 567-576.
- Soykan, B., (1978): Some opinions about the administration periods and the latest practices in Turkey. Blacksea Technical Univ., Faculty of Forestry Journal, 1(1): 107-133.
- SPSS Institute Inc., 2010: IBM SPSS Statistics 19 Core System User's Guide. SPSS Programming and Data Management. 426 pp.
- Suliman, T., Berger, U., Van der Maaten-Theunissen, M., Van der Maaten, E. and Ali, W., 2021: Modeling dominant height growth using permanent plot data for *Pinus brutia* stands in the Eastern Mediterranean region. *Forest Systems*, 30(1): eSC03-eSC03.
- Vanclay, J.K., 1994: Modelling Forest Growth: Applications To Mixed Tropical Forests. CAB International, Department of Economics and Natural Resource. Royal Veterinary and Agricultural University. Copenhagen, Denmark, Wallingford, UK. 312 s.
- Weiskittel, A.R., D.W. Hann, J.A. Kershaw, J.K. Vanclay, 2011: Forest growth and yield modeling, 2nd ed, Wiley-Blackwell, Chichester, UK.
- White, K. J., 1992: The Durbin-Watson test for autocorrelation in nonlinear models. *The Review of Economics and Statistics*, 370-373.
- Yaprak, K., 1977: Economic Analysis of Calabrian pine. Ministry of Forestry, General Directorate of Forestry, No: 618 (14), Ankara, Turkey. 182 pp.
- Yavuz, H., N. Mısı̄r, A. Tüfekcioğlu, L. Altun, M. Mısı̄r, İ. Ercanlı, O. E. Sakıcı, A. Kahriman, Ü. Karahalil, M. Yılmaz, T. Sarıyıldız, M. Küçük, G. Meydan, Ş. Bayburtlu, F. Bilgili, A. C., Aydin, Ö., Kara, İ. Bolat, A. Usta, 2010: Construct of mechanistic growth models and estimate of biomass and carbon storage for pure and mixed Scotch pine (*Pinus sylvestris* L.) stands in Black Sea Region, Blacksea Technical University, Trabzon, Turkey, TÜBİTAK Research Project, Report No: 106O274, 318 pp.
- Yeşil, A., 1992: Development of different stand density and site quality of Calabrian pine stands by age. Ph.D. Thesis. Graduate School of Natural and Applied Sciences. Istanbul University, Istanbul. 179 pp.

SAŽETAK

Modeli rasta sastojina potrebni su za različite prakse u šumarstvu, ponajprije planove gospodarenja i studije uzgoja šuma. Cilj ove studije bio je stvoriti modele na razini sastojina za jednodobne, čiste i prirodne sastojine kalabrijskog bora u središnjem mediteranskom području Turske. Područje istraživanja sastoji se od čistih i prirodnih sastojina kalabrijskog bora, smještenih unutar granica regionalnih uprava za šumarstvo Antalije i Mersina u središnjoj mediteranskoj regiji Turske. Podaci su prikupljeni s 486 privremenih ploha razasutih diljem regije. Dva stabla (dominantno stablo i stablo

koje predstavlja kvadratni srednji promjer sastojine) izmjerena su na svakoj plohi, dajući 972 stabla. Podaci su pokazali da je starost varirala od 6 do 135 godina, indeks staništa (SI) od 8,5 do 33,5 m, a gustoća od 0,3 do 12,4. Prirasno-prihodne tablice ovisne o gustoći generirane su korištenjem regresijskih jednadžbi na temelju starosti sastojine, SI i gustoće sastojine s pojedinačnim, dvofaktorskim i trofaktorskim interakcijskim učincima. Optimalno razdoblje ophodnje koje bi rezultiralo najvećim prinosima za čiste sastojine kalabrijskog bora može se odabratи kao 60, 65 i 75 godina za SI klase I, II, odnosno III. Razvijeni modeli rasta sastojine (tj. Prirasno-prihodne tablice ovisne o gustoći) slagali su se s temeljnim zakonima rasta i podacima prikazanim u literaturi.

KLJUČNE RIJEČI: modeli sastojina, Prirasno-prihodne tablice ovisne o gustoći, kalabrijski bor, gustoća, generalizirani algebarski diferencijski pristup (GADP).

EVALUATING THE CARBON MONOXIDE EMISSION FROM CHAINSAW EXHAUST OUTLET

PROCJENA EMISIJE UGLJIČNOG MONOKSIDA IZ ISPUŠNOG OTVORA MOTORNE PILE

Sercan GULCI^{1*}, Neşe GULCI¹, Dalia ABBAS², Hasan SERIN³, Kivanç YUKSEL¹, H. (001)

SUMMARY

In many countries, two-stroke chainsaws have been actively used in forest operations. Chainsaw operators are exposed to harmful gases and particulates generated by the exhaust of the two-stroke hand-held chainsaw. In this study, carbon monoxide (CO) parts per million (ppm) exposure of operators working with a chainsaw at 1900-2000 revolutions per minute (rpm) was investigated by mixing oil-fuel at a ratio of Society of Automotive Engineers (SAE) 10W motor oil (2.5%) and 95-octane unleaded gasoline. To investigate the presence of CO at a short distance, the relationship between exposure time and distance from the source were divided into groups. The result of the statistical analysis has shown that the average amount of CO emitted from the chainsaw was 1683 ppm at a distance of 0 (± 4 cm) cm, 343.6 ppm at a 10 cm distance, 252.3 ppm at a 20 cm distance and 86.5 ppm at a 30 cm distance. The analysis of variance, according to the distance, has shown the amount of CO (ppm) to be statistically significant ($p < 0.05$). If the chainsaw operator is working very close to the chainsaw, CO exposure will be observed, which translates to a negative impact on their health and work efficiency. Therefore, training should be conducted to increase the awareness of the proximity to the chainsaw and the operators and the importance of using personal protective equipment. In addition to training support, the use of the new generation of chainsaw engines should also be encouraged and promoted to minimize CO emissions.

KEY WORDS: Forestry, timber production, two-stroke gasoline engine, emissions exposure, carbon monoxide, operator health

INTRODUCTION

UVOD

In countries with difficult terrain conditions, chainsaws are commonly being used in forestry production activities. Chainsaws, have been used in forestry since the 1960s, are used effectively and efficiently in timber production for tree felling, removing branches, bucking and debarking (Eker

et al. 2011; Gülcı et al. 2016; Russell and Mortimer 2005). Further research is underway to develop alternative tools to chainsaws. Recent alternatives include the use of debarkers “moto-debarker” instead of the conventional chainsaw (Şefik and Eker 2019), and a chainsaw powered by a lithium-ion battery (Neri et al. 2018; 2022; Pandur et al 2021). However, to date, no alternative power saw system has been

¹ Sercan GULCI (Assoc. Prof. Dr.), Neşe GULCI (Assist. Prof. Dr.), Hasan SERIN (Prof. Dr.), Kivanç YUKSEL (Res. Assist.), H. Hulusi ACAR (Prof. Dr.), Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry, Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Kahramanmaraş, Türkiye, 46050

² Department of Environmental Sciences, American University, Washington, DC, USA, 20016-8007

³ Department of Forest Industrial Engineering, Faculty of Forestry, Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Kahramanmaraş, Turkey, 46050

⁴ Department of Occupational Health and Safety, Faculty of Health Sciences, İstanbul Yeni Yüzyıl University, İstanbul, Turkey, 34010

*Corresponding author e-mail: sgulci@ksu.edu.tr

used that can compare to the high performance and pros of existing two-stroke hand-held chainsaws in timber production.

The chainsaw is used as an important forestry tool due to its powerful two-stroke engine, lightweight and ergonomic design, and continues to exist in timber production in mountainous terrains. Although these powerful tools are very useful and ergonomic, they are full of rules to be considered in terms of occupational health and safety. Hence, considering the intensity of the use of chainsaws in forestry, research on occupational health and the effects of chainsaws on operators has been growing (Iftime et al. 2022).

There are various factors that affect the health and safety of chainsaw operators working in open areas and difficult terrain conditions. According to the International Labor Organization (ILO), in terms of occupational health and safety, forestry activities pose among the highest risks and most hazardous in terms of accidents (Acar and Şentük 1999; ILO 2011). As a result, legislation and research on worker health and safety issues began to become more and more important. In this way, it has become a priority to make sure that workers operate in safe and healthy conditions; preventing or minimizing exposure to occupational accidents or occupational diseases (Acar and Üçüncü 2020).

In the area of operator health and safety, the noise (Tunay and Melemez 2008; McLain et al. 2021; Akay et al. 2022), dust (Dimou et al. 2020), and vibration (Tunay and Tuna 2015; Landekić et al. 2020), and the risk of musculoskeletal disorders (Cheja et al., 2018) that forest workers are exposed to while using chainsaws are the important research topics. Exposures and their effects have been observed and confirmed through previous research. Chainsaw operator exposure to the exhaust gases of chainsaws with two-stroke engines, which use fossil-derived fuels, is one of the most critical issues because the chainsaw operator exposed to the exhaust gas may face respiratory diseases. (Iftime et al. 2022).

In recent years, detailed studies have been conducted on dust and gas exposure related to other forest production tools (such as chainsaws) (Leszczyński 2014; Hooper et al. 2017; Marchi et al. 2017; Dimou et al. 2019; Dimou et al. 2020; Taş and Akay, 2022). Neri et al. (2016) evaluated the exposure of harmful gases emitted by chainsaws in different fuel types to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) and BTEX (benzene, toluene, ethylene, and total xylene). Volckens et al. (2007) investigated the values of carbon monoxide (CO), carbon dioxide (CO₂), nitrous oxide (NO), hydrocarbons (HC), particulate matter (PM2.5), and sulfur dioxide (SO₂) produced by different amount of fuel mixtures used in two-stroke engines such as chainsaw. The main adverse effects suffered by chainsaw operators are vibration and noise, as well as exposure to carbon monoxide in the emit-

ted exhaust gases (Arnold and Parmigiani 2015). Due to the incomplete combustion process of a two-stroke engine with internal combustion, different amounts of CO gas are produced. In other words, the combustion process in a two-stroke engine may not be fully realized, and as a result, CO and CO₂ gases are expected to be emitted from exhaust outlet in different concentrations. Therefore, it is critical to understand the CO exposure limit, which is an odorless, tasteless, colorless, and short-lived harmful gas that exists in various gases discharged from the exhaust (EU 1995).

Although new brands or engines have been developed for chainsaws, traditional two-stroke engine powered saws are still very commonly used in logging operations (not only logging, cut to length, pruning and peeling but also winching) in many countries. In previous studies, the measured values of exhaust gas released when cutting the trees with different brands of chainsaws were presented. CO exposure measurement studies conducted on chainsaw operators estimated different concentration values and limits. According to Leszczyński (2014), the short-term exposure value is determined to be 110 ppm (127 mg/m³). In another study, the operator's short-term exposure to CO with a chainsaw was determined to be 120 ppm (Baldauf et al., 2006). Operators of chainsaws may be exposed to high concentrations (400 ppm) of CO in a short period of time (Bünger et al. 1997). A recent study conducted by Dimou et al. (2019) indicated that the average CO concentration of three different types of chainsaws in the operator's breathing zone reached 88.32 ppm in open area.

This study evaluated and measured the amount of CO that an operator might inhale when temporarily approaching an idling chainsaw when the chain brake is open. Hence, the carbon monoxide exposure value of the chainsaw operator from the exhaust gas was measured at different distance intervals up to 30 cm. An electronic gas sensor was used to obtain short-time interval CO ppm values from close-range distances from exhaust in an open area.

MATERIAL AND METHOD MATERIJAL I METODA

Study Area – *Područje istraživanja*

This study was conducted in a pine plantation in the southern part of the campus (Figure 1), Kahramanmaraş Sutcu Imam University (KSU), located in the Avsar campus in the eastern Mediterranean region of Türkiye. Measurements were done outdoors under normal weather conditions with gentle slope. The study area, which has a typical Mediterranean climate, has an altitude of 550 m. The measured air temperature, wind speed and relative humidity of work environment were at 28°C, 0.2-1 m/s and 68%, respectively.



Figure 1. Study area
Slika 1. Područje ispitivanja

Figure 2. Experimental study design of measuring CO from very close to the exhaust of chainsaw

Slika 2. Dizajn eksperimentalne studije mjerjenja CO vrlo blizu ispuha motorne pile

Used Equipment and Features – *Rabljena oprema i značajke*

In this study, the exhaust gas of a chainsaw was measured on the Castor 600i. The engine power is 2.2 kW and the engine volume is 59 cm³, which belongs to the light class chainsaw (Table 1). For safety reasons, the guide bar and cutting chain of the chainsaw were separated from the body. An iron frame mechanism was used to keep the chainsaw stable during work (Figure 2).

CO measurements were carried out with a low-cost Uni-T Ut337A brand CO meter. The CO meter gives measurement results in ppm (Table 2). The instrument used in the measurement does not have the ability to automatically save the measurements. If the maximum CO value exposed du-



ring the measurement exceeds the exposure limit specified according to a short-term exposure limit (STEL) and a time-weighted average (TWA), the measurement tool will issue a luminous warning.

Uni-T UT373 is a mini tachometer was used to measure the rotation speed of engines and other technical equipment. Uni-T UT373 is a digital tachometer, which displays the measurement results in revolutions per minute (rpm) (Table 3).

Table 1. General specification of Castor 600i chainsaw
Tablica 1. Opće specifikacije motorne pile Castor 600i

Engine displacement/ Zapremina motora	59 cm ³
Engine power / Snaga motora	2.2 kW
Ignition plug / Svjećica za paljenje	Electronic RCJ7Y / Elektronički RCJ7Y
Tank volume / Volumen spremnika	550 cm ³
Weight / Masa	5.9 kg

Table 2. Technical specifications of the CO meter
Tablica 2. Tehničke karakteristike jeftinog CO mjerača

Sensor range / Raspon senzora	0-1000ppm
Resolution / Rezolucija	1 ppm
Sensor accuracy / Točnost senzora	±5% or 5 ppm
Respond Time / Vrijeme odgovora	<60s
Sensor / Senzor	Electro-chemical / Elektrokemijski
Sample mode / Način uzorka	Dispersive / Disperzivan

Table 3. Technical specifications of mini digital non-contact laser tachometer
Tablica 3. Tehničke specifikacije mini digitalnog beskontaktnog laser tahometra

Range / Raspon	10.0 – 9999.9 rpm
Accuracy / Preciznost	±(0.04%+2)
Sensor type / Vrsta senzora	Photodiodes and laser tubes / Fotodiode i laserske cijevi
Battery / Baterija	3 x 1.5V batteries (AAA) / 3 x 1,5V baterije (AAA)
Target distance / Ciljna udaljenost	50 mm – 200 mm

A tachometer was used to show the engine speed during operation. Chainsaw fuel was supplied from a company that is in easy access to operators, has a widespread gas station and offers fuel analysis to consumers. The type of SAE 10W synthetic engine oil recommended by the chainsaw manufacturer was used. Again, the mixture ratio of the 1 part oil to 40 parts petrol was prepared with the help of a scale at recommended values. The measurement was started after 15 minutes of warm-up to reach the desired temperature.

METHOD METODA

In this study, the proximity of the chainsaw operator to the chainsaw is considered during working on the slopes (Fig-

ure 3). The measurement values of CO were sampled at the shortest possible distance ± 4 cm, 10 cm, 20 cm and 30 cm away from the exhaust outlet of the chainsaw considering the head location of chainsaw operator. Measurement studies were carried out on the upper part of the first exit point of the exhaust gas.

The idling speed of the chainsaw was constantly tried to be kept between 1900 and 2200 rpm. Measurements were made by reading data directly from the electronic gas sensor display. Fifteen minutes of measurements were taken for each distance interval between the chainsaw and the operator. For each measurement distance, the duration of measurement was 15 minutes, and the sampling interval was one second. Therefore, the total measurement time for



Figure 3. The moment of exposure to emitted exhaust gases from the chainsaw for an operator using low-standard work safety equipment (a: tree felling with chainsaw, b: debarking with chainsaw)

Slika 3. Trenutak izloženosti emisiji ispušnim plinovima iz motorne pile za operatera koji koristi zaštitnu opremu niskog standarda (a: rušenje stabla motornom pilom, b: skidanje kore motornom pilom)

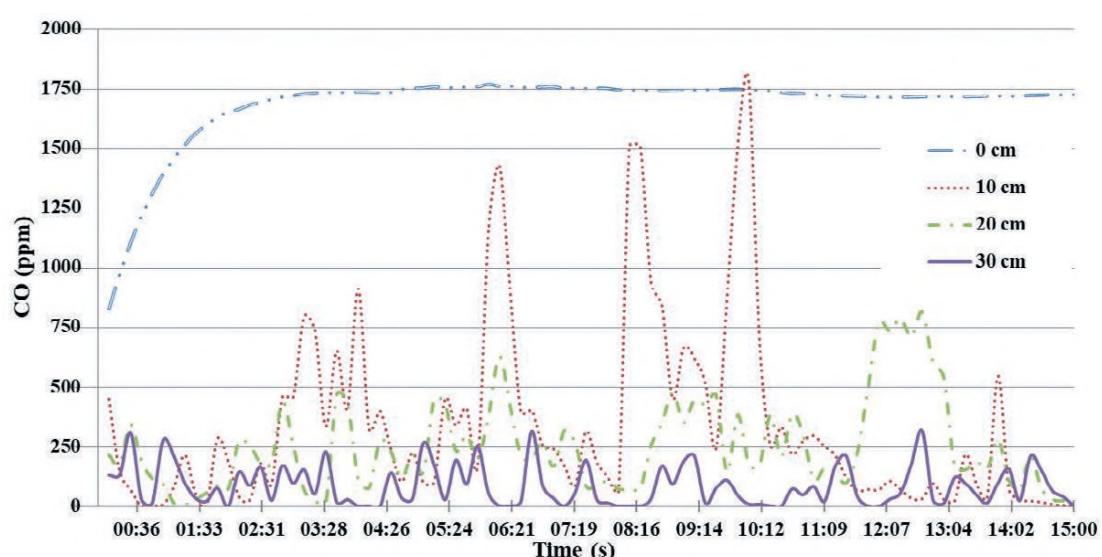


Figure 4. Characteristics of CO exposure to chainsaw operator

Slika 4. Karakteristike izloženosti rukovatelja motornom pilom CO

Table 4. Data groups

Tablica 4. Grupe podataka

Main groups / Glavne skupine	Distances (cm) / Udaljenosti (cm)	Subgroups (minute) / Podskupine (minuta)
1	0	5
		10
		15
2	10	5
		10
		15
3	20	5
		10
		15
4	30	5
		10
		15

all four distances was one hour. A total of 360 sample measurement values were obtained by taking the arithmetic mean of the values of each 10 seconds for the measurement period (Figure 4). The data of carbon monoxide from the chainsaw's exhaust was measured while the engine was idling at each measurement. Display screen of measuring instrument were recorded using a cell phone camera (Figure 2). The recorded measurements were read from the video recording screen and were tabulated in MS Excel in the office environment.

Statistical analysis – Statistička analiza

The amount of CO emitted from the exhaust of the chainsaw is divided into 4 main classes according to the distance and 12 subgroups according to the exposure time (Table 4). Then, the relation between the amount of CO of the chainsaw and the distances and the exposure time was examined with a One-Way ANOVA at a significance level of 0.05. The difference between the averages was evaluated by Duncan's multiple comparison test. To study the relationship between variables, statistical calculations were performed by using the SPSS software package using Pearson correlation test (SPSS 2012).

Table 5. Variance analysis results between the operator's distance to chainsaw exhaust and the amount of CO exposure

Tablica 5. Rezultati analize varijance izmedu operatera i motorne pile te količini izloženosti CO

Distance group / Grupa udaljenosti	N	Mean / Prosjek	Std. Deviation / Std. Odstupanje	Duncan Analysis / Duncan Analiza	Minimum / Najmanje	Maximum / Najviše
1	90	1683.04	162.48	D	826.00	1769.00
2	90	343.58	393.85	C	1.00	1784.00
3	90	252.34	192.86	B	8.00	813.00
4	90	86.49	85.42	A	.00	316.00

RESULTS

REZULTATI

Results of variance analysis indicated significant differences between the operator's distance to CO gas and the amount of CO gas exposure. In addition, CO exposures showed a statistically homogeneous distribution ($p < 0.05$). While the average CO gas exposure was the highest (1683.04 ppm) at 0 cm = 1, it gradually decreased as the distance increased (Table 5). According to Duncan's multiple comparison test results, the operator was exposed to CO gas at the highest rate (1693.04 ppm-D) at 0 cm. As the distance increases, the average amount of CO exposed have decreased from 10 cm (343.58 ppm-C) to 20 cm (252.34 ppm-B) and 30 cm (86.49 ppm-A), respectively. The operator was exposed to CO gas at a minimum close-range distance of 30 cm.

There is a significant difference between distance and CO exposure time at the 95% confidence level. According to the results of the analysis of variance, the amount of CO gas in the first 10 minutes (Group 2) was the highest when exposed to CO gas at 0 cm (Table 5). The same happens when exposed from a distance of 10 cm. In the first 5 minutes, the operator was exposed to the lowest amount of CO gas from 20 cm, but as time increases, the amount of CO gas increase. Considering the CO exposure measurements at a distance of 30 cm from the exhaust outlet, the CO emissions of the chainsaw were higher in the first 5 minutes, while the average amount of CO decreased after the first 5 minutes (Table 6). The reason why the amount of gas exposure decreases in the opposite direction as time increases is because the measurement is carried out under open weather conditions and is affected by wind speed. According to Duncan's multiple comparison test results, the operator can be exposed to CO equally and at the highest rate (F) in groups 2 and 3, while groups 12, 11, 10, 6 and 7 were exposed to CO at the same degree and at the lowest rate (A) (Table 6).

A correlation test was also conducted to determine the relationship between the distance to exhaust and the amount of CO exposed and the duration of exposure (Figure 5). According to the results, it is found that there is a very strong

Table 6. The result of the One-Way ANOVA analysis of the difference between the time the operator is exposed to carbon monoxide and the amount of exposure

Tablica 6. Rezultat jednosmjerne ANOVA analize razlike između vremena u kojem je operater bio izložen ugljičnom monoksidu i količine izloženosti

Subgroup / Podskupina	N	Mean / Prosjek	Std. Deviation / Std. Odstupanje	Duncan Analysis / Duncanova Analiza	Minimum / Najmanje	Maximum / Najviše
0 cm – 5 min	30	1575.87	250.21	E	826.00	1754.00
0 cm – 10 min	30	1751.90	7.03	F	1742.00	1769.00
0 cm 15 min	30	1721.37	7.43	F	1713.00	1743.00
10 cm – 5 min	30	265.97	252.01	CB	1.00	911.00
10 cm – 10 min	30	621.57	507.82	D	62.00	1784.00
10 cm 15 min	30	143.20	164.13	A	3.00	696.00
20 cm – 5 min	30	172.27	129.39	BA	8.00	468.00
20 cm – 10 min	30	281.07	149.19	CB	71.00	629.00
20 cm 15 min	30	303.70	254.83	C	21.00	813.00
30 cm – 5 min	30	99.07	90.69	A	.00	308.00
30 cm – 10 min	30	83.53	87.45	A	1.00	314.00
30 cm 15 min	30	76.87	79.07	A	.00	316.00

statistical inverse relationship between distance and CO exposure (-0.80^{**}). As the distance increases, the CO exposure decreases. A statistically strong relationship was found between exposure time and exposure at a distance of 0 cm (x_2) and 20 cm (x_4) to CO gas ($x_2=0.37^{**}$ and $x_4=0.28^{**}$), and an inversely insignificant relationship was found between exposure time and exposure at a distances of 10 cm (x_3) and 30 cm (x_5). In short, although the amount of exposure to CO gas was the lowest at a distance of 0 cm and 20 cm in the first 5 minutes, it was observed to increase with time. Contrary to 0 cm and 20 cm, the statistical results of the trend are different at 10 cm and 30 cm. It can be considered that the measurement at a distance of 10 cm and 30 cm is due to the wind factor (air flow) effect caused by the open air and the sensitivity of the measuring instrument.

Generally, chainsaw operators perform work of felling trees in difficult terrain conditions. In the process of felling trees, sometimes operators may approach the chainsaw in a short period of time to enter the breathing zone. There may be high CO exposure limits at that time. Therefore, a large amount of CO exposure detect in a short period of time during the work period in forest.

DISCUSSION RASPRAVA

In the present study, when 15 minutes of average measurement data were obtained every 10 seconds from a distance of 10 cm, 20 cm and 30 cm, an average CO exposure of $227 \pm 5\%$ ppm was observed for short periods of time. When determining the concentration or limit value of CO exposure in the work environment, differences may occur. Due to the wind speed and direction, the posture of the worker, the environmental barriers, the measurement technology, the type of fuel, and engine technologies, CO exposure limits can be different.

It is necessary to evaluate the health problems caused by the operator who uses the chainsaw being exposed to CO and other factors (such as noise, vibration, dust and other chemicals) (Golmohammadi and Darvishi 2020). On the other hand, chainsaw operators who use low-standard work safety equipment are more likely to suffer from chronic fatigue than manual hauling workers (Yovi and Yamada 2019). CO exposure, which is another important factor for chronic health problems, needs more attention and comprehensive study. The results of comprehensive evaluation and medical tests can prove the level of impact of the chainsaw operator exposure to CO. Within the scope of this study, we used a low-cost CO meter to perform a 15-minute measurement at a distance of 30 cm and less. The results showed that the operator exposure to CO was higher than the legal limit for short-term exposure (EU 1995). Besides, among the instantaneous measurements are high-level CO exposure measurements, which can be very harmful for human health (Table 4, 5). In measurements made in open area, it was found that the operator could be exposed to higher values close

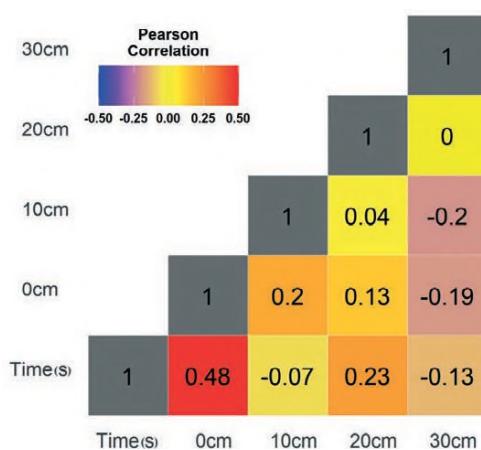


Figure 5. Summary of correlation test results

Slika 5. Sažetak rezultata testa korelacije

to the exhaust (30 cm) for a short period of time. Chainsaw operators do not have special personal protective equipment to prevent momentary exposure to carbon monoxide during forestry work. Therefore, it is appropriate to increase the level of knowledge of chainsaw operators about CO and other gasses exposure (Taş and Akay, 2022).

Environmental factors (such as temperature, humidity and wind) have an effect on the concentration of harmful gases emitted from the exhaust (Hooper et al. 2017; Dimou et al. 2019). Tight enclosure in the forest or weather conditions that limit the operator's work area will further increase the amount of short-term CO exposure (Nilsson et al. 1987; Bünger et al. 1997). It has been observed that the wind direction in the study area is not constant, and wind from different directions can affect the flow direction in the air and the gas released from the exhaust (Figure 4). Therefore, chainsaw operators are necessary to pay attention to the working position and the wind direction to reduce the CO exposure. Using a carburetor suitable for the chainsaw and always cleaning the air filter will reduce CO exposure (Wójcik and Skarżyński 2006). Considering that the production technology of the chainsaw used in this study is relatively old, compared with the chainsaw of the new technology, it may generate a lot of harmful gas emissions. However, chainsaws with new engine technology, engine maintenance and the type of fuel used are effective against increasing of harmful gases emitted by exhaust gas (Neri et al. 2016; Calantante et al. 2018).

Due to the use of a low-cost CO meter that performs integer measurements, precise decimal-level measurements could not be made at this study. Besides, it should be taken into account that the absence of chainsaw guide bars and cutting chains in the design of this study would have an impact on the results. In forest conditions, using a more professional gas meter would increase the budget of research. However, multi-dimensional analysis can also be performed by obtaining real-time data on environmental factors such as relative humidity, wind speed, and wind directions as well as CO measurement. Considering the data obtained from this study, the emission of CO from the exhaust of an idling two-stroke engine chainsaw is high enough to affect the health of operator.

CONCLUSIONS AND SUGGESTIONS ZAKLJUČAK I PRIJEDLOZI

During the timber production work, the chainsaw operator should not approach the idling chainsaw up to a distance of 30 cm and 20 cm in a way that it enters the personal breathing zone. The CO exposure generated by the chainsaw under idling (1900 to 2200 rpm) reaches a high value in a short time. When cutting the trees or stopping for more than 10 seconds for control purposes, the operator must not approach

the idling chainsaw in a way that it enters the personal breathing zone. Otherwise, the operator may be exposed to high CO for a short period of time. The chainsaw operator, who works very close to the chainsaw, is exposed to an average CO of $1683.04 \pm 5\%$ ppm at a 0 cm distance, $343.58 \pm 5\%$ ppm at a 10 cm distance, $252.34 \pm 5\%$ at a 20 cm distance, and $86.49 \pm 5\%$ ppm at a 30 cm distance. CO exposure decreases with increasing distance from the chainsaw. Analysis of variance, correlation analysis and homogeneity analysis were found to be statistically significant ($p < 0.05$).

Evaluating air flow direction as a guiding factor for the work environment will be a preventive factor for immediate high-value CO exposure. If the operator of the chainsaw cannot be prevented from being as far as 30 cm from the chainsaw, it is absolutely necessary to wear a special mask (personal protective equipment) to prevent from the CO gas. If it is not possible to wear a mask, at least two operators should be employed alternately during working hours. If there is only one chainsaw operator in the work environment, the frequency of breaks should be increased. In addition, not only education but also research on other energy types should be promoted, which will replace fossil-based fuels as fuel for two-stroke engines. By accounting for the CO emissions, it will be possible to contribute to health and safety of operators, while increasing the efficiency of production.

ACKNOWLEDGEMENTS PRIZNANJA

Authors would like to thank Forest Engineer İsmail K. Acembekiroğlu for his help in field work. The authors also wish to thank anonymous reviewers for their suggestions and comments, which led to an improved manuscript.

REFERENCES LITERATURA

- Acar, H.H., K. Üçüncü, 2020: İş sağlığı ve güvenliği. Nobel Tıp Kitabevi (In Turkish), 486 p. İstanbul, Turkey.
- Acar, H.H., N. Şentük, 1999: An investigation on forest workers' health in Artvin regional forest (Artvin yöresindeki orman işçilerinde işçi sağlığı üzerine bir araştırma). Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 49: 25–39.
- Akay, A. E., H.H. Acar, B. Kalkan, 2022: Using GIS techniques for modeling of anthropogenic noise propagation generated by a chainsaw in forest harvesting. Šumarski list, 146(7–8), 333–344.
- Arnold, D., J.P. Parmigiani, 2015: A study of chainsaw kickback. Forest Products Journal, 65: 232–238.
- Baldauf, R., C. Fortune, J. Weinstein, M. Wheeler, F. Blanchard, 2006: Air contaminant exposures during the operation of lawn and garden equipment. Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology, 16: 362–370.
- Bünger, J., F. Bomboesch, U. Mesecke, E. Hallier, 1997: Monitoring and analysis of occupational exposure to chainsaw exhausts. American Industrial Hygiene Association Journal, 58: 747–751.

- Calcante, A., D. Facchinetti, D. Pessina, 2018: Analysis of hazardous emissions of hand-operated forestry machines fuelled with standard mix or alkylate gasoline. Croatian Journal of Forest Engineering, 39: 109–116.
- Cheća, M., M.V. Marcu, S.A. Borz, 2018: Workload, exposure to noise, and risk of musculoskeletal disorders: a case study of motor-manual tree felling and processing in poplar clear cuts. Forests, 9: 300.
- Dimou, V., A. Kantartzis, C. Malesios, E. Kasampalis, 2019: Research of exhaust emissions by chainsaws with the use of a portable emission measurement system. International Journal of Forest Engineering, 30: 228–239.
- Dimou, V., C. Malesios, V. Chatzikostis, 2020: Assessing chainsaw operators' exposure to wood dust during timber harvesting. SN Applied Sciences, 2: 1–11.
- Eker, M., H.O. Çoban, H.H. Acar, 2011: Time study and productivity analysis of chainsaw mounted log debarker in southern pine forests of Turkey. African Journal of Agricultural Research, 6: 2146–2156.
- EU. 1995: Recommendation from the scientific expert group on occupational exposure limits for carbon monoxide. SEG/SUM/72. SCOEL (1995)
- Golmohammadi, R., E. Darvishi, 2020: The combined effects of occupational exposure to noise and other risk factors-a systematic review. Noise & Health, 21: 125–141.
- Gülçi, N., A.E. Akay, O. Erdaş, 2016: Investigation of timber harvesting operations using chainsaw considering productivity and residual stand damage: The Case of Bahçe Forest Enterprise Chief. Forestist, 66: 357–368.
- Hooper, B., R. Parker, C. Todoroki, 2017: Exploring chainsaw operator occupational exposure to carbon monoxide in forestry. Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 14: 1–12.
- Iftime, M.D., A.E. Dumitrescu, V.D. Ciobanu, 2022: Chainsaw operators' exposure to occupational risk factors and incidence of professional diseases specific to the forestry field. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, 28(1): 8–19.
- ILO. 2011: (International Labour Organization) Productive and safe work in forestry: key issues and policy options to promote productive, decent jobs in the forestry sector. Geneva, Switzerland, https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/-/-ed_emp/documents/publication/wcms_158989.pdf (accessed 26.10.2018)
- Landekić, M., M. Bačić, Z. Pandur, M. Šušnjar, 2020: Vibration levels of used chainsaws. Forests 11: 249.
- Leszczyński, K. 2014: The concentration of carbon monoxide in the breathing areas of workers during logging operations at the motor-manual level. International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health, 27: 821–829.
- Marchi, E., F. Neri, M. Cambi, A. Laschi, C. Foderi, G. Sciarra, F. Fabiano, 2017: Analysis of dust exposure during chainsaw forest operations. iForest Biogeosciences and Forestry, 10: 341–347.
- McLain, S.C., D.A. Autenrieth, X. Yang, W.J. Brazile, 2021: Noise exposures and hearing protector use at small logging operations. Small-scale Forestry, 20: 1–9.
- Neri, F., C. Foderi, A. Laschi, F. Fabiano, M. Cambi, G. Sciarra, M.C. Aprea, A. Cenni, E. Marchi, 2016: Determining exhaust fumes exposure in chainsaw operations. Environmental Pollution, 218: 1162–1169.
- Neri, F., A. Laschi, C. Foderi, F. Fabiano, L. Bertuzzi, E. Marchi, 2018: Determining noise and vibration exposure in conifer cross-cutting operations by using Li-Ion batteries and electric chainsaws. Forests 9: 501.
- Neri, F., A. Laschi, E. Marchi, E. Marra, F. Fabiano, N. Frassinelli, C. Foderi, 2022: Use of battery- vs. petrol-powered chainsaws in forestry: comparing performances on cutting time. Forests, 13: 683.
- Nilsson, C.A., R. Lindahl, A. Norström, 1987: Occupational exposure to chainsaw exhausts in logging operations. American Industrial Hygiene Association Journal, 48: 99–105.
- Pandur, Z., M. Šušnjar, M. Bačić, 2021: Battery technology – use in forestry. Croatian Journal of Forest Engineering, 42(1):135–148.
- Russell, F., D. Mortimer, 2005: A review of small-scale harvesting systems in use worldwide and their potential application in Irish forestry (p. 56). Dublin: COFORD.
- SPSS, 2012: IBM SPSS Advanced Statistics 22. <https://doi.org/10.1080/02331889108802322>.
- Şefik, M., M. Eker, 2019: Developing and testing of a debarking tool (motor-debarker) mounted to brushcutter. Turkish Journal of Forestry, 20: 411–420.
- Taş, İ., A.E. Akay, 2022: Evaluation of various risk factors caused by mechanized equipment used in forest operations , European Journal of Forest Engineering, 8(1):40-45.
- Tunay, M., K. Melemez, 2008: Noise induced hearing loss of forest workers in Turkey. Pakistan Journal of Biological Sciences, 11: 2144–2148.
- Tunay, M., E. Tuna, 2015: The examination of hand-arm vibrations transmitted to the operator from chainsaw machines on different tree species (Farklı Ağaç Türleri Üzerinde Motorlu Testerelelerden Operatörle İletilen El Kol Titreşimlerinin İncelenmesi). Suleyman Demirel University Journal of Engineering Sciences and Design, 3: 441–447.
- Volckens, J., J. Braddock, R.F. Snow, W. Crews, 2007: Emissions profile from new and in-use handheld, 2-stroke engines. Atmospheric Environment, 41: 640–649.
- Wójcik, K., J.G. Skarżyński, 2006: Emission and composition of exhaust gases by new chain saws produced by Husqvarna and Stihl. Acta Scientiarum Polonorum Silvarum Colendarum Ratio et Industria Lignaria, 5: 147–157.
- Yovi, E.Y., Y. Yamada, 2019: Addressing occupational ergonomics issues in indonesian forestry: laborers, operators, or equivalent workers. Croatian Journal of Forest Engineering, 40: 351–363.

SAŽETAK

U mnogim zemljama motorne pile sa dvotaktnim benzinskim motorom aktivno se koriste u šumama. Rukovatelji motornom pilom izloženi su štetnim plinovima i česticama koje su sastavni dio ispušnih plinova takvih motornih pila. U ovoj studiji, istraživana je izloženost operatera ugljičnom monoksidu -CO- (ppm) prilikom rada s motornom pilom u režimu rada od 1900-2000 okretaja u minuti (o/min). Pri istraživanju je kao pogonsko gorivo korištena mješavina bezolovnog benzina od 95 oktana i motornog ulja gradacije SAE 10W u iznosu od 2%. Kako bi se istražila prisutnost CO na malim udaljenostima, odnos između vremena izloženosti i udaljenosti do izvora emisije podijeljen je u skupine. Rezultat statističke analize pokazao je da je prosječna količina CO emitirana iz motorne pile bila 1683 ppm na udaljenosti od 0 cm (± 4 cm), 343,6 ppm na udaljenosti od 10 cm, 252,3 ppm na udaljenosti od 20 cm i 86,5 ppm na udaljenosti od 30 cm. Analiza varijance prema udaljenosti pokazala je da je količina CO (ppm) statistički značajna ($p<0,05$). Ako rukovatelj motornom pilom radi vrlo blizu motorne pile, primjetit će se izloženost CO, što se smatra negativnim utjecajem na njihovo zdravlje i radnu učinkovitost. Stoga treba provesti obuku kako bi se povećala svijest o blizini motorne pile i rukovatelja te o važnosti korištenja osobne zaštitne opreme. Uz podršku pri obuci, korištenje nove generacije pogonskih motora motornih pila također treba poticati kako bi se emisije CO sveli na minimum.

KLJUČNE RIJEČI: Šumarstvo, proizvodnja drva, dvotaktni benzinski motor, izloženost emisijama, ugljični monoksid, zdravlje operatera

THE EFFECT OF ALTITUDE AND CLOSED CONE (SEED) AGE ON GERMINATION IN RED PINE (*Pinus brutia* TEN.)

UTJECAJ NADMORSKE VISINE I STAROSTI ZATVORENOG ČEŠERA NA KLIJANJE SJEMENA CRVENOG BORA (*Pinus brutia* Ten.)

Bilal ÇETIN^{1*}

SUMMARY

This study investigated changes in the germination rate and germination percentage of seeds obtained from closed pine cones (*Pinus brutia* Ten.) of different ages collected at different altitudes. The seeds used in the study were obtained from closed cones (3/control, 4, 5, 6, and 7 years old) in the lower (0-200 m) and higher (800-1000 m) altitude zones of the Mersin-Anamur region in a section from the sea to the interior. The seeds germinated in the dark at a constant temperature of 20 °C for 28 days. At the end of the germination test, a two-way analysis of variance was performed on the germination percentage data on the 10th, 14th, and 28th days, and the interactions between altitude and cone age were found to be significant ($p = 0.05$). As a result of the significant interaction between the two groups, the mean separation test (Tukey test) showed that the highest germination rate was 89.0% in the control group, and the lowest was 77.5% in the 7-year-old cones. In the higher altitude zone, the highest germination rate was 74.0% and the lowest was 71.0%, obtained from 5- and 7-year-old seeds, respectively. In general, germination values in the lower altitude zone were higher than those in the higher altitude zone. However, the decrease in germination values from the control to the 7-year-old seeds was greater in the lower altitude zone than in the higher altitude zone. The study found that altitude was more effective than cone age on the germination rate and percentage.

KEY WORDS: Red pine, closed cone, germination rate, germination percentage

INTRODUCTION

UVOD

Red pine (*Pinus brutia* Ten.) is distributed in and around the Mediterranean Basin, Palestine, Jordan, Syria, Iraq, Lebanon, Cyprus, Iran, Azerbaijan, Crimea, Greece, and Italy (Yaltırık 1993; Yıldız et al. 2004; Boydak et al. 2006; Yıldız et al. 2010). This species has the widest distribution in the world, with an area of 5.61 million hectares in Turkey, constituting one-fourth of Turkey's forest areas (Anonymous 2015). In the Mediterranean Region, red pine is generally found at altitudes ranging up to 1300 m and in some

places as high as 1500 m. This species has high genetic diversity, adapts easily to different ecological conditions, and grows rapidly (Boydak et al. 2006; Yıldız et al. 2010; Yıldız et al. 2018) Therefore, because this species establishes forests in a wide-ranging geography under different conditions and grows rapidly, forestry wood and non-wood ecosystem services are quite high in Turkey. The intra-population variation in red pine seed germination rates and percentages is quite high (Thanos 2000; Boydak 2004; Boydak et al. 2006). Previous studies show that the temperature at which red pine seeds germinate is generally 15-20 °C (Şefik

¹Asst. Prof. Dr. Bilal ÇETIN, Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry, Düzce University, Düzce, Turkey

*Corresponding Author: bilalcetin@duzce.edu.tr; Phone: +90 533 6327107 (Orcid:0000-0003-2071-6674)

1965; Thanos 2000). Çetin (2010) germinated the seeds collected from different altitudes in the Mediterranean Region at different temperatures and the highest germination was achieved at 20 °C.

Differences in germination rates can be observed depending on the altitude at where the seeds are collected (Şefik 1965; Ürgenç 1977; Çetin 2010). Red pine cones generally mature in May, and the cones are opened and the seeds dispersed until August. However, some cones can remain on the tree for a long time without opening (Selik 1963; Şefik 1965; Thanos and Doussi 2000).

In particular, the importance of preserving the germination feature of red pine cone seeds emerges when they are in areas of fire-susceptible ecosystems. It is said to be effective in the re-formation of pine forests when these closed cones open after a fire and the seeds fall to the ground and germinate after the first rains (Boydak et al. 2006). Fernandes et al. (2019) determined that in general, serotinous cones make a significant contribution to the regeneration of *Pinus pinaster* and *Pinus halepensis* forests after a fire. Pine species may differ in terms of forming closed cones (Feduck et al. 2015). In addition, according to the ecosystems where they are found, varieties of the same pine species can differ in terms of the age and amount of closed cones. For example, Çetin (2010), in his study on the species, found that the lower altitude zone produced more cones and older cones than the higher altitude zone. He emphasized that serotinous cone level, tree age, and fire severity are important in a *Pinus pinaster* forest. The seeds obtained from these serotinous cones were determined to have a higher viability and germination percentage than those of non-serotinous cones (Cruz et al. 2019).

At the end of the germination period, a high rate of seed germination in a short time is just as important as a high percentage of seed germination. The success of planting and natural rejuvenation depends on the germination rate (speed) rather than the germination percentage (Saatçioğlu 1971). One seed with a high germination rate (i.e., with a steeper germination graph on the 7th, 10th, and 14th days) is more valuable in creating seedlings than two seeds with the same germination percentage (Saatçioğlu 1971). Consequently, seeds with a good germination rate are more beneficial in planting, natural rejuvenation, and rejuvenation occurring spontaneously after a fire because they germinate in a short time and have a good chance of developing and establishing a forest. In forests such as red pine that are constantly exposed to fire, it is extremely important to preserve the germination feature and contribute to the formation of progeny in the seeds of the older cones of other years, as well as in the normal three-year mature cones.

No previous study has investigated the genetic characteristics of the serotinous status of red pine. However, one study

determined that *Pinus halepensis* had a significantly narrow serotinous status heritability (Hernandez-Serrano et al. 2014). In addition, *Pinus concorta* was mentioned as having gene diversity in serotiny, debatably under the influence of many genes rather than one or two genes (Parchman et al. 2012). In the areas of the closed cone-forming variety, the seeds preserved their germination feature and contributed to regeneration after fires (Su et al. 2015). In red pine, not only the seeds of the past year, but also the seeds of other years will join the progeny, and this progeny consisting of seeds of different years will have the opportunity to develop more forests that exhibit genetic diversity.

Finally, studies have shown that there may be differences in the germination rate of red pine seeds depending on the age of the cones and the altitude at where the cones are collected. This study aimed to determine the germination rate at 10 and 14 days and the total germination rate at the end of 28 days of seeds obtained from closed cones of five different ages (3/control, 4, 5, 6, and 7 years) collected at two different altitudes (0-200 and 800-1000 m).

MATERIAL AND METHODS

MATERIJALI I METODE

Sampling sites – Mjesta uzorkovanja

Seeds were collected from 20-25-year-old red pine stands, naturally distributed on the southern slopes of the Taurus Mountains, within the borders of the Anamur Forest Enterprise of the Mersin Regional Directorate of Forestry. The aged cones were selected from low-altitude (0-200 m) red pine stands in the Anamur Forest Chiefdom (N:36° 02' 10", E:32° 42' 25" - UTM ED50 36N) and from the high-altitude (800-1000 m) forests of the Sarıdara Forest Chiefdom (N:36° 10' 11", E:32° 41' 34"). Closed cones aged 3, 4, 5, 6, and 7 years were collected in summer (July) from trees at both elevation levels.

METHOD

METODA

The collected cones were laid on a flat surface and in order to open them faster, they were sprayed and mixed with water under the sun, and they subsequently opened in a short time. The wings were separated from the winged seeds in the cone manually and by machine, and the cleaned seeds were placed in jars and stored in the refrigerator (1-4 °C) until the germination tests. Germination experiments were carried out at 20 °C ambient temperature in 9-cm-diameter glass Petri dishes, with seeds placed on filter paper in such a way that they did not touch each other. Trial units ($2 \times 5 = 10$) were created for the seeds obtained from the cones collected at five different ages from both elevation levels.

Table 1. Germination percentages and standard deviation of seeds extracted from different-aged red pine cones from low and high altitude zones on the 10th, 14th, and 28th days

Tablica 1. Postoci klijavosti i standardna devijacija sjemena ekstrahiranog iz češera crvenog bora različite starosti iz zona niske i visoke nadmorske visine 10., 14. i 28. dana

Altitude/Elevation zone (m) Nadmorska visina/visinska zona (m)	Cone age (years) Starost češera (godine)	Germination percentage (%) Postotak klijavosti (%)		
		10 th day 10. dan	14 th day 14. dan	28 th day 28. dan
0-200 m	3	20.5±2.2a*	62.5±6.0a	89.0±1.7a
	4	13.5±1.7ba	58.0±1.0ba	87.0±1.3ba
	5	10.5±1.0b	56.0±2.4ba	85.5±1.3ba
	6	12.5±2.5ba	51.0±1.7bac	81.0±1.0bc
	7	11.5±3.0ba	46.5±4.3bdc	77.5±2.4dc
	3	15.5±2.7ba	43.5±4.7bdc	74.0±1.2de
	4	11.0±1.3ba	34.0±2.2d	72.0±1.2de
800-1000 m	5	10.0±2.6b	39.0±1.9dc	71.0±1.0e
	6	9.5±1.3b	39.0±1.7dc	72.0±0.8de
	7	6.5±1.9b	33.0±1.3d	71.0±1.3e

*Means within the same column with different letters are significantly different ($p \leq 0.05$)

*Srednje vrijednosti unutar istog stupca s različitim slovima značajno se razlikuju ($p \leq 0.05$)

Each trial unit used 50 seeds and trials were repeated four times. Therefore, a total of 10 trial units \times 50 seeds \times 4 replicates = 2000 seeds tested. During the 28 days, i.e., the total germination period, the seeds were monitored daily for deterioration and fungal growth, and distilled water was used to meet the water requirement of the seeds. In the experiment, the seeds that had rootlets extending to the size of the seed were considered germinated. The germination rate indicates the ability of seeds to germinate quickly. The germination rate of the germinated seeds was recorded on the 7th, 10th, and 14th days (Saatçioğlu 1971). However, if some types of seeds such as red pine are not subjected to pre-treatment such as stratification, etc., germination may not occur in seven days (Çetin 2010). In this study, since germination started after seven days, the germination rate was calculated from the germination data on the 10th and 14th days, and the overall germination percentage at the end of the 28th day. Germination rate and germination percentage were calculated from the seeds germinated using the following formula:

$$GP (\%) = \frac{\sum ni}{N} \times 100$$

GP (%): Germination percentage

ni: The number of germinated seeds on day i

N: The total number of tested seeds

Statistical analyses – Statističke analize

A two-way interaction test was run for the seed germination rates for three periods (10, 14, and 28 days). Altitude zones were at two elevation levels (L=low and H=high) and the cone age at five levels (3, 4, 5, 6, and 7 years). Since the

interactions between altitude zone and cone age were significant on seed germination for all the tree periods ($p = 0.005$), the cone-age data were merged with data of the corresponding altitude zones and the Tukey mean separation analysis was conducted on the combined data. The SAS (1996) package program was used in the analysis. The results were considered different at the $\alpha = 0.05$ level.

RESULTS

REZULTATI

The first germination in the seeds was on the 8th day. As seen in Table 1, the fastest and highest germination among all sample areas was realized in the seeds obtained from the 3-year-old (control) cones in the 0-200 m lower altitude zone. Germination at 10, 14, and 28 days was 20.5%, 62.5%, and 89.1%, respectively. The difference in the germination rate between seeds of different ages gradually decreased towards the end of the germination period (28 days) (Table 1; Figs 1, 2, and 3).

Seed germination rates of less than 20% were recorded for all cone types in the first 10-day period of the experiment. In this period, the highest germination was in L3 and this value was 95% higher than L5. The germination rate in the lower altitude zone was higher than that in the higher altitude zone. The lowest value in the entire trial was in H7, which was about half of the average germination rate of both altitude zones (Fig. 1).

Germination rates had increased 2 - 3 times by the 14th day of the experiment. In this period, the germination rate of L3 was 34% higher than that of L7, and L3 had also a 67% higher germination rate compared to that of the average of the

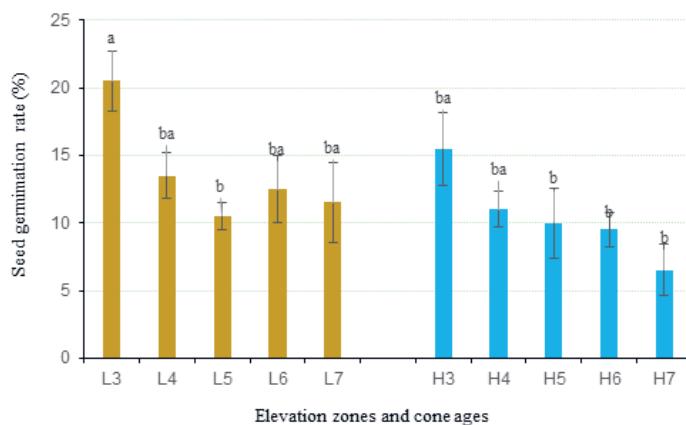


Figure 1. Means \pm std. err. for germination rates (10 days) of seeds obtained from varying aged (3, 4, 5, 6, and 7 years) cones collected at low ($L = 0\text{--}200$ m) and high ($H = 800\text{--}1000$ m) altitude zones. Means followed with the same lower-case letters are not significantly different at $\alpha = 0.05$.

Slika 1. Srednje vrijednosti \pm std. pogreške za stope klijanja (10 dana) sjemena dobivenog iz češera različite starosti (3, 4, 5, 6 i 7 godina) sakupljenih u zonama niske ($L = 0\text{--}200$ m) i visoke ($H = 800\text{--}1000$ m) nadmorske visine. Srednje vrijednosti praćene istim malim slovima ne razlikuju se značajno pri $\alpha = 0.05$.

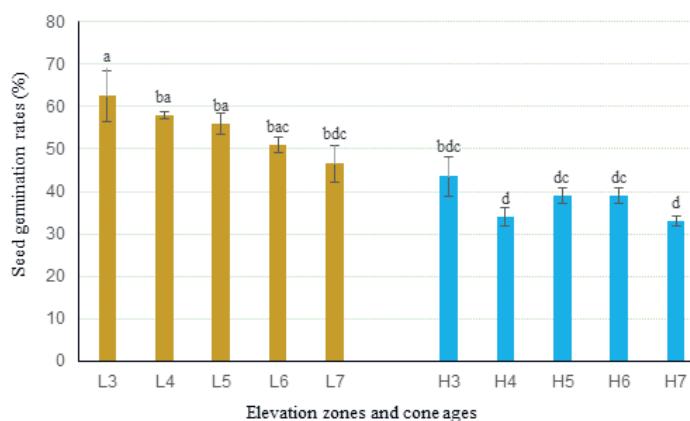


Figure 2. Means \pm std. err. for germination rates (14 days) of seeds obtained from varying aged (3, 4, 5, 6, and 7 years) closed cones collected at low ($L = 0\text{--}200$ m) and high ($H = 800\text{--}1000$ m) altitude zones. Means followed with the same lower-case letters are not significantly different at $\alpha = 0.05$.

Slika 2. Srednje vrijednosti \pm std. pogreške za stope klijanja (14 dana) sjemena dobivenog iz zatvorenih češera različite starosti (3, 4, 5, 6 i 7 godina) sakupljenih na niskim ($L = 0\text{--}200$ m) i visokim ($H = 800\text{--}1000$ m) nadmorskim visinama zonama. Srednje vrijednosti praćene istim malim slovima ne razlikuju se značajno pri $\alpha = 0.05$.



Figure 3. Means \pm std. err. for germination rates (28 days) of seeds obtained from varying aged (3, 4, 5, 6, and 7) closed cones collected at low ($L = 0\text{--}200$ m) and high ($H = 800\text{--}1000$ m) altitude zones. Means followed with the same lower-case letters are not significantly different at $\alpha = 0.05$.

Slika 3. Srednje vrijednosti \pm std. pogreške za stope klijanja (28 dana) sjemena dobivenog iz zatvorenih češera različite starosti (3, 4, 5, 6 i 7) sakupljenih u zonama niske ($L = 0\text{--}200$ m) i visoke ($H = 800\text{--}1000$ m) nadmorske visine. Srednje vrijednosti praćene istim malim slovima ne razlikuju se značajno pri $\alpha = 0.05$.

higher altitude zones. In the higher zone, H3 had germinated approximately 25% more than H7. However, the difference in the germination rate between cone ages in both altitude zones had decreased compared to the 10th day (Fig. 2).

More than 70% of the seeds had germinated for each cone type by the 28th day of the experiment. As the germination period progressed and at the end of the germination period, the difference in the germination rate between cone ages decreased. The lowest germination rates were recorded for H5 and H7 cone types, and L3 and L4 had about 19% higher germination rates compared to the average of cones collected at the higher altitude zone (Fig. 3).

DISCUSSION RASPVRA

Like many pine species distributed in the Mediterranean Basin, which is susceptible to fire, red pine also forms a large number of cones, and some of these cones remain on the crown for several years without opening (Verkaik and Espeleta 2006). The seeds in the cones that remain closed on the tree can maintain their germination properties for a certain period (Selik 1963; Şefik 1965; Boydak 2004). In fire-susceptible Mediterranean ecosystems, serotinous cone structure is seen as an assurance for the continuation of the red pine species (Neyiçci and Cengiz 1985; Cengiz 1993, Thanos and Doussi 2000; Boydak et al. 2006). Therefore, the seeds kept in these closed cones over a long time make an important contribution to the seed pool for the generation to come in the region after destruction, e.g., a fire event (Fernandes et al. 2019).

In a study on the detection of closed cones in red pine, Çetin (2010) determined that more cones remained closed for a long time in trees at low altitudes (0-250 m). Selik (1963) obtained close germination percentages of 53.7% and 51%, respectively, from seeds of three- and nine-year-old closed red pine cones. In addition, Şefik (1965) germinated seeds obtained from three – six-year-old closed cones and determined that the effect of cone age on the germination capacity of the seeds was very small. Ürgenç and Odabaşı (1971) found that when mature cones were collected from trees and stored for seven years at room temperature without opening, they germinated, and although there was a slight decrease in germination, their germination rate was above 50%. However, there was no difference between the germination of seeds stored at low temperatures and those of closed cones kept at room temperature. The germination characteristics of the seeds are also determinant in the intra-species competition of the future generations in the region and affect the dynamics of the stand at the establishment stage. Germination percentage is widely used to determine the germination characteristics of seeds. The ability of the seed to germinate quickly, i.e., the germination rate, is an especially important issue. The germination rate also

determines the intra-species competition of the future generations in the region. Saplings formed by fast-germinating seeds adapt better to environmental growing conditions (Saatçioğlu 1971; Dağlar et al. 2016). Germination rates and percentages affect the dynamics of the forest in the establishment phase, especially in areas where there are long summer droughts (Dunlap and Barnet 1984).

In this study, the highest germination rate (20.5% on the 10th day) was observed in the seeds obtained from 3-year-old cones from the lower altitude zone. During this period, the germination rates of the seeds obtained from the 5-, 6-, and 7-year-old cones in the higher altitude zone remained below 10%. However, on the 14th day of the experiment, the germination rate of the seeds obtained from 3-year-old cones in the lower altitude zone increased to 62.5%. In their study on the species, Şefik (1965) and Çetin (2010) determined that the germination rate of seeds could be increased significantly by stratification processes. An important factor affecting germination is the elevation level at which the seeds are collected (Çetin 2010). Eler (1992) found no missing seeds in closed cones of different ages collected from three different altitude zones (0-400 m, 400-800 m, and above 800 m), and germination rates of 90%, 81%, and 60% were obtained from cones of three consecutive years. Çetin (2010) determined that the germination rate of seeds collected from lower (0-400 m) and middle (400-800 m) elevations was higher than that of seeds collected from higher elevations (above 1200 m). This study determined that the elevation level where the cones were collected was more effective than the cone age in the germination rate values on the 14th day. The results of the study showed that the germination rate of seeds decreased as the altitude and age of the cones increased. The altitude zone where the seeds were collected was more effective in this decrease than the age of the cones. The results of previous studies as well as this study showed that although the germination rates of the seeds obtained from closed pine cones of increasing cone age differed according to their characteristics, they were able to preserve the germination feature at a certain rate. When the closed cones open after a fire and the viable seeds of the species scatter and suitable germination conditions are formed, important contributions are made to the future generations of red pine (Boydak et al. 2006).

Observations and some studies have shown that the viability of these seeds in the cones is generally not affected during a fire, since the serotinous cones are closed during fires. These cones, which are exposed to high heat during a fire, open slowly after the fire and the seeds fall into the soil. When these fallen seeds find a good germination environment in the ashy fire area and reach the appropriate germination temperature after the rains, they contribute to the new germinating generation. Obvious examples of this were seen in our observations at major fire sites in Antalya, Mersin, and Muğla in July 2021.

Many studies have determined that, as with red pine, some other pine species produce closed cones and that these cones are opened after a fire. For example, it is stated that the closed cones of *Pinus pinaster*, which is distributed in fire-prone ecosystems, make an important contribution to future generations by opening and germinating after a fire (Moya et al. 2018). Again, a study conducted with *Pinus yunnanensis* pine species in 80 sample areas in China found that closed cones were formed in all of the regions where the species grew, but the percentage of closed cones decreased as the age of the closed cones increased. The germination rate of 1- and 2-year-old closed cones in these regions was around 90%. As the age of the closed cones increased, the germination rate of the seeds decreased, with the germination rate of 7-year-old seeds decreasing to approximately 32%. It was determined that the lower-aged closed cones in this region opened and germinated after a fire and played an important role in the regeneration of *Pinus yunnanensis* forests (Su et al. 2015). The amount of serotinous cones is effective on tree age and silvicultural interventions such as thinning. The ability of the seeds in these cones to maintain their germination feature also depends on the severity and duration of the fire. It was determined that especially after severe fires, the seeds in the closed cones lost their viability and thus, the number of *Pinus pinaster* and *Pinus halepensis* saplings decreased. After less severe forest fires, it was determined that the seeds in the closed cones germinated and made an important contribution to the regeneration of the forests. Fernandes et al. (2019), in another study on *Pinus halepensis*, reported that the number of closed cones might vary according to the age of the stand and the silvicultural interventions applied and that they could be effective in the formation of a new generation after a fire (Verkaik and Espelta, 2006).

No previous study has examined the genetic characteristics of the serotiny status of red pine. However, in a study conducted to determine the heritability of the serotiny status of *Pinus halepensis*, which like red pine has serotinous properties, the serotiny status showed a significantly narrow heritability of 0.20. Although this species exhibited a high variability within the serotinous population, forests with repeated wildfires contained more serotinous species than those rarely exposed to fire (Hernandez-Serrano et al. 2014). This view is supported by observing that the ecosystems in the Mediterranean Basin where red pine forests showing serotinous features are distributed have been constantly exposed to fire in the past. Although no study has examined the genetic characteristics of the species in terms of serotinous features, this subject has been considered in other pines. For example, in a study carried out to determine the genetic basis of the serotinous cones of *Pinus concorta*, differences in serotinous characteristics were found in some trial areas, and different genes and ratios were obtained from serotinous cones and non-serotinous cones in some trial areas (Feduck et al. 2015).

Thus, although the germination rates and percentages in serotinous cones were slightly lower than for 3-year-old cones, considering that these cones may have different genetic characteristics, the use of the seeds in these cones could have a positive effect on the genetic diversity of red pine forests and the sustainability of forests and their adaptation to global climate change.

CONCLUSIONS

ZAKLJUČAK

In this study, although the germination rate of seeds obtained from closed cones 3 - 7 years of age was low on the 10th day, more than 50% of the seeds obtained from the lower altitude zone and approximately 40% of the seeds from the higher altitude zone had germinated on the 14th day. Although the germination rates differed among the cone ages at the beginning, this difference in germination values decreased as time progressed. It was determined that the germination rate of the seeds obtained from the 7-year-old closed cones collected at both altitudes was still above 70%. As a result, when these aged cones open after a fire, the seeds dispersed will contribute extensively to re-establishing the forest in burned areas left without any rejuvenation work after the fire, and in steeply sloping areas and in places where it is not possible to establish a forest by human hand. Considering that the closed serotinous cones of other pine species exhibit additional genetic characteristics (Feduck et al. 2015), the use of seeds from these cones to grow saplings and establish forests may provide an advantage in terms of increasing genetic diversity.

REFERENCES

LITERATURA

- Anonymous, 2015: Orman Genel Müdürlüğü, Türkiye Orman Varlığı Kitabı. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları. Ankara.
- Boydak, M., H. Dirik, M. Çalıkoğlu, 2006: Kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) biyolojisi ve silvikkültürü. OGEM-Vakfı Yayınları. 364 s. Ankara.
- Boydak, M., 2004: Silvicultural characteristics and natural regeneration of *Pinus brutia* Ten. a review. Plant Ecology. 171. p. 153-163.
- Cengiz, Y., 1993: Sıcaklık ve külün kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) tohumlarının çimlenme yeteneği ve fidan büyümesi üzerine etkileri. Uluslararası Kızılçam Sempozyumu (18-23 Ekim 1993, Marmaris). Orman Bakanlığı Yayıncı. s. 90-98.
- Cruz, O., J. García-Duro, M. Casal, O. Reyes, 2019: Role of serotiny on *Pinus pinaster* Aiton germination and its relation to mother plant age and fire severity. iForest 12: 491-497.
- Çetin, B., 2010: Mersin Yöresinde Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Kozalak ve tohumuna ait bazı özelliklerin yükseltiye bağlı değişimi. Orman Mühendisi Tezi. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 185.
- Dağlar, C., D. Eşen, B. Çetin. 2016: Screening for metsulfuron methyl phytotoxicity in seed of various pine species. Düzce Ormancılık Dergisi. 12 (2). 34-43 s.

- Eler, Ü., 1992: Kızılıçamda (*Pinus brutia* Ten.) odunlaşan kozalaklarda dökülmeyip sonraki yıllarda kalan tohum durumu. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları. Teknik Rapor No: 75. s. 147-168.
- Dunlap, R., P. Barnett, 1984: Manipulating loblolly pine (*Pinus taeda* L.) seed germination with simulated moisture and temperature stress. In: Seedling Physiology and Reforestation Success (Ed: Duryea, M.L., Brown, G.N.). Springer, USA, pp. 61-74.
- Feduck, M., P. Henry, R. Winderb, D. Dunnb, R. Alfarob, L. van Akkerb, B. Hawkesb, 2015: The genetic basis of cone serotiny in *Pinus contorta* as a function of mixed severity and stand-replacement fire regimes. BioRxiv preprint doi: <https://doi.org/10.1101/023267>.
- Fernández, G. V., P. Z. Fuleb, A. Marcos, L. Cavo, 2019: The role of fire frequency and severity on the regeneration of Mediterranean serotinous pines under different environmental conditions. 2019. Forest Ecology and Management. 444 (2019). 59-68.
- Hernández-Serrano, A., M. Verdu', L. Santos-del-Blanco, J. Climent, S. C. González-Martínez, J. G. Pausas, 2014: Heritability and quantitative genetic divergence of serotiny, a fire-persistence plant trait, Annals of Botany 114: 571-577.
- Moya, D., S. González-de Vega, F. García-Orenes, A. Morugán-Coronado, V. Arcenegui, J. Mataix-Solera, J. De las Heras, 2018: Temporal characterisation of soil-plant natural recovery related to fire severity in burned *Pinus halepensis* Mill. forests. Science of The Total Environment. 640, 42-51.
- Neyiçi, T., Y. Cengiz, 1985: Sicaklık ve külün kızılıçam (*Pinus brutia* Ten.) tohumlarının çimlenme yeteneği ve fidan büyümesi üzerine etkileri. Doğa Bilim Dergisi. Seri 2 Cilt 9. Sayı 1. s. 121-131.
- Parchman, T. H., Z. Gompert, J. Mudge, F. D. Schilkey, C. W. Benkman, C. A. Buerkle, 2012: Genome-Wide Association Genetics of an Adaptive Trait in Lodgepole Pine. Molecular Ecology, 21 (12), 2991-3005.
- Saatçioğlu, F., 1971: Orman ağacı tohumları. İ.Ü. Yayın No:1649/173. Sermet III. Baskı, İstanbul, 242 s.
- Selik, M., 1963: Kızılıçam (*Pinus brutia* Ten.)'ın botanik özelliklerini üzerinde araştırmalar ve bunların Halepçamı (*Pinus halepensis* Mil.) vasıfları ile mukayesesi. Orman Genel Müdürlüğü Yayıncılık No: 353/36. 88 s. İstanbul.
- Su, W. H., Z. Shi, R. Zhou, Y. J. Zhao, G. F. Zhang, 2015: The role of fire in the Central Yunnan Plateau ecosystem, southwestern China. Forest Ecology and Management. 356 (2015). 22-30.
- Şefik, Y., 1965: Kızılıçam kozalak ve tohumu üzerine araştırmalar. Orman Genel Müdürlüğü Yayıncılık No: 420/41. 94 s. İstanbul.
- Thanos, C. A., M. Doussi, 2000: Post-fire regeneration of *Pinus brutia* forests, In: G. Neéman and L. Trabaud (eds), Ecology, Biogeography and Management of *Pinus halepensis* and *Pinus brutia* Forest Ecosystems in the Mediterranean Basin. Backhuys Publisher. p. 291-301. Leiden.
- Thanos, C. A., 2000: Ecophysiology of seed germination in *Pinus halepensis* and *Pinus brutia*, In: G. Neéman and L. Trabaud (eds), Ecology, Biogeography and Management of *Pinus halepensis* and *Pinus brutia* Forest Ecosystems in the Mediterranean Basin. Backhuys Publisher. p. 37-50. Leiden.
- Ürgenç, S., T. Odabaşı, 1971: Kızılıçam (*Pinus brutia* Ten.) tohumlarının uzun süreli (7 yıl) kozalak içinde saklanmasıının diğer saklama metodlarıyla mukayeseli sonuçları. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi. Seri A. Cilt 21. Sayı 2. s. 82-93.
- Ürgenç, S., 1977: Antalya yöresi alçak ve yüksek kademe kızılıçam ormanlarında tohum veriminin değişimi (5 yıllık araştırma sonuçları). İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi. Seri A. Cilt 27. Sayı 2. s. 80-114.
- Verkaik, I., J. M. Espelta, 2006: Post-fire regeneration thinning, cone production, serotiny and regeneration age in *Pinus halepensis*. Forest Ecology and Management. 231(1-3). p. 155-163.
- Yalçınk, F., 1993: Dendroloji ders kitabı I. Gymnospermae (Açık Tohumlular) İ.Ü. Orman Fakültesi Yayıncılık, No. 34432/386, 320 s., İstanbul.
- Yıldız, O., D. Eşen, M. Sarginci, 2004: Akdeniz Tipi İklim Bölge-lerinde Bitki Kompozisyonun Oluşumuna Tarihsel Evrim ve Tahribin Etkileri. TBMMO Orman Mühendisleri Odası Dergisi. 41. p. 20-21.
- Yıldız, O., D. Esen, M. Sarginci, B. Toprak, 2010: Effects of forest fire on soil nutrients in Turkish pine (*Pinus brutia*, Ten) Ecosystems. Journal of Environmental Biology. 31 (1-2). p. 11-13.
- Yıldız, O., D. Esen, B. Çetin, İ. Gürsoy, R. Sert, 2018: İç Anadolu'nun Karasal Ekosistemlerindeki Ağaçlandırma Çalışmalarında Kızılıçam (*P. brutia* Ten) Bir Seçenek Olabilir Mi. Uluslararası Multidisipliner Çalışmalar Kongresi (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)

SAŽETAK

U ovom istraživanju analizirane su promjene u stopi klijavosti i postotku klijavosti sjemena iz zatvorenih česera *Pinus brutia* Ten. različite starosti, sakupljenih na različitim nadmorskim visinama. Sjeme korišteno u istraživanju dobiveno je iz zatvorenih česera (3/kontrola, 4, 5, 6 i 7 godina starosti) u nižim (0-200 m) i višim (800-1000 m) visinskim zonama Mersin-Anamurske regije rasprostranjenih od mora prema unutrašnjosti. Sjeme je klijalo u mraku pri konstantnoj temperaturi od 20 °C 28 dana. Na kraju testa klijavosti provedena je dvostruka analiza varijance o postotku klijavosti 10., 14. i 28. dana, te je utvrđeno da su interakcije između nadmorske visine i starosti česera značajne ($p = 0,05$). Kao rezultat značajne interakcije između dviju skupina, srednji test razdvajanja (Tukey test) pokazao je da je najveća klijavost bila 89,0% u kontrolnoj skupini, a najniža 77,5% u 7-godišnjim česerima. U zoni viših nadmorskih visina najveća klijavost iznosila je 74,0%, a najmanja 71,0%. Dobivena je iz sjemena starih 5 odnosno 7 godina. Općenito, vrijednosti klijavosti u zoni niže nadmorske visine bile su veće od onih u zoni više nadmorske visine. Međutim, smanjenje vrijednosti klijavosti od kontrolnog do 7-godišnjeg sjemena bilo je veće u zoni niže nadmorske visine nego u zoni više nadmorske visine. Studija je pokazala da je na stopu klijanja i postotak, nadmorska visina učinkovitija od starosti česera.

KLJUČNE RIJEČI: crveni bor, zatvoreni češer, klijavost, postotak klijavosti



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.

OČUVANJE I UPRAVLJANJE GENOFONDOM PITOMOG KESTENA

CONSERVATION AND MANAGEMENT OF SWEET CHESTNUT GENETIC RESOURCES

Igor POLJAK¹, Katarina TUMPA¹, Antonio VIDAKOVIĆ¹, Mirna ĆURKOVIĆ-PERICA², Marin JEŽIĆ², Zlatko ŠATOVIĆ^{3,5}, Zlatko LIBER^{4,5}, Marilena IDŽOJTIĆ¹

SAŽETAK

Europski pitomi kesten plemenita je listača od koje imamo višestruku gospodarsku korist. Osim jestivih plodova i kvalitetnog drva, kestenove šume su još od davnina predstavljale važan izvor različitih sirovina. Međutim, intenzivnim korištenjem kestenovih šuma i nasada te pojmom raka kestenove kore, sredinom prošloga stoljeća došlo je do njihovog propadanja i sušenja. Iz tih je razloga u mnogim europskim zemljama pokrenut niz multidisciplinarnih projekta kojima je svrha očuvanje genskih resursa pitomog kestena i njegovog povrataka na nekadašnje značajno mjesto u ruralnim područjima i šumskim ekosustavima. U ovom radu dan je pregled najznačajnijih dugoročnih strategija usmjerenih na očuvanje genofonda ove plemenite listače na europskoj razini, kao i prijedlog smjernica za očuvanje genofonda ove vrste *in situ* i *ex situ* metodama na području Hrvatske.

KLJUČNE RIJEČI: očuvanje genofonda, konzervacijske jedinice, provenijencije, genetička raznolikost, šumske reprodukcijske materijale

UVOD INTRODUCTION

Šumski ekosustavi, sa šumskim drvećem kao najvažnijim sastavnim dijelom, su među biološki najraznolikijim ekosustavima na Zemlji. Pritom genska raznolikost svake vrste predstavlja jedinstven i nezamjenjiv resurs za stabilnost ekosustava. Veliki poremećaji, posebice izazvani klimatskim promjenama (učestalost suša, požari, porast temperature zraka i tla), kao i promjena uporabe zemljišta i oblika gospodarenja, već utječu ili će u bliskoj budućnosti utjecati na gensku raznolikost i sastav vrsta (Flores i sur. 2019), či-

neći očuvanje genofonda šumskih vrsta drveća sve bitnjom stavkom gospodarenja. Za razliku od ratarskih i poljoprivrednih kultura, čije se sjeme čuva u bankama sjemena, šumske vrste drveća mogu se trajno očuvati jedino kao žive biljake na terenu. Naime, krupno sjeme šumskih vrsta drveća ne može se dugo čuvati te stoga nije pogodno za dugotrajno čuvanje u bankama sjemena.

Za potrebe očuvanja genofonda šumskih vrsta drveća, razlikujemo *in situ* i *ex situ* metode očuvanja (Ballian i Kajba 2011). *In situ* podrazumijeva očuvanje cijelih šumskih ekosustava, odnosno očuvanje prirodne populacije u njezinom

¹ doc. dr. sc. Igor Poljak, Katarina Tumpa, mag. ing. silv., Antonio Vidaković, mag. ing. silv., prof. dr. sc. Marilena Idžoitić, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvene tehnologije, Zavod za šumarsku genetiku, dendrologiju i botaniku, Svetosimunska cesta 23, 10000 Zagreb

² Prof. dr. sc. Mirna Ćurković-Perica, doc. dr. sc. Marin Ježić, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zavod za mikrobiologiju, Marulićev trg 9a, 10000 Zagreb

³ prof. dr. sc. Zlatko Šatović, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Odsjek za biljne znanosti, Zavod za sjemenarstvo, Svetosimunska cesta 25, 10000 Zagreb

⁴ prof. dr. sc. Zlatko Liber, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Botanički zavod, Marulićev trg 9a, 10000 Zagreb

⁵ prof. dr. sc. Zlatko Šatović, prof. dr. sc. Zlatko Liber, Znanstveni centar izvrsnosti za bioraznolikost i molekularno oplemenjivanje bilja (Crop-BioDiv), Svetosimunska cesta 25, 10000 Zagreb

*Korespondencija: doc. dr. sc. Igor Poljak, ipoljak@sumfak.hr

okruženju. Ovom metodom se, osim ciljane šumske vrste, štite i sve druge biljne i životinjske vrste prisutne u ekosustavu, čime je korist višestruka. Ova je metoda najprimjenjivija za vrste s velikim arealom i velikom gustoćom populacije, čime je prirodno osigurana visoka razina genetičke raznolikosti. Druga metoda očuvanja, *ex situ*, podrazumijeva očuvanje vrsta izvan prirodnog okruženja, odnosno staništa, te se često primjenjuje istovremeno s metodom *in situ*. Ova je metoda ponajprije primjenjiva kod vrsta s malim arealom ili ograničenom veličinom populacije (Kajba i sur. 2006). Potreba očuvanja genske raznolikosti šumskih vrsta drveća u Europi najčešćim dijelom se odnosi na vrste koje pripadaju gospodarski najzastupljenijim i najvažnijim vrstama socijalnih listača (hrastovi i bukva) i četinjača (jеле, smreke i borovi). Međutim, u posljednjih dvadesetak godina posebice je intenzivirano očuvanje genofonda plemenitih listača, koje obuhvaćaju više vrsta iz različitih rodova poput *Acer* L., *Alnus* Mill., *Castanea* Mill., *Fraxinus* L., *Juglans* L., *Malus* Mill., *Prunus* L., *Pyrus* L., *Sorbus* L., *Ulmus* L. i *Tilia* L. Vrste iz navedenih rodova dijelom su ugrožene zbog negativnog utjecaja različitih bolesti i štetnika i rascjepkanosti areala, a dijelom zbog prekomjernog iskorištavanja drva visoke tehničke vrijednosti (Kajba i sur. 2006). Jedna od plemenitih listača koja je predložena kao modelna vrsta za razvoj dugoročnih strategija za očuvanje genofonda, koje kombiniraju metode očuvanja evolucijskog i adaptivnog potencijala i oplemenjivanja, je pitomi kesten (*Castanea sativa* Mill.).

PITOMI KESTEN SWEET CHESTNUT

Europski pitomi kesten listopadno je do 35 m visoko drveće, koje doživi starost i do 1000 godina. Jednodomna je vrsta jednospolnih cvjetova koji se razvijaju tijekom lipnja, a opršuju se kulkcima i vjetrom (Petit i Larue 2022). Vrsta je prepoznatljiva po svojim karakterističnim kopljastim listovima nazubljenoga ruba te po plodovima (orasima) koje nazivamo kestenima. Plodovi pitomog kestena po obliku, veličini, boji i dlakavosti vrlo su varijabilni (Poljak 2014), a smješteni su u kuglastim ovojima (kupulama) koji su na površini obrasli brojnim stršćim i oštrim ježastim ljuskama. Plodovi dozrijevaju krajem rujna i u listopadu. U povoljnim prilikama kesten rodi plodom svake godine, a obilniji urod mu je svake dvije ili tri godine (Anić 1942; Herman 1971).

Rasprostranjen je u mediteranskom području, od Kaspijskog jezera do Atlantskog oceana, uključujući Madeiru, Azore i Kanarske otoke, od 51° sjeverne geografske širine u jugozapadnoj Njemačkoj i južnoj Engleskoj, do 37° sjeverne geografske širine u Tunisu na gorju Tlemcen (Fernández-López i Alfa 2003; Conedera i sur. 2004a). Na području svog rasprostranjenja pitomi kesten raste na nadmorskim visinama od 200 do 1200 (1600) m, ovisno o lokalnoj klimi i geografskoj širini (Anić 1942). Najviša nalazišta kestena zabilježena su na južnim padinama Kavkaza, gdje pridolazi

sve do 1800 m nadmorske visine. Vrsta je koja uspijeva u toplijim krajevima, a većinom raste u područjima gdje se godišnja količina oborina kreće od 750 do 1200 mm (Rutter i sur. 1991). Ne raste u nizinskim šumama jer su one za njega vlažne i hladne, niti u visokim planinskim područjima gdje su velike razlike u dnevnim, odnosno godišnjim temperaturama (Medak 2009). Ovisno o području, obitava u različitim šumskim zajednicama na slabije do jače kiselim tlima. Pitomi kesten je uz vinovu lozu i maslinu jedna od najstarijih uzgajanih drvenastih vrsta. Zbog svoje višestruke gospodarske koristi zauzima važno mjesto u mnogim zemljama, a počeci njegova uzgajanja i kultiviranja sežu u davnu prošlost, u vrijeme starogrčke i rimske civilizacije. Iako su Rimljani u znatnoj mjeri pridonijeli širenju uzgoja pitomog kestena, kako na Apeninskom poluotoku, tako i u mnogim drugim dijelovima Europe, najveći interes za kultivacijom kestena razvija se nakon rimskog doba, a povezuje se uz srednjovjekovne društveno-ekonomске strukture (Conedera i sur. 2004a, 2004b). Tijekom tog razdoblja, dijelom mediteranskih zemalja te u južnim dijelovima središnje Europe, kesten je tradicionalno uzgajan u panjačama i nasadima te je za ljudе imao životni značaj jer je osiguravao hranu i drvo (Conedera i Krebs 2008). Početkom 20. stoljeća kultivacija pitomog kestena doseže svoj vrhunac, nakon čega dolazi do zapuštanja nasada i sjeće velikih površina radi dobivanja drva i proizvodnje tanina (Pitte 1986; Bounous 2009; Medak i sur. 2009). Krajem Drugog svjetskog rata uzgoj kestena se gotovo u potpunosti napušta, što je najčešćim dijelom posljedica pojave raka kestenove kore (Halambek 1989), koji je doveo do sušenja i propadanja kestenovih šuma i nasada. Usprkos tomu, posljednjih tridesetak godina sve se više vraća interes za uzgoj ove plemenite listače i to zahvaljujući njezinim višestrukim koristima.

Danas u Europi šume pitomog kestena zauzimaju površinu od približno 2.565.000 ha. Od toga 2.252.000 ha otpada na šume u kojima je kesten jedna od glavnih vrsta drveća, a samo 313.500 ha na mješovite šume s pitomim kestenom. Kestenove šume koncentrirane su u samo nekoliko zemalja s dugom tradicijom uzgajanja kestena. Najveći udio ukupne površine pod kestenovim šumama nalazi se u Italiji i Francuskoj – čak 79 %. Zajedno s ostalim zemljama koje su tradicionalno vezane uz uzgoj kestena, a to su Portugal, Španjolska i Švicarska, taj se postotak penje na 89 % (Conedera i sur. 2004a, 2004b). Osim toga, veće površine kestenovih šuma nalazimo i na području Turske i Gruzije.

PITOMI KESTEN U EUROPI – OČUVANJE GENOFONDA SWEET CHESTNUT IN EUROPE – GENE CONSERVATION

Pitomi kesten intenzivno je uzgajan zbog svojih plodova i drva. Važan je ne samo za ruralnu tradiciju, lokalna gospodarstva i kulture, već i zbog svoje krajobrazne i ekološke

vrijednosti. Ipak, od sredine prošloga stoljeća diljem Europe njegovu raznolikost ugrožavaju ljudske aktivnosti, gljivične bolesti i štetnici te sve intenzivnije posljedice globalnog zatopljenja. Upravo je iz tih razloga pitomi kesten predložen kao modelna vrsta za razvoj dugoročnih strategija usmjerenih na kombiniranje očuvanja evolucijskog i adaptivnog potencijala, korištenja genofonda za oplemenjivanje i očuvanje mediteranskog krajolika kroz nekoliko multidisciplinarnih projekta na europskoj razini, od kojih se ističu COST Action G4 i CASCADE.

Mnogi znanstvenici koji se bave istraživanjima pitomog kestena u Europi okupljeni su u organizaciju "European Chestnut Network", koja je podloga za suradnju, raspravu i razmjenu aktualnih istraživačkih rezultata i ideja, a iz koje je i proizašla inicijativa za pokretanje prvog velikog multidisciplinarnog projekta usmjerenog na revitalizaciju i unapređenje uzgoja kestena u Europi. COST Action G4 projekt, u trajanju od svibnja 1996. godine do svibnja 2001. godine, je kroz četiri znanstvena područja (fiziologija, genetika te zaštita i uzbudjanje šuma) pokušao proširiti znanje u području očuvanja pitomog kestena kroz nekoliko ciljeva: povećanje osnovnog razumijevanja fiziologije; istraživanje genskih resursa kestena u Europi; razvijanje strategije za prikupljanje i očuvanje genofonda (*ex situ* i *in situ*); uspostavljanje i usklajivanje općih protokola biološke kontrole bolesti kestena te integracija metoda biološke kontrole u zajedničko upravljanje šumama. Novostećeno znanje u području očuvanja pitomog kestena nudilo je podlogu za inventarizaciju ekonomski održivih genotipova za proizvodnju plodova i drva te omogućilo korak naprijed u osiguravanju ekološki prilagođenih genotipova. Mnoge zemlje poput Španjolske, Ujedinjenog Kraljevstva, Francuske, Nizozemske, Njemačke, Švicarske, Italije, Slovačke i Mađarske aktivno su sudjelovale u COST projektu, dok su zanimanje iskazale i Grčka i Turska.

Multidisciplinarni projekt CASCADE (EVK2-CT-1999-00006), bio je projekt Europske unije (EU) financiran unutar Petog okvirnog programa, čiji su ključni ciljevi bili: globalne promjene, klima i bioraznolikost (Eriksson i sur. 2005; Villani i Eriksson 2006). Navedeni projekt trajao je četiri godine, od 2000. do 2004., a bio je predvođen grupom znanstvenika iz 11 europskih istraživačkih institucija i pet europskih zemalja. Projekt je obuhvaćao različita znanstvena područja, kao što su: ekologija, fiziologija, fitopatologija, entomologija, genomika, populacijska genetika, kvantitativna genetika, očuvanje genofonda, oplemenjivanje drveća, ekonomija okoliša i gospodarenje šumama. Opći cilj projekta CASCADE bio je razviti strategiju dugoročnog očuvanja genofonda i upravljanja europskim pitomim kestenom. Kako bi cilj bio ostvaren, bilo je potrebno identificirati okolišne čimbenike koji ograničavaju rast kestena, procijeniti gensku varijabilnost postajećih voćnjaka, panjača i šumskih sastojina visokog uzgojnog oblika, odre-

diti stupanj izmjene genskog materijala između ova tri tipa populacija, odrediti zone za uzgoj kestena te identificirati socio-ekonomski utjecaj proizvoda iz kestenovih šuma i voćnjaka. Za genetičke studije odabrane su 82 populacije iz Francuske, Grčke, Italije, Španjolske i Ujedinjenog Kraljevstva, koje su pokrivale različite stadije naturalizacije i gospodarske uzgojne oblike u širokom rasponu klimatskih i stanišnih čimbenika.

Osim ova dva velika projekta, u mnogim europskim zemljama pokrenuti su brojni projekti na lokalnoj razini, kojima je bila svrha utvrditi genetičku i morfološku raznolikost pitomog kestena za očuvanje genofonda i upravljanje šumskim reproduksijskim materijalom. Osim u Hrvatskoj (Poljak 2014; Poljak i sur. 2017), ova su istraživanja provedena diljem južne i središnje Europe, uključujući Španjolsku (Ramos-Cabrer i Pereira-Lorenzo 2005; Mattioni i sur. 2008; Fernández-López i Monteagudo 2010; Martín i sur. 2007, 2012; Fernández-Cruz i Fernández-López 2016; Cuevas i sur. 2017; Míguez-Soto i sur. 2019), Italiju (Pigliucci i sur. 1991; Mattioni i sur. 2008; 2010; Alessandri i sur. 2022), Švicarsku (Gobbin i sur. 2007; Beccaro i sur. 2012), Slovačku (Bolvansky i sur. 2009), Sloveniju (Solar i sur. 2005), Češku (Hozova i sur. 2009), Bosnu i Hercegovinu (Daničić i sur. 2018), Bugarsku (Luisini i sur. 2013), Grčku (Aravanopoulos i sur. 2001; Mattioni i sur. 2010; Castellana i sur. 2021) i Tursku (Villani i sur. 1991, 1992; Fornari i sur. 1999; Castellana i sur. 2021). Nažalost, broj sjemenskih plantaža proizašlih iz ovih istraživanja je skroman, a one se nalaze u Bugarskoj (Glushkova i sur. 2010) i Rumunjskoj (de Vries i sur. 2015).

Genska raznolikost šumskog drveća, zahvaljujući ponajviše širokom arealu te velikoj plastičnosti drvenastih vrsta (Salvolainen i sur. 2007, 2011), u pravilu je visoka te se ona dobro prilagođava lokalnim uvjetima, tvoreći ekotipove. Očuvanje genofonda vrste, odnosno genske raznolikosti stoga ovisi o očuvanju njezinih populacija u sklopu šumskog ekosustava (Kajba i sur. 2006). U ovu je svrhu u Europi, u sklopu Paneuropске strategije za očuvanje genske raznolikosti šumskog drveća, osnovan veći broj zaštitnih šumskih jedinica, koje predstavljaju izvore genske raznolikosti za budućnost. Zaštitne jedinice birane su u središnima areala vrste gdje je genska raznolikost često veća, ali i u rubnim zonama (de Vries i sur. 2015). Ukupno su na području cijele Europe, uključujući i Tursku, izdvojene 34 konzervacijske jedinice pitomog kestena. Najveći broj populacija izdvojen je na Pirenejskom poluotoku (20 jedinica) te u Turskoj (devet jedinica), dok su Apeninski i Balkanski poluotok malo zastupljeni te bi se proces izdvajanja populacija trebao nastaviti.

Najnovijim istraživanjima je utvrđeno da pitomi kesten u Europi ima veliku genetičku raznolikost te da se populacije geografski grupiraju u tri genska skupa (Mattioni i sur. 2013, 2017). Populacije iz istočne Europe podijelile su se u

dvije skupine: skupinu koja obuhvaća jednu populaciju iz Rumunjske, zatim populacije iz Bugarske, Grčke i zapadne Turske i drugu skupinu koju formiraju populacije iz Rusije, Azerbajdžana, Gruzije i istočne Turske. Treća skupina populacija, odnosno genski skup je uključila populacije iz zapadne i središnje Europe te se može podijeliti u tri skupine. Prvu skupinu čine populacije iz sjeveroistočne, srednje i južne Španjolske; drugu skupinu populacije iz sjeverozapadne Španjolske, Mađarske i Slovačke; te treću populacije iz Italije, Francuske i Velike Britanije. Istraživanjem je utvrđena snažna povezanost između rezultata populacijsko-genetičkih istraživanja i postojećih podataka o pribježištima tijekom posljednjeg ledenog doba (Huntley i Birks 1983; Pitte 1986; Krebs i sur. 2004, 2019), pri čemu autori odbacuju prijašnje pretpostavke da je pitomi kesten čovjek proširoio iz Turske u Grčku te potom u Italiju i ostale dijelove zapadne Europe. Nadalje, na europskoj razini su primjećeni općeniti trendovi: očekivana heterozigotnost i alelno bogatstvo razmjerno su visoki u središtu rasprostranjenosti vrste te se prema sjeveru i zapadu smanjuju, dok se vrijednosti broja privatnih alela povećavaju prema istočnim i nekim izoliranim zapadnim populacijama. U konačnici, kao prioritetne populacije za očuvanje genofonda istaknute su one na području Gruzije, istočne Turske i Italije.

PITOMI KESTEN U HRVATSKOJ – OČUVANJE GENOFONDA

SWEET CHESTNUT IN CROATIA – GENE CONSERVATION

U nas pitomi kesten raste u šumama brežuljkasto-brdskog područja kontinentalnog dijela Hrvatske, u Istri te na otocima Krku i Cresu. Veći dio areala pitomog kestena pruža se kroz središnju Hrvatsku, od slovenske granice do granice s Bosnom i Hercegovinom, gdje se najveće i najljepše sastojine nalaze na Zrinskoj i Petrovoj gori te na Medvednici (Medak i sur. 2009). Ukupno šumske površine na kojima pitomi kesten raste u Hrvatskoj ima oko 136.000 ha (Novak-Agbaba i sur. 2000). U kontinentalnom dijelu Hrvatske raste na nadmorskim visinama od 150 do 600 (700) m, gdje uspijeva na različitim ekspozicijama i različitim tipovima tala. Tvori čiste ili mješovite sastojine u pojusu kitnjakovih i bukovih šuma, gdje na sjevernim i istočnim ekspozicijama te na više ili manje strmim nagibima i zasjenjenim položajima pridolaze mezofilne, a na suhim južnim i zapadnim padinama acidofilne kestenove šume (Medak 2004, 2009). U submediteranskom području kestenove šume se isključivo razvijaju na sjevernim i istočnim ekspozicijama te na dubokim i ispranim tlima povrh vapnenastih podloga (Anić 1945, 1953; Medak 2009).

Uzgoj pitomog kestena ima dugu tradiciju u Hrvatskoj, a proizvodi dobiveni od kestena su korišteni u mnogim gospodarskim granama (Medak i sur. 2009). Iz panjača kratkih

ophodnji (2-8 godina) dobivao se sitni materijal za obruče i košare, tanje kolje te štapovi i držalice za poljoprivredne alatke i kišobrane koje su još u 19. stoljeću proizvodile tvornice štapova u Zagrebu, Glini, Pakracu i Samoboru, kao i poznati „špancir štapovi“ iz Karlovca. Od ogrijevnog drva i panjeva proizvodio se ugljen za kovačke vatre. Krupnije kestenovo drvo koristilo se za motke, kolje za vinograde, bačve za vino i pivo, stupove, letve, rudničko drvo, tanje građevno drvo, uske daske, proizvodnju tanina i sl. U prošlosti stoljeću postojale su tvornice tanina u Sisku, Belišću i Đurđenovcu, za koje je kesten bio najvažnija sirovina, međutim sve tri tvornice su u međuvremenu prestale s radom. Kestenov listinac koristio se za streljanje, a plod od davnina za prehranu ljudi i stoke. Plodovi kestena sakupljali su se za otkup u prehrambenoj industriji, za preradu u pire, brašno i konzerviranje. Osamdesetih godina prošloga stoljeća, na području Zrinske gore sakupljalo se od 2.000 do 4.000 t ploda godišnje za potrebe prehrambeno-prerađivačke industrije.

Dosadašnja istraživanja na području Hrvatske pokazala su značajne razlike u genskoj raznolikosti između kontinentalnih i submediteranskih populacija pitomog kestena, kao i između populacija pitomog kestena unutar pojedinih regija (Poljak 2014; Poljak i sur. 2017). Razlike između populacija posebice su naglašene između submediteranskih populacija koje su međusobno izolirane staništima nepovoljnima za rast kestena. Morfološka istraživanja lista i ploda potvrdila su genetičke razlike između populacija pitomog kestena na području Hrvatske (Poljak 2014). Utvrđeno je da se kontinentalne populacije odlikuju većim listovima i sitnjijim plodovima, a submediteranske populacije manjim listovima i krupnijim plodovima. S obzirom na to da su submediteranske populacije bolje prilagođene na toplije i suše okolišne uvjete, u slučaju velikih klimatskih promjena (učestalost suša, požari, porast temperature zraka i tla), one potencijalno mogu obogatiti genetičku raznolikost kontinentalnih populacija te povećati njihovu adaptabilnost. S druge strane submediteranske populacije pitomog kestena su posebno osjetljive na negativne utjecaje klimatskih promjena. Naime, porastom temperature te promjenom oborinskih obrazaca (smanjenjem količine oborina, češćim oborinskim ekstremima i tendencijom prema sušoj klimi), može doći do gubitka povoljnog staništa za pitomi kesten, što će u konačnici rezultirati geografskim pomakom u rasprostranjenosti, a samim time i smanjenjem genske raznolikosti.

Različite karakteristike populacija, kao i njihove prilagodbe na određene uvjete, mogu se testirati u testovima provenijencija (Eriksson 1996, 1998). Sadnjom biljaka iz različitih populacija, na pokusne plohe poznatih klimatskih čimbenika, genske, morfološke, fenotipske te fenološke razlike dolaze do izražaja, čime je omogućen odabir najboljih jedinki (provenijencija) za određene uvjete na plohamu

koje će se pošumljavati (Maurer i Fernández-López 2001). Osim toga, moguće je utvrditi karakteristike rasta stabala značajne u šumarstvu (razgranatost, brzina rasta, preživljjenje), kao i poboljšati nastojanja u očuvanju genske raznolikosti.

Iz ovih su razloga u jesen 2020. godine osnovane dvije pokušne plohe pitomog kestena u kontinentalnom i submediteranskom području Hrvatske u sklopu istraživačkog projekta: "Od terena do nasada: karakteristike i prilagodljivost na stres prirodnih populacija pitomoga kestena i maruna". Projekt je financirala Hrvatska zaklada za znanost, od 2018. do 2022. godine. Sjemenski materijal za proizvodnju sadnica za podizanje pokusnih ploha sakupljen je sa 120 stabala iz 12 hrvatskih populacija (10 stabala po populaciji) iz dva divergentna staništa (submediteranska i kontinentalna regija). Pokusna ploha u kontinentalnom dijelu Hrvatske osnovana je na području UŠP Karlovac, Šumarije Ozalj, u GJ Stražnji Vrh, a pokusna ploha u submediteranskom dijelu Hrvatske na području UŠP Buzet, Šumarije Buje, u GJ Oprtalj. Ukupno je posađeno 720 sadnica, odnosno 360 na svakoj od ploha, s razmakom sadnje od 4 m. Na svakoj plohi biljke su raspoređene u slučajnom blok rasporedu s tri bloka (ponavljanja). Svaki blok ima po jednu sadnicu iz svake od familija polusrodnika, iz svih populacija. Osim sadnica u pokusu zasađen je i zaštitni pojas sa sadnicama pitomog kestena.

Korištenje šumskog reproduksijskog materijala svoji šumskog drveća od gospodarskog značaja, uključujući i pitomi kesten, u šumarstvu je dopušteno samo u skladu sa smjernicama propisanim Pravilnikom o provenijencijama svoji šumskog drveća (NN 147/2011). U gospodarenju šumama, ova činjenica dovodi do podjele šumskog sjemenskog materijala na sjemenske zone, odnosno uvjetuje odabir sjemenskog materijala s obzirom na provenijenciju. Prema gore navedenom pravilniku, provenijencije svoji šumskog drveća od značaja dijele se na sjemenske oblasti te dalje na sjemenske zone i sjemenske regije. Sve gospodarske jedinice prema pripadnosti podijeljene su između sjemenskih regija, čime se uvjetuje korištenje šumskog reproduksijskog materijala (sjeme, sadnice uzgojene iz sjemena) unutar jedne sjemenske oblasti. U oblasti submediteranskih šuma, dozvoljeno je korištenje reproduksijskog materijala samo unutar sjemenske regije. Drugim riječima, trenutna je praksa u Hrvatskoj da se prilikom obnove šuma naših autohtonih vrsta koristi sjeme lokalnih populacija, što je u slučaju pitomog kestena i opravdano, jer su populacije prilagođene na lokalne uvjete okoliša (Poljak 2014; Poljak i sur. 2017).

Najveća genska raznolikost pitomog kestena utvrđena je za populaciju koja se nalazi unutar Parka prirode Medvednica. Prema Strategiji i akcijskome planu zaštite prirode Republike Hrvatske (NN 72/217), parkovi prirode, kao i ostali

zakonom zaštićeni predjeli, predstavljaju izvore bioraznolikosti koje je potrebno zaštititi te očuvati. Ovime je zajamčena *in situ* zaštita svih populacija vrsta koje obitavaju na područjima parkova prirode, odnosno zaštićena je postojeća genska varijabilnost i adaptabilnost na procese prirodne evolucije (Kajba i sur. 2006). Alternativno, ove se populacije mogu koristiti kao izvor šumskog reproduksijskog materijala, odnosno izvor sjemena za pošumljavanje, uključivanjem u buduće planove očuvanja, gospodarenja i prometovanja šumskim reproduksijskim materijalom. Ipak, s obzirom na to da su između populacija pitomog kestena utvrđene značajne razlike u genskoj raznolikost prilikom podizanja novih sastojina, potrebno je koristiti sjeme lokalnih populacija, jer su one prilagođene lokalnim okolišnim uvjetima.

Najmanja varijabilnost na području Hrvatske utvrđena je u populacijama pitomog kestena na području Petrove i Zrinske gore, koje se nalaze na rubu areala (Poljak 2014; Poljak i sur. 2017). Iako je uobičajeno da se *in situ* metoda očuva raznolikost onih populacija gdje je najveća genetička raznolikost, koje se u pravilu nalaze u sredini areala, sa stajališta očuvanja genofonda ove rubne populacije su posebno zanimljive. Iako su obilježene manjom genetičkom raznolikošću (De Kort i sur. 2021), često kao posljedica genetičkih uskih grla i fragmentacije na mikrostaništa (Vakkari i sur. 2020), zbog ekstremnih uvjeta na rubovima areala pokazuju najveću plastičnost, odnosno sposobnost prilagodbe uvjetima. Ovime su rubne populacije izvor rijetkih alela kojih u središtu areala nema, odnosno upravo su one genetički jedinstvene te značajno doprinose ukupnom adaptivnom potencijalu vrste (de Vries i sur. 2015). Njihov značaj prepoznat je i u Hrvatskoj te su upravo na tim rubnim dijelovima areala pitomog kestena u Hrvatskoj selekcionirane četiri sjemenske sastojine pitomog kestena, a koje se koriste za sakupljanje šumskog reproduksijskog materijala.

MARUNI – OČUVANJE GENOFONDA MARRONS – GENE CONSERVATION

Pitomi kesten od davnina je privlačio pozornost ljudi, posebice u planinskim područjima. Tijekom nekih razdoblja povijesti, posebice u Srednjem vijeku, bio je nezamjenjiva namirnica te je neke civilizacije moguće okarakterizirati kao „civilizacije kestena“ (Gobbin i sur. 2007; Pereira-Lorenzo i sur. 2020). Rezultat ove važnosti u prehrani očituje se u nastanku kultiviranih sorti (kultivara) kestena, poznatih pod nazivom maruni. Maruni se, u usporedbi s divljim stablima, ponajprije ističu krupnoćom i kvalitetom plodova (Idžoitić i sur. 2012; Poljak i sur. 2016). Pritom je selekcijom stvoren veći broj kultivara specifične namjene, kao što su kultivari prikladni izradi kestenova brašna, kandiranju ili za izradu pirea od kestena (Bounous 2002). Prema talijan-

skoj definiciji, marunom se može smatrati onaj kultivar europskog pitomog kestena s najkvalitetnijim, krupnim plodovima dobrog okusa, duguljastog oblika s malim hilumom i izbočenim tamnim prugama; plodovi se moraju lako ljuštiti te rijetko imaju dvostrukе sjemenke. Francuski je standard sličan, no propisuje i maksimalan broj plodova s dvije sjemenke, do 12 % (Idžođić i sur. 2012).

Veliki značaj maruna posebice je očit u južnoj Europi, gdje je selekcijom stvoren velik broj lokalnih i nacionalnih kultivara. Primjerice, samo u Italiji poznato je preko 300 kultivara (Torello Marinoni i sur. 2013), dok je u španjolskoj pokrajini Galiciji poznato preko 75 kultivara (Pereira-Lorenzo i sur. 1996). Velika raznolikost maruna istražena je u morfološkim, a u novije vrijeme i genetičkim istraživanjima. Tradicionalni morfometrijski pristup podrazumijeva mjerjenje značajki biljnih organa maruna, ponajprije lista i ploda. Ovim je metodama okarakteriziran velik broj kultivara na Pirenejskom poluotoku (Pereira-Lorenzo i sur. 1996; Pereira-Lorenzo i Fernández-López 1997; Ramos-Cabrera i Pereira-Lorenzo 2005; Furones-Perez i Fernández-López 2009), u Italiji (Cutino i sur. 2006; Torello Marinoni i sur. 2013), Ukrajini (Grygorieva i sur. 2017), Turskoj (Ertaş 2007; Serdar i sur. 2011) te Hrvatskoj (Poljak i sur. 2016; 2021). Noviji pristup morfološkim istraživanjima korištenje je mikrosatelitnih biljega, koji su primjenjeni u karakterizaciji kultivara Pirenejskog poluotoka (Martín i sur. 2010, 2017; Pereira-Lorenzo i sur. 2010, 2019; Fernández-López i Fernández-Cruz 2015; Fernández-Cruz i sur. 2022), Italije (Torello Marinoni i sur. 2013), Švicarske (Gobbin i sur. 2007), kao i Hrvatske (Idžođić i sur. 2012; Tumpa i sur. 2022).

U nastojanju da se raznolikost ekotipova očuva, početkom 21. stoljeća pokrenut je projekt sakupljanja genotipova (cijepova) kultivara vrsta roda *Castanea* na Sveučilištu u Torinu, s ciljem stvaranja zaštićenog nasada (zbirke) (Mellano i sur. 2012). Do današnjeg je dana sakupljenog preko 300 cijepova te se projekt nastavlja i dalje, a slične su *ex situ* plantaže osnovane i u Rumunjskoj (de Vries i sur. 2015). Ovaj oblik očuvanja predstavlja očuvanje genofonda *ex situ*, odnosno izvan mjesta gdje su genotipovi prirodno rasprostranjeni ili, u slučaju kultivara maruna, uzgajani. Druga metoda očuvanja, *in situ*, podrazumijeva očuvanje cijelih ekosustava u kojima se neka vrsta pojavljuje, odnosno očuvanje populacije maruna u njezinom tradicionalnom okruženju.

Maruni su također prisutni i u Hrvatskoj, na području Istre i Kvarnera. Zahvaljujući optimalnim uvjetima u submediteranskoj klimi, uzgoj maruna na području Istre i Kvarnera poprimio je značajnije razmjere već u 17. stoljeću, kada su plodovi maruna predstavljali bitan izvozni proizvod (Poljak i sur. 2016). Usprkos padu proizvodnje te napuštanju nasada tijekom 19. i 20. stoljeća, maruni i danas imaju zna-

čajnu ulogu u kulturi lokalnog stanovništva, kao i posjetitelja u vrijeme sazrijevanja plodova i tematskih manifestacija („Lovranska marunada“) (Idžođić i sur. 2012; Poljak i sur. 2021). U uzgoju su lokalno poznata tri geografska kultivara: ‘Lovranski Marun’, ‘Lovrinski Marun’ te ‘Creski Marun’. Ipak, znanstvenim istraživanjem genetičke raznolikosti nasada potvrđeno je postojanje samo jednog poliklonalnog kultivara, ‘Lovranskog Maruna’ (Tumpa i sur. 2022). Pri tome ovaj kultivar tvori pet genotipova koji se u uzgoju tretiraju jednakom, odnosno uzgajivači ne čine razliku prilikom cijepljenja plemki ili mjera njege. S obzirom na učestalost pojavnosti cijepljenih stabala te općenito stanje nasada, Lovran se smatra ishodišnom zonom uzgoja maruna, iz kojeg su se plemke iznosile te su bile nacijski cijepljene na podloge u Lovrinu i Cresu. Osim specifične genetičke pozadine ‘Lovranskog Maruna’, nasadi u Hrvatskoj ističu se i jedinstvenim položajem u prostoru, na dodirnoj zoni s prirodnim populacijama pitomog kestena. Ovime je omogućen protok gena između kultiviranih i prirodnih populacija (Poljak i sur. 2017), odnosno nastanak hibridnih stabala, poznatih lokalno pod nazivom „marušnjaci“. Kao rezultat, genetička struktura nasada raznolika je te uključuje cijepljena stabla (marune), marušnjake, kao i divlja stabla, koja u nasade spontano ulaze iz prirodnih populacija. Ova činjenica pogoduje većoj genskoj raznolikosti te potencijalnom nastanku i identifikaciji novih kultivara maruna, koji bi se vegetativnim putem mogli održavati u uzgoju.

ZAKLJUČCI CONCLUSIONS

Prvi korak ka osiguranju očuvanja i održivog korištenja genskih resursa pitomog kestena u Europi je procjena geografske rasprostranjenosti i statusa očuvanosti prirodnih populacija, kao i kultivara pitomog kestena (maruna). Prilikom je očuvanje moguće provoditi *in situ* i *ex situ* metodama. *In situ* očuvanje ponajprije je namijenjeno zaštiti prirodnih populacija, čime se štiti genska raznolikost, kao i čitavi ekosustavi. Populacije u središtu areala su najraznolikije, dok su populacije na rubovima zanimljive zbog visoke plastičnosti. U Hrvatskoj su u svrhu *in situ* očuvanja izdvojene populacije na Medvednici, Zrinskoj i Petrovoj gori, dok se pod okriljem *in situ* očuvanja mogu smatrati i dobro održavani nasadi maruna na području Istre i Kvarnera, u kojima se kontinuirano održava poliklonalni kultivar ‘Lovranski Marun’. Drugi vid zaštite genofonda je *ex situ* očuvanje, koje podrazumijeva podizanje i održavanje sjemenskih plantaže različitih provenijencija, kao i klonskih plantaže. U sjemenskim plantažama je, osim očuvanja samih stabala prisutnih u njima, moguća i selekcija najboljih genotipova za različite svrhe, kao što su otpornost na bolesti i štetnike, obilan i kvalitetan urod te poželjne karakteristike za tehničko drvo. U ovu su svrhu u Hrvatskoj

podignute dvije pokusne plohe pitomog kestena, predstavljene s 12 populacija iz cijelog areala u Hrvatskoj. Klomske plantaže u Hrvatskoj nedostaju, odnosno nužno je podići plohu u kojoj će svih pet genotipova koji tvore 'Lovranski Marun' biti očuvani, čime će se jedinom do sada utvrđenom nacionalnom kultivaru osigurati budućnost.

ZAHVALE ACKNOWLEDGEMENTS

Rad je izrađen u okviru projekta Hrvatske zaklade za znanost (projekt IP-2018-01-1295) i hrvatsko-švicarskog istraživačkog programa koji provode Hrvatska zaklada za znanost i Švicarska nacionalna zaklada za znanost (projekt IZHRZ0_180651).

LITERATURA REFERENCES

- Alessandri, S., A.M. Ramos Cabrer, M.A. Martín, C. Mattioni, S. Pereira-Lorenzo, L. Dondini, 2022: Genetic characterization of Italian and Spanish wild and domesticated chestnut trees, *Sci. Hortic.*, 295: 110882. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.110882>.
- Anić, M., 1942: O rasprostranjenosti evropskog pitomog kestena s osobitim obzirom na nezavisnu državu Hrvatsku i susjedne zemlje, Tiskara C. Albrecht (P. Acinger), 142 str, Zagreb.
- Anić, M., 1945: Pogledi na šumsku vegetaciju Istre i susjednih zemalja, Šum. List 69: 13–23.
- Anić, M., 1953: Pitomi kesten na Cresu, Glas. Šum. Pokus., 11: 321–356.
- Aravanopoulos, F.A., A.D. Drouzas, P.G. Alizoti, 2001: Electrophoretic and quantitative variation in chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in Hellenic populations in old-growth natural and coppice stands, *For. Snow Landsc. Res.*, 76 (3): 429–434.
- Ballian, D., D. Kajba, 2011: Oplemenjivanje šumskog drveća i očuvanje njegove genetske raznolikosti, Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 299 str, Sarajevo-Zagreb.
- Beccaro, G.L., D. Torello-Marionni, G. Binelli, D. Donno, P. Boccacci, R. Botta, A.K. Cerutti, M. Conedera, 2012: Insights in the chestnut genetic diversity in Canton Ticino (Southern Switzerland), *Silvae Genet.*, 61 (1-6): 292–300. <https://doi.org/10.1515/sg-2012-0037>
- Bolvanský, M., F. Tokár, D. Tarinová, M. Užík, A. Kormuták, 2009: Phenotypic and genetic differences among populations of European chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in Slovakia, *Acta Hortic.*, 844: 235–242.
- Bounous, G. 2002. Il castagno: Coltura, ambiente ed utilizzazioni in Italia e nel mondo. Edagricole, Bologna.
- Bounous, G. 2009: Italy, Following chestnut footprints (*Castanea* spp.) – cultivation and culture, folklore and history, traditions and use, *Scripta Hortic.*, 9: 72–84.
- Castellana, S., M.A. Martín, A. Solla, F. Alcaide, F. Villani, M. Cherubini, D. Neale, C. Mattioni, 2021: Signatures of local adaptation to climate in natural populations of sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) from southern Europe, *Ann. For. Sci.*, 78: 27. <https://doi.org/10.1007/s13595-021-01027-6>.
- Conedera, M., M.C. Manetti, F. Giudici, E. Amorini, 2004a: Distribution and economic potential of the sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in Europe, *Ecol. Medit.*, 30: 179–193.
- Conedera, M., P. Krebs, 2008: History, present situation and perspective of chestnut cultivation in Europe, *Acta Hortic.*, 784: 23–27.
- Conedera, M., P. Krebs, W. Tinner, M. Pradella, D. Torriani, 2004b: The cultivation of *Castanea sativa* Mill. in Europe, from its origin to its diffusion on a continental scale, *Veget. Hist. Archaeobot.*, 13: 161–179.
- Cuestas, M.I., C. Mattioni, L.M. Martín, E. Vargas-Osuna, M. Cherubini, M.A. Martín, 2017: Functional genetic diversity of chestnut (*Castanea sativa* Mill) populations from southern Spain, *For. Syst.*, 26 (3): 5. <http://dx.doi.org/10.5424/fs/2017263-11547>.
- Cutino, I., T. La Mantia, T. Caruso, D. Cartabellotta, 2006: The indigenous germplasm of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in the Etna area: ecophysiological aspects and morphological traits of the fruit, *Adv. Hortic. Sci.*, 20: 107–112.
- Daničić, V., B. Kovačević, D. Ballian, 2018: Varijabilnost morfoloških svojstava ploda europskog pitomog kestena (*Castanea sativa* Mill.) u prirodnim populacijama Bosne i Hercegovine", Šumar. List, 142 (9-10): 517–528. <https://doi.org/10.31298/sl.142.9-10.7>
- De Kort, H., J.G. Prunier, S. Ducatez, O. Honnay, M. Baguette, V.M. Stevens, S. Blanchet, 2021: Life history, climate and biogeography interactively affect worldwide genetic diversity of plant and animal populations, *Nat. Commun.*, 12: 516. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-20958-2>
- De Vries, S.M.G., M. Alan, M. Bozzano, V. Burianek, E. Collin, J. Cottrell, M. Ivanković, C.T. Kelleher, J. Koskela, P. Rotach, L. Vietto, L. Yrjänä, 2015: Pan-European strategy for genetic conservation of forest trees and establishment of a core network of dynamic conservation units, EUFORGEN, Biodiversity International, Rim.
- Eriksson, G., 1996: Evolutionary genetics and conservation of forest tree genetic resources. U: Noble Hardwoods Network, Report of the 1st EUFORGEN Meeting, IPGRI Rim, 159–167.
- Eriksson, G., 1998: Evolutionary genetics and conservation of forest tree genetic resources. U: Noble Hardwoods Network, Report of the 2nd EUFORGEN Meeting, IPGRI Rim, 61–75.
- Eriksson, G., A. Pliura, J. Fernández-López, R. Zas, R. Blanco Silva, F. Villani, G. Bucci, M. Casasoli, M. Cherubini, M. Lauteri, C. Mattioni, C. Monteverdi, A. Sansotta, G. Garrod, M. Mavrogiannis, R. Scarpa, F. Spalato, P. Aravanopoulos, E. Alizoti, A. Drouzas, 2005: management of genetic resources of the multi-purpose tree species *Castanea sativa* Mill., *Acta Hortic.*, 693: 373–386. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2005.693.47>
- 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 Evol.*, 54: 691–699.
- Fernández-Cruz, J., B. Míguez-Soto, J. Fernández-López, 2022: Origin of traditional sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) varieties from the Northwest of the Iberian Peninsula, *Tree Genet. Genomes*, 18: 34. <https://doi.org/10.1007/s11295-022-01564-9>
- Fernández-Cruz, J., J. Fernández-López, 2016: Genetic structure of wild sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) populations in northwest of Spain and their differences with other European

- stands, Conserv. Genet., 17: 949–967. <https://doi.org/10.1007/s10592-016-0835-4>
- Fernández-López, J., A. B. Monteagudo, 2010: Genetic structure of wild Spanish populations of *Castanea sativa* as revealed by isozyme analysis, For. Syst., 19 (2): 156–169.
 - Fernández-López, J., J. Fernández-Cruz, 2015: Identification of traditional Galician sweet chestnut varieties using ethnographic and nuclear microsatellite data, Tree Genet. Genomes., 11: 111. <https://doi.org/10.1007/s11295-015-0934-2>
 - Fernández-López, J., R. Alía, 2003: Technical Guidelines for genetic conservation and use for chestnut (*Castanea sativa* Mill.), EUFORGEN International Plant Genetic Resources Institute, 6 str., Rim.
 - Flores, A., J. López-Upton, C.D. Rullán-Silva, A.E. Olthoff, R. Alía, C. Sáenz-Romero, J.M. García del Barrio, 2019: Priorities for conservation and sustainable use of forest genetic resources in four Mexican pines, Forests, 10: 675. <https://doi.org/10.3390/f10080675>.
 - Fornari, B., D. Taurchini, F. Villani, 1999: Genetic structure and diversity of two Turkish *Castanea sativa* Mill. populations investigated with isozyme and RAPD polymorphisms [random amplified polymorphic DNA], J. Breed. Genet. (Italy), 53: 315–325.
 - Furones-Perez, P., J. Fernández-López, 2009: Morphological and phenological description of 38 sweet chestnut cultivars (*Castanea sativa* Miller) in a contemporary collection, Span. J. Agric. Res., 7: 829–843. <https://doi.org/10.5424/sjar/2009074-1097>.
 - Glushkova, M., M. Zhyanski, K. Velinova, 2010: Nut quality assessment of chestnut cultivars from 'Ivanik' clone collection, For. Sci., 1: 3–14.
 - Gobbin, D., L. Hohl, L. Conza, M. Jermini, C. Gessler, M. Conedera, 2007: Microsatellite-based characterization of the *Castanea sativa* cultivar heritage of southern Switzerland, Genome, 50 (12): 1089–1103. <https://doi.org/10.1139/G07-086>.
 - Grygorieva, O., S. Klymenko, J. Brindza, Z. Schubertová, N. Nikolaieva, J. Šimková, 2017: Morphometric characteristics of sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) fruits, Potr. S. J. F. Sci., 11: 288–295. <https://doi.org/10.5219/684>.
 - Halambek, M. 1989: Istraživanje virulentnosti gljive (*Endothia parasitica* Murr./And.) uzročnika raka kore pitomog kestena (*Castanea sativa* Mill.). Disertacija, Fakultet šumarstva i drvene tehnologije, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
 - Herman, J., 1971: Šumarska dendrologija, Stanbiro, 470 str., Zagreb.
 - Hozova, L., L. Jankovsky, A. Akkak, D. Torello Marioni, R. Botta, J. Šmerda, 2009: Preliminary study of the genetic structure of a chestnut population in the Czech Republic based on SSR analysis, Acta Hortic., 815: 43–50. DOI: 10.17660/ActaHortic.2009.815.5
 - Huntley, B.J., H.J.B. Birks, 1983: An atlas of past and present pollen maps for Europe: 0-13000 years ago, Cambridge University Press, 667 str., Cambridge.
 - Idžočić, M., M. Zebeć, I. Poljak, Z. Šatović, Z. Liber, 2012: Analiza genetske raznolikosti "lovranskog maruna" (*Castanea sativa* Mill.) korištenjem mikrosatelitnih biljega, Šumarski list, 136: 577–585.
 - Kajba, D., J. Gračan, M. Ivanković, S. Bogdan, M. Gradečki-Poštenjak, T. Littvay, I. Katičić, 2006: Očuvanje genofonda šumskih vrsta drveća u Hrvatskoj, Glas. Šum. Pokus., 5: 235–249.
 - Krebs, P., G.B. Pezzatti, G. Beffa, W. Tinner, M. Conedera, 2019: Revising the sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) refugia history of the last glacial period with extended pollen and macrofossil evidence, Quat. Sci. Rev., 206: 111–128. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2019.01.002>
 - Krebs, P., M. Conedera, M. Pradella, D. Torrioni, M. Felber, W. Tinner, W. 2004: Quaternary refugia of sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.): An extended palynological approach, Veg. Hist. Archaeobot., 13: 145–160.
 - Luisini, I., I. Velichkov, P. Pollegioni, F. Chiocchini, G. Hinkov, T. Zlatanov, M. Cherubini, C. Mattioni, 2013: Estimating the genetic diversity and spatial structure of Bulgarian *Castanea sativa* populations by SSRs: Implications for conservation, Conserv. Genet., <https://doi.org/10.1007/s10592-013-0537-0>.
 - Martín, M. A., A. Moral, L. M. Martín, J.B. Alvarez, 2007: The genetic resources of European sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in Andalusia, Spain, Genet. Resour. Crop Evol., 54: 379–87.
 - Martín, M.A., C. Mattioni, J.R. Molina, J.B. Alvarez, M. Cherubini, M.A. Herrera, F. Villani, L.M. Martín, 2012: Landscape genetic structure of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in Spain, Tree Genet. Genomes, 8: 127–136.
 - Martín, M.A., C. Mattioni, M. Cherubini, D. Taurchini, F. Villani, 2010: Genetic characterization of traditional chestnut varieties in Italy using microsatellites (simple sequence repeats), Ann. Appl. Biol., 157: 37–44. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2010.00407.x>.
 - Martín, M.A., C. Mattioni, M. Cherubini, F. Villani, L.M. Martín, 2017: A comparative study of European chestnut varieties in relation to adaptive markers, Agroforest. Syst., 91: 97–109. <https://doi.org/10.1007/s10457-016-9911-5>
 - Mattioni, C., M. Cherubini, D. Taurchini, F. Villani, M. A. Martín, 2010: Genetic diversity in european chestnut populations, Acta Hortic., 866: 163–167.
 - Mattioni, C., M. Cherubini, E. Micheli, F. Villani, G. Bucci, 2008: Role of domestication in shaping *Castanea sativa* genetic variation in Europe, Tree Genet. Genomes, 4 (3): 563–574.
 - Mattioni, C., M.A. Martín, F. Chiocchini, M. Cherubini, M. Gaudet, P. Pollegioni, I. Velichkov, R. Jarman, F.M. Chambers, L. Paule, V.L. Damian, G.C. Crainic, F. Villani, 2017: Landscape genetics structure of European sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.): Indications for conservation priorities, Tree Genet. Genomes, 13: 39. <https://doi.org/10.1007/s11295-017-1123-2>.
 - Mattioni, C., M.A. Martín, P. Pollegioni, M. Cherubini, F. Villani, 2013: Microsatellite markers reveal a strong geographical structure in European populations of *Castanea sativa* (Fagaceae): evidence for multiple glacial refugia, Am. J. Bot., 100: 951–961. doi:10.3732/ajb.1200194
 - Maurer, W.D., J. Fernández-López, 2001: Establishing an international sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) provenance test: preliminary steps, For. Snow Landsc. Res., 76: 482–486.
 - Medak, J. 2009: Šumske zajednice i staništa pitomog kestena (*Castanea sativa* Mill.) u Hrvatskoj, Disertacija, Fakultet šumarstva i drvene tehnologije, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
 - Medak, J., 2004: Fitocenološke značajke šuma pitomog kestena u sjeverozapadnoj Hrvatskoj. Diplomski rad, Fakultet šumarstva i drvene tehnologije, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
 - Medak, J., M. Idžočić, S. Novak-Agbaba, M. Ćuković-Perica, I. Mujić, I. Poljak, D. Juretić, Ž. Prgomet, 2009: Croatia.U:D.Avanzato (ur.), Following chestnut footprints (*Castanea* spp.) - culti-

- vation and culture, folklore and history, traditions and use, *Scripta Hortic.*, 9: 40–43.
- Mellano, M.G., G.L. Beccaro, D. Donno, D. Torello Marinoni, P. Boccacci, S. Canterino, A.K. Cerutti, G. Bounous, 2012: *Castanea* spp. biodiversity conservation: collection and characterization of the genetic diversity of an endangered species, *Genet. Resour. Crop Evol.*, 59: 1727–1741. <https://doi.org/10.1007/s10722-012-9794-x>.
 - Míguez-Soto, B., J. Fernández-Cruz, J. Fernández-López, 2019: Mediterranean and Northern Iberian gene pools of wild *Castanea sativa* Mill. are two differentiated ecotypes originated under natural divergent selection, *PLoS ONE*, 14 (2): e0211315. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211315>
 - Novak-Agbaba, S., B. Liović, M. Pernek, 2000: Prikaz sastojina pitomog kestena (*Castanea sativa* Mill.) u Hrvatskoj i zastupljenost hipovirulentnih sojeva gljive *Cryphonectria parasitica* (Murr.) Barr., Radovi Šumarskog instituta, 35 (1): 91–110.
 - Pereira-Lorenzo, S., A.M. Ramos-Cabrer, T. Barreneche, C. Mattoni, F. Villani, B. Díaz-Hernández, L.M. Martín, A. Robles-Loma, Y. Cáceres, A. Martín, 2019: Instant domestication process of European chestnut cultivars, *Ann. Appl. Biol.*, 174: 74–85. <https://doi.org/10.1111/aab.12474>
 - Pereira-Lorenzo, S., J. Fernández-López, 1997: Description of 80 cultivars and 36 clonal selections of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) from Northwestern Spain, *Fruit Var. J.*, 51: 13–27.
 - Pereira-Lorenzo, S., J. Fernández-López, J. Moreno-Gonzalez, 1996: Variability and grouping Northwestern Spanish chestnut cultivars. I. Morphological traits, *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 121: 183–189.
 - Pereira-Lorenzo, S., R.L. Costa, A. Ramos-Cabrer, C.A. Marques Ribeiro, M.F. Serra da Silva, G. Manzano, T. Barreneche, 2010: Variation in grafted European chestnut and hybrids by microsatellites reveals two main origins in the Iberian Peninsula, *Tree Genet. Genomes*, 5: 701–715. <https://doi.org/10.1007/s11295-010-0285-y>.
 - Pereira-Lorenzo, S., Y. Bischofberger, M. Conedera, P. Piattini, J. Crovadore, R. Chablais, A. Rudow, S. Hatt, A.M. Ramos-Cabrer, T. Barreneche, F. Lefort, 2020: Reservoir of the European chestnut diversity in Switzerland, *Biodivers. Conserv.*, 29, 2217–2234. <https://doi.org/10.1007/s10531-020-01970-2>
 - Petit, R.J., C. Larue, 2022: Confirmation that chestnuts are insect-pollinated, *Bot. Lett.*, 169: 3, 370–374, DOI: 10.1080/23818107.2022.2088612
 - Pigliucci, M., C. Paoletti, S. Fineschi, M.E. Malvolti, 1991: Phenotypic integration in chestnut (*Castanea sativa* Mill.): leaves versus fruits, *Bot. Gaz.*, 152: 514–521.
 - Pitte, J.-R., 1986: Terres de castanide. Hommes et paysages du châtaignier de l'Antiquité à nos jours, Fayard, 479 str, Pariz.
 - Poljak, I. 2014: Morfološka i genetska raznolikost populacija i kemijski sastav plodova evropskog pitomog kestena (*Castanea sativa* Mill.) u Hrvatskoj. Doktorska disertacija, Fakultet šumarstva i drvene tehnologije, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
 - Poljak, I., M. Idžočić, Z. Šatović, M. Ježić, M. Ćurković Perica, B. Simovski, J. Acevski, Z. Liber, 2017: Genetic diversity of the sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in central Europe and the western part of the Balkan Peninsula, and evidence of marron genotype introgression into wild populations, *Tree Genet. Genomes*, 13: 18. <https://doi.org/10.1007/s11295-017-1107-2>.
 - Poljak, I., N. Vahčić, A. Vidaković, K. Tumpa, I. Žarković, M. Idžočić, 2021: Traditional sweet chestnut and hybrid varieties: chemical composition, morphometric and qualitative nut characteristics, *Agronomy*, 11: 516. <https://doi.org/10.3390/agronomy11030516>.
 - Poljak, I., N. Vahčić, M. Gačić, M. Idžočić, 2016: Morphology and chemical composition of fruits of the traditional Croatian chestnut variety 'Lovran Marron', *Food Technol. Biotechnol.*, 54: 189–199. <https://doi.org/10.17113/ftb.54.02.16.4319>.
 - Ramos-Cabrer, A.M., S. Pereira-Lorenzo, 2005: Genetic relationship between *Castanea sativa* Mill. trees from north-western to south Spain based on morphological traits and isoenzymes, *Genet. Resour. Crop Evol.*, 52: 879–890. <https://doi.org/10.1007/s10722-003-6094-5>.
 - Rutter, P.A., G. Müller, J.A. Payne, 1991: Chestnuts (*Castanea*), *Acta Hortic.*, 290: 761–785.
 - Savolainen, O., S.T. Kujala, C. Sokol, T. Pyhäjärvi, K. Avia, T. Knürr, K. Kärkkäinen, S. Hicks, 2011: Adaptive potential of northernmost tree populations to climate change, with emphasis on Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), *J. Hered.*, 102 (5): 526–536. <https://doi.org/10.1093/jhered/esr056>
 - Savolainen, O., T. Pyhäjärvi, T. Knürr, 2007: Gene flow and local adaptation in trees, *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, 38: 595–619.
 - Serdar, U., H. Demirsoy, L. Demirsoy, 2011: A morphological and phenological comparison of chestnut (*Castanea*) cultivars 'Serdar' and 'Marigoule', *AJCS*, 5: 1311–1317.
 - 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 Evol.*, 52: 381–394. <https://doi.org/10.1007/s10722-005-2252-2>.
 - Torello Marinoni, D., A. Akkak, C. Beltramo, P. Guaraldo, P. Boccacci, G. Bounous, A.M. Ferrara, A. Ebone, E. Viotto, R. Botta, 2013: Genetic and morphological characterization of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) germplasm in Piedmont (north-western Italy), *Tree Genet. Genomes*, 9: 1017–1030. <http://doi.org/10.1007/s11295-013-0613-0>.
 - Tumpa, K., Z. Šatović, Z. Liber, A. Vidaković, M. Idžočić, M. Ježić, M. Ćurković Perica, I. Poljak, 2022: Gene flow between wild trees and cultivated varieties shapes the genetic structure of sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) populations, *Sci. Rep.*, 12: 15007. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-17635-9>.
 - Vakkari, P., M. Rusanen, J. Heikkilä, T. Huotari, K. Kärkkäinen, 2020: Patterns of genetic variation in leading-edge populations of *Quercus robur*: genetic patchiness due to family clusters, *Tree Genet. Genomes*, 16: 73. <https://doi.org/10.1007/s11295-020-01465-9>.
 - Villani, F., G. Eriksson, 2006: Conservation and management of European chestnut (*Castanea sativa* Mill.) genetic resources: outputs of the CASCADE project. EUFORGEN Noble Hardwoods Network, Report of the sixth (9–11. 06. 2002, Alter do Chão, Portugal) and seventh meetings (22–24. 04. 2004, Arezzo - Italija). International Plant Genetic Resources Institute, Rim.
 - Villani, F., M. Pigliucci, M. Lauteri, M. Cherubini, 1992: Congruence between genetic, morphometric, and physiological data on differentiation of Turkish chestnut (*Castanea sativa*), *Genome*, 35: 251–256.
 - Villani, F., M. Pigliucci, S. Benedettelli, M. Cherubini, 1991: Genetic differentiation among Turkish chestnut (*Castanea sativa* Mill.) populations, *Heredity*, 66: 131–136.

SUMMARY

Sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) is a noble, multi-purpose hardwood species. In addition to edible fruits and high-quality wood, chestnut forests have been used as a source of various resources since the antiquity. Intensive management of forests and stands, however, together with the emergence of chestnut blight, has led to their decline and dieback. As a result, in numerous European countries multidisciplinary projects were initialized, with goals of conserving the genetic resources of the species, as well as reestablishing its significance in rural and forest ecosystems. In this paper, an overview of the most important long-term gene conservation strategies is presented, with suggestions for guidelines for application of *in situ* and *ex situ* conservation methods in Croatia.

KEY WORDS: gene conservation, conservation units, provenance, genetic diversity, forest reproductive material

TIPOLOGIJA ŠUMSKIH ČISTINA

FOREST CLEARING TYPOLOGY

Jasnica MEDAK¹, Ivana SIROVICA^{1*}, Joso VUKELIĆ²

SAŽETAK

Šumske čistine (eng. forest clearings, forest gaps, canopy openings) čine regeneracijske oblike uravnoteženih i pretežito zrelih šumskih sastojina. Kao neizostavan dio dinamike razvoja strukturno stabilnih šumskih kompleksa te posljedica otvaranja sastojinskog sklopa, odlikuju se strukturnom i mikroklimatskom jedinstvenošću te konstantnom promjenjivošću (White i Pickett 1985, Runkle i Yetter 1987, Busing i White 1997, Schliemann i Bockheim 2011).

Unatoč brojnim istraživanjima šumskih čistina diljem svijeta, nedovoljno poznavanje ovakvih oblika staništa na našem području, uz varijabilnost sindinamičkih procesa u odnosu na klimu i zemljopisni položaj, najveći su uzroci problematike njihove kategorizacije. Dodatni izazov na području Hrvatske predstavlja i njihova uloga u gospodarenju šumama unutar Natura 2000 mreže (NN 7/2006), zbog čega široko shvaćeni pojma „šumske čistine“ u vegetacijskom smislu čini, ne samo izazov u gospodarenju šumama, nego potencijalno i praktični problem u obliku provođenja mjera zaštite. S ciljem približavanja postojeće problematike njihovog definiranja, ovim je radom, na temelju primjenjivih dosadašnjih istraživanja, uspostavljena strukturalna kategorizacija šumskih čistina s obzirom na podrijetlo, tip (oblik), veličinu, prostorni smještaj i vegetacijsku pripadnost prema Nacionalnoj klasifikaciji staništa Republike Hrvatske, uz prijedlog održivih mjera zaštite. Predložena kategorizacija, vegetacijska pripadnost, jednako kao i mjere zaštite, podložne su naknadnim izmjenama i/ili dopunama te mogu poslužiti kao temeljno polazište budućih istraživanja ovakvih oblika staništa naših prostora.

KLJUČNE RIJEČI: strukturalne karakteristike šumskih čistina, vegetacija šumskih čistina, dinamika šumskih čistina

UVOD

INTRODUCTION

Šumske čistine predstavljaju poseban oblik staništa i poprilično širok te raznoliko opisivan pojam s kojim se nerijetko susrećemo u području šumarstva i zaštite prirode. Izvorna definicija šumskih čistina naših prostora dio je Pravilnika o uređivanju šuma (NN 52/1994, 11/1997), zajedničkih odredba prostorne podjele šuma i šumskih zemljišta Republike Hrvatske (članci 2. i 7.), prema kojoj se smatraju šumom neobraslim, proizvodnim zemljištem većim od 0,1 ha te, jednakom kao plješine (razgoljene površine manje od 0,1 ha) i progale (prekid sklopa koji se ne može više zatvo-

riti krošnjama susjednih stabala), čine sastavne dijelove jednodobnih sastojina. Naknadnim izmjenama i nadopunama Pravilnika (NN 79/2015, NN 111/2006), definicija šumskih čistina ostaje kao neobraslo, proizvodno zemljište. Također, trenutno važeća definicija propisana je i Pravilnikom o popisu stanišnih tipova i karti staništa (NN 27/2021), Nacionalne klasifikacije staništa (NKS), IV. dopunjene verzije (prilog 1.), gdje šumske čistine (C.5.2.) pripadaju skupini visokih zeleni (C.5.) i, svojim flornim sastavom, označavaju prijelaz (ekoton) između travnjačke i šumske vegetacije, a samostalno, na većim površinama, i sukcesijski stadij zaranjanja travnjaka u šumu (Slika 1).

¹ Dr.sc. Jasnica Medak, *Ivana Sirovica mag.ing.silv., Hrvatski šumarski institut, Zavod za ekologiju šuma, Croatian Forest Research Institute, Division for Forest Ecology, Cvjetno naselje 41, HR-10450 Jastrebarsko, Hrvatska, e-mail: jasnam@sumins.hr, ivanas@sumins.hr

² Dr. Joso Vukelić, professor emeritus, Oikon d.o.o. – Institut za primjenjenu ekologiju, Zavod za upravljanje prirodnim resursima, Oikon Ltd. – Institute of Applies Ecology, Department of Natural Resources Management, Trg senjskih uskoka 1-2, HR-10020 Zagreb, Hrvatska, jvukelic@oikon.hr

*autor za korespondenciju – corresponding author



Slika 1. Prikaz šumske čistine

Figure 1. Forest clearing

Istraživanja šumskih čistina provedena su u šumskim ekosustavima diljem svijeta, poput SAD-a, Skandinavije, Rusije te područja tropskih kišnih šuma. Značajan doprinos razumijevanju navedenog stanišnog tipa potječe i istraživanjem bukovih šuma središnje, istočne te jugoistočne Europe. Potreba za definiranjem šumskih čistina proizlazi iz dugoročnog promatranja prekinutog sklopa sastojine (eng. openings) i njihovog povezivanja s, ponajprije, fiziološkim procesima stabala te prirodnim poremećajima (Watt 1947, White i Pickett 1985, Whitmore 1989). Prema Wattu (1947), šumske čistine (eng. forest clearings, forest gaps, canopy openings) čine otvoreno područje unutar kontinuiranog zatvorenog sklopa sastojine gdje progresivni sukcesivni razvoj nadzemnog sloja može dosegnuti između 10 do 20 metara (u usporedbi s visinom ostalog dijela sastojine koja varira između 30 i 35 metara). Sličan opis korišten je i od strane Krasnyja i Whitmorea (1992), Nakashizuke i dr. (1995) te Schliemann i Bockheima (2011) koji ih smatraju otvorenim područjima podložnim progresivnoj sukcesiji s visinom stabala do maksimalno 2/3 prosječne visine okolnih krošnji.

Istraživači poput Watta (1947), Grubba (1977), Whitea i Picketta (1985), Collinsa i Picketta (1987), Runklea i Yettera (1987), Whitmorea (1989), Botera i dr. (2011), Hytteborna i Verwijsta (2011) te Schliemann i Bockheima (2011) prihvataju definiciju šumskih čistina kao dijelova šumskih ekosustava nastalih uslijed odumiranja jednog ili više stabala i/ili njihovih otpalih i oštećenih dijelova. Oprečno prvotnoj verziji Pravilnika o uređivanju šuma u kojoj šumske čistine čine dio jednodobnih sastojina, većina autora smatra ih regeneracijskim dijelovima uravnoteženih, raznодobnih i, pretežito zrelih šumskih sastojina. Kao neizostavan dio dinamike razvoja stabilnih šumskih ekosustava te posljedica otvaranja sastojinskog sklopa, šumske čistine odlikuju se strukturnom i mikroklimatskoj jedinstvenošću (Busing i White 1997, Anderson i Leopold 2002, Fahey i Puettmann 2007). Usporedbom s okolnim dijelovima šuma, šumske

čistine karakteriziraju uvjeti povećane razine insolacije, razgradnje organske tvari te pedološke raznolikosti. Svojom pojavom pozitivno utječu na udio i sastav brojnih biljnih i životinjskih vrsta, posebice ptica (Lewandowski i dr. 2021), leptira (Ohwaki i dr. 2017), šišmiša (Tena i dr. 2020), gmazova i vodozemaca (Greenberg 2001). Također, nastanak šumskih čistina omogućuje razvoj i mnogih ugroženih biljnih i životinjskih vrsta (Spies i Franklin 1989, Anderson i Leopold 2002, Lanta i dr. 2019).

Unatoč brojnim istraživanjima šumskih čistina diljem svijeta, njihove strukturne i vegetacijske značajke još uvek nisu u potpunosti određene. Neujednačenost definiranja navedenog stanišnog tipa te varijabilnost sindinamičkih procesa u odnosu na klimu i zemljopisni položaj, najveći su uzroci otežavanja njihove kategorizacije. Također, nedostatak istraživanja ovakvih stanišnih tipova na našem području doprinosi cjelokupnoj problematiki. Dodatni izazov na području Republike Hrvatske predstavlja uloga šumskih čistina u gospodarenju šumama unutar Natura 2000 mreže (NN 7/2006). Jedna od važnijih mjera odnosi se upravo na očuvanje šumskih čistina (livada, pašnjaka i dr.) unutar šumskih ekosustava u najvećoj mogućoj mjeri. Neselektivno propisivanje ovakvih mjera u praksi može dovesti do neželjenih posljedica određenih šumskih stanišnih tipova u obliku degradacije šumskog tla, pojave invazivnih vrsta i slično. Upravo iz tog razloga, široko shvaćeni pojam „šumske čistine“ u vegetacijskom smislu predstavlja, ne samo izazov u gospodarenju šumama, nego i potencijalno praktični problem u obliku provođenja mjera zaštite.

Cilj ovoga rada je na temelju dosadašnjih primjenjivih istraživanja, uspostaviti određene strukturne kategorije, odnosno, tipove šumskih čistina, predstaviti njihovu vegetacijsku pripadnost prema Nacionalnoj klasifikaciji staništa Republike Hrvatske te generalno predložiti tipove mjera zaštite za pojedine kategorije. Odabir literature regionalne je rasprostranjenosti i klimatske podudarnosti istraživanih područja s našim podnebljem, čiji rezultati mogu poslužiti kao temeljno polazište budućih istraživanja ovakvih oblika staništa naših prostora, jednako kao i njihovo bolje razumijevanje.

REZULTATI I RASPRAVA

RESULTS AND DISCUSSION

Istraživanjem dostupne literature predstavljena je sljedeća strukturalna kategorizacija šumskih čistina s obzirom na podrijetlo, tip (oblik), veličinu, prostorni smještaj (Tablica 1) te vegetacijsku pripadnost (Tablica 2).

Podrijetlo – Origins

Prirodni poremećaji predstavljaju glavne organizacijske čimbenike prirodnog ekosustava, neizostavnog utjecaja na dinamiku razvoja i održavanje strukture, vegetacijskog sa-

Tablica 1. Tipologija šumskih čistina s istaknutom literaturom
Table 1. Typology of forest clearings with prominent literature

Podjela šumskih čistina Forest clearing typology		Značajna referenca Significant reference	
Podrijetlo Origins	prirodno <i>natural</i>	antropogeno <i>anthropogenic</i>	Grubb 1977 Muscolo i dr. 2014 Schliemann i Bockheim 2011
Tip (oblik) Type (shape)	nepravilan <i>irregular</i>	pravilan <i>regular</i>	Gagnon i dr. 2004 Schliemann i Bockheim 2011 Muscolo i dr. 2014 Bottero i dr. 2011 Whitmore 1989 Foster i Reiners 1986
Veličina Size	mala <i>small</i>	velika <i>large</i>	Muscolo i dr. 2014 Schliemann i Bockheim 2011 Busing i White 1997 Drösser and Von Lüpke 2005 Nagel i Svoboda 2008
Prostorni smještaj Location	unutrašnjost sume <i>forest interior</i>	rub šume <i>forest edge</i>	Harper i dr. 2005 Lanta i dr. 2019 Muscolo i dr. 2014

stava, gustoće, veličine te distribucije većine sastojina umjerenoj toplinskog područja (Łaska 2001). Njihova veličina, intenzitet i učestalost pojavljujući se u stvaranju i održavanju fragmenata različitih stupnjeva sindinamičkog razvoja u ekosustavu (tzv. ekoloških mozaika) jedinstvenih mikroklimatskih uvjeta (White i Pickett 1985, Schliemann i Bockheim 2011). U istraživanju podrijetla šumskih čistina istaknuti su brojni znanstvenici: Grubb (1977), Clebsch i Busing (1989), Whitmore (1989), Attiwill (1994), Clinton i dr. (2000), Zeibig i dr. (2005), Nagel i Diaci (2006), Fahey i Puettmann (2007), Bottero i dr. (2011) te Lewandowski i dr. (2021).

Nastanak šumske čestine rezultat je niza egzogenih (vanjskih) poremećaja poput djelovanja štetnika i glivičnih patogena, vjetroloma, ledoloma, snjegoizvala, požara, udara groma, ciklona, kompeticije unutar/između vrsta te prirodne sukcesije staništa. Također, čistine se razvijaju i uslijed endogenih (unutarnjih) poremećaja, odnosno, fiziološkog odumiranja starijih stabala periodičnog ili kroničnog karaktera, koji prema Botteru i dr. (2011), čine primarne uzročnike njihovog nastajanja. Nadalje, razvoj može biti uvjetovan i ljudskom aktivnošću (antropogeno podrijetlo), u obliku sječa, hidrotehničkih mjera, indirektnih posljedica neodrživog razvoja industrija, pašarenja, košnje te malčiranja površina. Prema Muscolu i dr. (2014), indikatori prirodnog nastanka šumskih čistina čine stabla koja su, u većini slučajeva, u potpunosti izvaljena dok se, uslijed antropogenog djelovanja, panjevi i korijenov sustav zadržavaju unutar tla. Važnost prirodnih poremećaja slabijeg intenziteta, koji dovode do nastanka šumskih čistina manjih površina, zajednička je tema istraživanja dinamike šumskih ekosustava diljem svijeta. Većina navedenih autora podržava tvrdnju da šumske čistine nastale odumiranjem

svega jednog ili nekoliko stabala imaju ključnu ulogu u održavanju složene strukture sastojina. Također, šumske čistine zrelih i ekološki stabilnih sastojina najčešće su rezultat kombiniranog djelovanja većeg broja okolišnih čimbenika manjeg opsega tijekom duljeg razdoblja te rjeđe posljedica pojedinačnog, velikog ekscesa.

Tip (oblik) – Type (shape)

Fizički oblik šumskih čistina rezultat je odgovarajućeg intenziteta čimbenika koji je doveo do njihovog nastanka, odražavajući pritom dimenzije krošnji/debla odumrlih stabala. Istraživanja oblika šumskih čistina proveli su znanstvenici poput: Gagnona i dr. (2004), Arévala i Fernández-Palacios (2007), Hytteborna i Verwijsta (2011), Schliemann i Bockheima (2011) te Muscola i dr. (2014).

Dok većina znanstvenika ističe pravilni (šumska čistina x m uzduž pravca) i nepravilni oblik šumskih čistina, pojedini autori poput Arévalaa i Fernández-Palaciosa (2007) i Muscola i drugih (2014), naglašavaju kvadratni ili pravokutni, kružni, elipsoidni te lejkasti oblik (eng. chablis). Za razliku od šumskih čistina pravilnog oblika, šumske čistine nepravilnog oblika više su izložene rubnim utjecajima te povećanim kompeticijskim odnosima tamošnje vegetacije. Uz veličinu, fizički oblik šumskih čistina uvelike utječe na sastav i heterogenost flornog sastava te sudjeluje u oblikovanju mikroklima.

Veličina – Size

Veličina šumskih čistina predstavlja jednu od najvažnijih razlikovnih osobina, koja uz brojne druge čimbenike značajno djeluje na njena mikroklimatska obilježja, posebice na razinu insolacije, amplitudu temperature, količinu vode u tlu i koljanje nutrijenata. Također, veličina šumskih čistina čini i vrlo važnu odrednicu intenziteta prirodne šumske obnove, a može iznositi 10 te prelaziti 5000 m². Problematika definiranja veličine šumskih čistina istražena je od strane brojnih znanstvenika poput: Grubba (1977), Whitea i Picketta (1985), Fostera i Reinersa (1986), Runklea (1989), Whitmorea (1989), Businga i Whitea (1997), Grayja i dr. (2002), Drössera i Von Lüpkea (2005), Zeibiga i dr. (2005), Hutha i Wagnera (2006), Nagela i Diacija (2006), Scharenbrocha i Bockheima (2007), Nagela i Svobode (2008), Kanderesa i dr. (2009), Bottera i dr. (2011), Schliemann i Bockheima (2011), Diacija i dr. (2012) te Muscola i dr. (2014). Oprečno prvotnoj verziji Pravilnika o uređivanju šuma u kojem šumske čistine zauzimaju površinu veću od 0,1 ha, posječna površina šumskih čistina umjerenog toplinskog područja varira između 50 i 100 m² (Arévalo i Fernández-Palacios 2007, Kenderes i dr. 2009), a čak 85% šumskih čistina srednje Europe ne prelazi 250 m² (Drößer i Von Lüpke 2005). Uzimajući u obzir kompleksnost definiranja veličine šumskih čistina različitih podneblja, predlaže se njihova općenita podjela na male i velike šumske

čistine. Većina istraživača poput Schliemann i Bockheima (2011) te Fostera i Reinersa (1986) male šumske čistine smatraju onima s površinom manjom od 1000 m², dok veće šumske čistine, s druge strane, površinom većom od 1000 m². Za razliku od velikih šumskih čistina, većina šumskih čistina čistih i mješovitih bukovih šuma srednje, istočne i jugoistočne Europe površinom je manja od 1000 m². Dok su površinom velike šumske čistine najčešće uzrokovane prirodnim poremećajima većeg opsega i antropogenim djelovanjem, šumske čistine manjih površina nastaju kao posljedica jednog ili više različitih ekoloških čimbenika slabijeg intenziteta. Jednom formirana šumska čistina podložna je naknadnom smanjenju ili povećanju svoje površine (eng. extended gap), čime nerijetko dolazi do nastanka fragmentiranih različitih stupnjeva sindinamičkog razvoja u ekosustavu, odnosno, tzv. „struktturnih mozaika“ (eng. shifting mosaics).

Prostorni smještaj – Location

Prostorni smještaj, uslijed varijabilnosti ekoloških čimbenika od neizmernog je utjecaja na florni sastav, dostupnost nutrijenata i bioraznolikost ekosustava (Forman i Godron 1981, Fraver 1994, Riutta i dr. 2014). Rezultati literaturnog istraživanja u kojima se ističu sljedeći autori: Fraver (1994), Harper i dr. (2005), Muscolo i dr. (2014), Riutta i dr. (2014) te Lanta i dr. (2019), ukazuju na različitost obilježja šumskih čistina unutar šuma u odnosu na šumske čistine na rubovima šumskih ekosustava. Dok su, s jedne strane, šumske čistine unutar šuma podvrgnute manje dinamičnim sukcesijskim procesima, čistine na njenim rubovima su, s druge strane, podvrgnute djelovanju tzv. „rubnog efekta“ te nerijetko posjeduju biljne organizme iz preklapajućih zajednica okolnih dijelova ekosustava. Također, uslijed veće dostupnosti nutrijenata, šumske čistine na rubovima šuma imaju tendenciju i većeg razvoja sloja grmlja i drveća u odnosu na sloj prizemnog rašča.

Vegetacija – Vegetation

Dinamika vegetacije šumskih čistina predstavlja međusobni odnos stanišnih karakteristika i ekoloških obilježja biljnih vrsta, usko povezanih s prirodnim poremećajima kao glav-

nim organizacijskim čimbenicima (Anderson i Leopold 2002). Nastanak šumskih čistina unutar šumskog kompleksa, uz promjene uvjeta mikroklimatskih procesa poput povećanja insolacije, temperature zraka, ubrzanja razlaganja organske tvari te povisivanja razina nutrijenata u tlu, pozitivno utječe na razvoj brojnih heliofilnih biljnih vrsta (Runkle i Yetter 1987, Busing i White 1997, Fahey i Puettmann 2007, Lanta i dr. 2019). Osim povećanog udjela prizemnog sloja rašča te, nerijetko i bržeg odvijanja procesa prirodne obnove, šumske čistine također sudjeluju u dinamici rasta drvenaste vegetacije, omogućujući stvaranje heterogenih vegetacijskih cjelina (Runkle i Yetter 1987, Lanta i dr. 2019).

Na temelju priloga 1, Pravilnika o popisu stanišnih tipova i karti staništa (NN 27/2021) Nacionalne klasifikacije staništa (NKS) u Republici Hrvatskoj, šumske čistine (C.5.2.) pripadaju skupini visokih zeleni. Navedena vegetacijska skupina sastavni je dio rubova točila, podnožja stijena i planinskih jezeraca gdje je, zbog dugog zadržavanja snijega, otežan razvoj šumske vegetacije. Također, skupina se razvija i na šumskim čistinama, rubovima šumskih putova, požarištima te sjecinama listopadnih i crnogoričnih šuma. Staništa izgrađuju visoke zeljaste trajnice (1-3 m), viši ili niži grmovi, a ponekad i juvenilni oblici niskog drveća. Riječ je, najčešće, o vrstama porodice štitarki (*Apiaceae*), glavočika (*Asteraceae*), žabnjakovki (*Ranunculaceae*) i ljiljanovki (*Liliaceae*). Osim čistina, u skupinu visokih zeleni pripadaju i šumske sjecine, rubovi šume te mjesta nekadašnjih paljevin (NN 27/2021). Trenutno važeća podjela stanišnih tipova šumskih čistina (C.5.2.) na području Republike Hrvatske, kao dopunjeno dio IV. vezije Nacionalne klasifikacije staništa Republike Hrvatske (NN 27/2021), predstavljena je u tablici 2.

Šumske čistine (C.5.2.), kao dio III. razine Nacionalne klasifikacije staništa, u IV razini podijeljene su na stanišne tipove: Šumske čistine velebilja i uskolisnog kipreja (C.5.2.1) te na Šumske čistine, rubovi šumskih putova (C.5.2.2.). Važno je naglasiti da je kategorija Šumskih rubova mnogo šira i da prema NKS-u obuhvaća sveukupno 11 zajednica C.5.1. kategorije (Šumski rubovi). Kategorija Šumskih čistina, rubovi šumskih putova (C.5.2.2.), s druge strane, ne pripada Šumskim rubovima (C.5.1.) već je uvrštena u

Tablica 2. Klasifikacija šumskih čistina u Hrvatskoj. Izvor: (NN 27/2021)

Table 2. Forest clearings classification in Croatia. Source: (NN 27/2021)

NKS: razine, kod i naziv – levels, code and name				
I	II	III	IV	V
C. Travnjaci, cretovi i visoke zeleni <i>Lawns, bogs and tall greens</i>	C.5. Visoke zeleni <i>Tall greens</i>	C.5.2. Šumske čistine <i>Forest clearings</i>	C.5.2.1. Šumske čistine velebilja i uskolisnog kipreja <i>Belladona and blooming sally forest clearings</i>	C.5.2.1.1. Zajednica velebilja i uskolisnog kipreja (<i>Atropetum bella-donae</i> Br.-Bl. 1930) <i>Belladona and blooming sally community</i>

Šumske čistine (C.5.2.). U nastavku, V. razina sadrži zajednicu velebilja i uskolisnog kipreja (C.5.2.1.1.) i Zajednicu velikog žutog kolotoča (C.5.2.1.4.).

C.5.2.1. Šumske čistine velebilja i uskolisnog kipreja – C.5.2.1. *Belladonna and blooming sally forest clearings*

Stanišni tip C.5.2.1. pripada razredu *Epilobietea angustifolii* i reda *Galeopsio-Senecionetalia sylvatici* Passarge 1981 nom. conserv. propos. (syn. *Atropetalia* Vlieger 1937). Razvija se na vapnenačkoj podlozi sječina i paljevina koja, ukoliko je spriječena ispaša, u nekoliko razvojnih faza prelazi u šumu. U njihovom širem opisu, uz glavne (dijagnostičke) vrste: *Atropa bella-donna*, *Epilobium angustifolium* i *Telekia speciosa*, istaknute su i vrste *Rubus idaeus*, *Calamagrostis villosa*, *Eupatorium cannabinum*, *Senecio nemorensis* i *Gentiana asclepiadea* (NN 27/2021).

C.5.2.1.1. Zajednica velebilja i uskolisnog kipreja – C.5.2.1.1. *Belladonna and blooming sally community*

Zajednica velebilja i uskolisnog kipreja (As. *Atropetum belladonnae* Br.-Bl. 1930), razvija se na šumskim čistinama i uz rubove šumskih cesta. U florističkom sastavu ističu se *Atropa bella-donna*, *Epilobium angustifolium*, *Rubus idaeus*, *Calamagrostis villosa*, *Senecio nemorensis*, *Eupatorium cannabinum*, *Gentiana asclepiadea* i druge vrste. Ovoj zajednici pripadaju i Šumske čistine uskolisnog kipreja (Sveza *Epilobion angustifolii* (Rübel 1933) Soó 1933) koje su u prethodnoj verziji NKS-a bile opisane kao C.5.2.1.2. Šumske čistine uskolisnog kipreja (Sveza *Epilobion angustifolii* (Rübel 1933) Soó 1933). To je središnja asocijacija sveze *Atropion* koja raste na umjereno vlažnim, humusom i hranjivima bogatim vapnenastim tlima. Stanišni tip C.5.2.1.1. obuhvaća i drugu zajednicu, odnosno, zajednicu uskolisnog kipreja (As. *Epilobietum angustifolii*), u prošlim verzijama NKS-a označenu kodom C.5.2.1.2. Sastojine uskolisnog kipreja razvijaju se na slabo kiselim, prozračnim, skeletnim i slabije do umjereno humušnim tlima te heliofilnim uvjetima, od donjih montanskih do subalpskih položaja. U Hrvatskoj najčešće rastu iznad 900 m na devastiranim površinama, šumskim rubovima i čistinama u području bukovih, bukovo-jelovih i smrekovih šuma. U Europi uskolisni kiprej razvija se u više flornih kombinacija: na acidofilnim tlima s vrstama: *Populus tremula*, *Deschampsia flexuosa*, *Calluna vulgaris*, *Calamagrostis arundinacea*, *Vaccinium myrtillus*, na sječinama na siromašnim tlima povrh silikata s vrstama: *Senecio sylvaticus*, *Luzula luzuloides* i *Agrostis capillaris* te u sastojinama sa: *Salix caprea*, *Betula pendula*, *Sambucus racemosa*, *Senecio nemorensis*, *Urtica dioica* itd.

C.5.2.1.4. Zajednica velikog žutog kolotoča – C.5.2.1.4. *Telekia speciosa community*

Kolotoč (*Telekia speciosa*) je razmjerno raširena južnoeuropska vrsta koja dominira u sjenovitijim, slabije kiselim,

vlažnijim staništima uz vodotoke, ponikve, šumske ceste i slične lokalitete. Česta je u sastavu ostalih dijagnostičkih vrsta tipa C.5.2.1., ali i drugih vrsta sličnih socio-ekoloških značajki. U Europi su do sada opisane različite zajednice s vrstama *Petasites hybridus*, *Aruncus dioicus* i *Filipendula ulmaria*.

C.5.2.2. Šumske čistine, rubovi šumskih putova (NKS 1-4: C.5.2.1.3.) – C.5.2.2. *Forest clearings and forest roads edges* (NKS 1-4: C.5.2.1.3.)

Stanišni je tip C.5.2.2. Šumske čistine, rubovi šumskih putova u verziji I-IV Nacionalne klasifikacije staništa postavljen na petoj razini s kodom C.5.2.1.3., no u novom NKS-u (IV. dopunjena verzija) od 17.03.2021. godine prebačen je na četvrtu, širu razinu. Njegovi tipovi pripadaju svezi *Sambuco-Salicion* Tx. 1950., odnosno, redu *Prunetalia spinosae* Tx. 1952. i razredu *Crataego-Prunetea* Tx. 1962 nom. conserv. propos. Na petoj razini stanišni tip nije razrađen i u tekstu važećeg NKS-a dijagnostičke vrste čine drvenasti grmovi vrsta *Sambucus racemosa*, *Sambucus nigra*, *Salix caprea*. U europskoj literaturi se navodi da su u sastojinama, uz vrstu *Salix caprea*, uobičajene još *Larix decidua*, *Pinus sylvestris* u sloju drveća, vrste roda *Rubus* te crna i crvena bazga u sloju grmlja. Vrste prizmenog sloja čine *Calamagrostis epigejos*, *Juncus effusus*, *Epilobium angustifolium*, *Fragaria vesca*, *Urtica dioica* i *Tussilago farfara*, prave ruderalne vrste poput: *Artemisia vulgaris* i *Cirsium vulgare* te uvezeni ruderalni elementi: *Conyza canadensis*, *Lupinus polyphyllus* i druge.

Nedovoljna istraženost navedenih stanišnih tipova, uzrok je česte promjene njihove kategorizacijske pripadnosti. Također, nedostatak istraženosti vegetacijskih cjelina šumskih čistina unutar teritorija Republike Hrvatske, također do prinosi nedovoljnog poznavanju ovakvih oblika staništa (Čarni i dr. 2002).

Očuvanje šumskih čistina – Conservation of forest clearings

Važnost očuvanja šumskih čistina proizlazi iz njihove strukturne i mikroklimatske jedinstvenosti u uvjetima otvorenog sklopa, usko povezanih s povoljnim utjecajem na raznolikost biljnih i životinjskih te, nerijetko, ugroženih vrsta (Anderson i Leopold 2002, Lanta i dr. 2019, Spies i Franklin 1989). Prema Prilogu III., Pravilnika o vrstama stanišnih tipova, karti staništa, ugroženim i rijetkim stanišnim tipovima te Pravilniku o Mjerama za očuvanje stanišnih tipova (NN 7/2006), u okviru Mjera očuvanja ugroženih i rijetkih stanišnih tipova prilikom gospodarenja šumama, šumske čistine (livade, pašnjaci i dr.) uključene su u program gospodarenja šumama unutar europske Natura 2000 mreže.

Odarbane mjere aktivnosti ovakvih područja uključuju održavanje postojećeg stanja stanišnog tipa (sječa, košnja),

njegovo obnavljanje, monitoring te pasivno upravljanje bez djelovanja koje, u okviru odredbe članka 6., Upravljanja područjima mreže Natura 2000 (Direktiva o staništima (92/43/EEZ)), moraju odgovarati ekološkim zahtjevima vrsta i staništa. Iako mjere održavanja postojećeg stanja šumskih čistina doprinose očuvanju njihove bioraznolikosti, neselektivno provođenje može biti kontraproduktivnog te nepovoljnog značaja. Uzimajući u obzir prirodni tijek dinamike razvoja šumskih ekosustava, lokalno odumiranje nekolicine stabala i otvaranje sklopa unutar sastojine, nerijetko, vrlo brzo može postati djelom progresivne sindimike, umanjujući time dobrobit i učinkovitost provođenja ovakvih zahvata. Također, mjere zaštite na strmim i teško pristupačnim terenima mogu uzrokovati nepoželjne erozijske procese. Neselektivnost u provođenju mjera zaštite može uzrokovati ozbiljne posljedice na ekosustav, uključujući degradaciju šumskog tla te potencijalnu pojavu invazivnih vrsta. Prijedlog zaštite ovakvih stanišnih tipova čini prilagodba mjera aktivnosti specifičnim ekološkim uvjetima (abiotskim i biotskim čimbenicima) pojedinog područja koji utječe na jedinstvenost njihovih strukturnih karakteristika. Individualni pristup u obliku praćenja određenih stanišnih karakteristika uz određivanje prioriteta zaštite, doprinosi adekvatnom odabiru dalnjih aktivnosti te održivom gospodarenju ovakvim dijelovima ekosustava.

ZAKLJUČCI CONCLUSIONS

Nedovoljno poznavanje šumskih čistina na području Republike Hrvatske, uz varijabilnost sindinamičkih procesa u odnosu na klimu i zemljopisni položaj, najveći su uzroci problematike njihove kategorizacije i definiranja. Također, dodatni izazov na području Republike Hrvatske predstavlja i njihova uloga u gospodarenju šumama unutar Natura 2000 mreže (NN 7/2006), zbog čega, široko shvaćeni pojam „šumske čistine“ u vegetacijskom smislu, predstavlja, osim izazova u gospodarenju šumama, potencijalno i praktični problem provođenja mjera zaštite. Uzimajući u obzir istraživanja šumskih čistina diljem svijeta, ovim je radom predstavljena njihova strukturalna podjela s obzirom na podrijetlo, tip (oblik), veličinu, prostorni smještaj i vegetacijsku pripadnost na području Republike Hrvatske, uz prijedlog održivih mjera zaštite. Šumske čistine razlikuju se s obzirom na prirodno (endogeno i ili egzogeno) i antropogeno podrijetlo. Nadalje, utjecaj odgovarajućeg intenziteta okolišnih čimbenika koji su doveli do njihovog nastanka uvelike se odražava na nepravilnost, odnosno, pravilnost njihovog tipa (oblika) te na prostorni smještaj na temelju kojeg ovakvi stanišni tipovi mogu biti dio unutrašnjosti šumskog kompleksa ili uvjeta njegovih rubova. Također, intenzitet prirodnih poremećaja utječe i na veličinu koja može varirati od 10 do čak i više od 5000 m². Trenutno zabilježeni vegetacijski tipovi šumskih čistina uključuju za-

jednice velebilja i uskolisnog kipreja, zajednicu velikog žutog kolotoča (*Telekium speciosae*), zajednicu velebilja s uskolisnim kiprejom (*Atropetum bella-donae*) te zajednice šumskih čistina i rubova šumskih puteva (NN 27/2021). Obzirom na regionalnu rasprostranjenost i klimatsku podudarnost literaturnih istraživanja s našim podnebljem, navedeni rezultati mogu poslužiti kao temeljno polazište neophodnih istraživanja ovakvih oblika staništa naših prostora i doprinijeti boljem razumijevanju cjelovitosti šumskih ekosustava.

LITERATURA

LITERATURE

- Anderson, K., D. J. Leopold, 2002: The role of canopy gaps in maintaining vascular plant diversity at a forested wetland in New York State, *J. Torrey Bot. Soc.*, 129 (3): 238-250.
- Arévalo, J. R., J. M. Fernández-Palacios, 2007: Treefall Gaps and Regeneration Composition in the Laurel Forest of Anaga (Tenerife): A Matter of Size?, *Plant Ecol.*, 188 (2): 133-143.
- Attiwill, P. M., 1994: The disturbance of forest ecosystems: The ecological basis for conservative management, *For. Ecol. Manag.*, 63: 247-300.
- Bottero, A., M. Garbarino, V. Dukić, Z. Govedar, E. Lingua, T. A. Nagel, R. Motta, 2011: Gap-Phase Dynamics in the Old-Growth Forest of Lom, Bosnia and Herzegovina, *Silva Fenn.*, 45 (5): 875-887.
- Brokaw N. V. L., 1985: Treefalls, regrowth and community structure in tropical forests, *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*, 53-69.
- Busing T. R., P. S. White, 1997: Species diversity and small-scale disturbance in an old-growth temperate forest: a consideration of gap partitioning concepts, *Oikos*, 78: 562-568.
- Clebsch, E. E. C., R. T. Busing, 1989: Secondary Succession, Gap Dynamics, and Community Structure in a Southern Appalachian Cove Forest, *Ecology*, 70 (3): 728-735.
- Clinton, B. D., C. R. Baker, 2000: Catastrophic Windthrow in the Southern Appalachians: Characteristics of Pits and Mounds and Initial Vegetation Responses, *Forest Ecol. Manag.*, 126 (1): 51-60.
- Collins, B. S., S. T. A. Pickett, 1987: Influence of Canopy Opening on the Environment and Herb Layer in a Northern Hardwoods Forest, *Vegetatio*, 70 (1): 3-10.
- Čarni, A., J. Franjić, Ž. Škvorc, 2002: Vegetacija grmastih šumskih rubova u Slavoniji (Hrvatska), *Sumar. List*, 126 (9-10): 459-468.
- Diaci, J., T. Adamic, A. Rozman, 2012: Gap Recruitment and Partitioning in an Old-Growth Beech Forest of the Dinaric Mountains: Influences of Light Regime, Herb Competition and Browsing, *Forest Ecol. Manag.*, 285: 20-28.
- Direktiva vijeća o očuvanju prirodnih staništa i divlje faune i flore (Službeni list Europske Unije br. 92/43/EEZ)
- Drößler, L., B. Von Lüpke, 2005: Canopy Gaps in Two Virgin Beech Forest Reserves in Slovakia, *J. For. Sci.*, 51 (10): 446-457.
- Fahey, R.T. K. J. Puettmann, 2007: Ground-Layer Disturbance and Initial Conditions Influence Gap Partitioning of Understorey Vegetation, *J. Ecol.*, 95 (5): 1098-1109.

- Forman, R. T. T., M. Godron, 1981: Patches and Structural Components for a Landscape Ecology, *BioScience*, 31 (10): 733–740.
- Foster, J. R., W. A. Reiners, 1986: Size Distribution and Expansion of Canopy Gaps in a Northern Appalachian Spruce-Fir Forest, *Vegetatio*, 68 (2): 109–114.
- Fraver, S., (1994): Vegetation Responses along Edge-to-Interior Gradients in the Mixed Hardwood Forests of the Roanoke River Basin, *North Carolina, Conserv. Biol.*, 8 (3): 822–832.
- Gagnon, J. L., E. J. Jokela, W. K. Moser, D. A. Hubler, 2004: Characteristics of Gaps and Natural Regeneration in Mature Longleaf Pine Flatwoods Ecosystems, *Forest Ecol. Manag.*, 187 (2–3): 373–380.
- Gray, A. N., T. A. Spies, M. J. Easter, 2002: Microclimatic and Soil Moisture Responses to Gap Formation in Coastal Douglas-Fir Forests, *Can. J. Forest Res.*, 32 (2): 332–343.
- Greenberg, C. H., 2001: Response of reptile and amphibian communities to canopy gaps created by wind disturbance in the southern Appalachians, *Forest Ecol. Manag.*, 148: 135–144
- Grubb, P.J. (1977) The Maintenance of Species-Richness in Plant Communities: The Importance of the Regeneration Niche, *Biol. Rev.*, 52: 107–145
- Harper, K.A., S. E. Macdonald, P. J. Burton, J. Chen, K. D. Brosofske, S. C. Saunders, E. S. Euskirchen, D. Roberts, M. S. Jaiteh, P. A. Essen, 2005: Edge Influence on Forest Structure and Composition in Fragmented Landscapes, *Conserv. Biol.*, 19 (3): 768–782.
- Huth, F. S. Wagner, 2006: Gap Structure and Establishment of Silver Birch Regeneration (*Betula Pendula* Roth.) in Norway Spruce Stands (*Picea Abies* L. Karst.), *Forest Ecol. Manag.*, 229 (1–3): 314–324.
- Hytteborn, H., T. Verwijst, 2011: The Importance of Gaps and Dwarf Trees in the Regeneration of Swedish Spruce Forests: The Origin and Content of Sernander's (1936) Gap Dynamics Theory, *Scand. J. Forest Res.*, 26 (10): 3–16.
- Kenderes, K., K. Král, T. Vrška, T. Standová, 2009: Natural gap dynamics in a Central European mixed beech–spruce–fir old-growth forest, *Ecoscience* 16: 39–47.
- Krasny, M. E., M. C. Whitmore, 1992: Gradual and Sudden Forest Canopy Gaps in Allegheny Northern Hardwood Forests, *Canad. J. Forest Res.*, 22 (2): 139–143.
- Lanta, V., O. Mudrák, P. Liancourt, M. Bartoš, Z. Chlumská, M. Dvorský, Z. Pusztaiová, Z. Münzbergová, P. Sebek, L. Čížek, J. Doležal, 2019: Active Management Promotes Plant Diversity in Lowland Forests: A Landscape-Scale Experiment with Two Types of Clearings, *Forest Ecol. Manag.*, 448: 94–103.
- Łaska, G., 2001: The disturbance and vegetation dynamics: a review and an alternative framework, *Plant ecol.*, 157: 77–99.
- Lertzman, K. P., G. D. Sutherland, A. Inselberg, S. C. Saunders, 1996: Canopy Gaps and the Landscape Mosaic in a Coastal Temperate Rain Forest, *Ecology*, 77 (4): 1254–1270.
- Lewandowski, P., F. Przepióra, M. Ciach, 2021: Single Dead Trees Matter: Small-Scale Canopy Gaps Increase the Species Richness, Diversity and Abundance of Birds Breeding in a Temperate Deciduous Forest, *Forest Ecol. Manag.*, 481: 118693.
- Liu, Q., H. Hytteborn, 1991: Gap Structure, Disturbance and Regeneration in a Primeval *Picea Abies* Forest, *J. Veg. Sci.*, 2 (3): 391–402.
- McCarthy, J. W., 2011: Gap dynamics of forest trees: A review with particular attention to Boreal Forests, *Environ. Rev.*, 9 (1): 1–59.
- Muscolo, A., S. Bagnato, M. Sidari, R. Mercurio, 2014: A review of the roles of forest canopy gaps, *J. Forestry Res.*, 25 (4): 725–736.
- Nagel, T. A., J. Diaci, 2006: Intermediate wind disturbance in an old-growth beech-fir forest in Southeastern Slovenia, *Can. J. For. Res.*, 36: 629–638.
- Nagel, T. A., M. Svoboda, 2008: Gap disturbance regime in an old-growth *Fagus*-*Abies* forest in the Dinaric Mountains, Bosnia-Herzegovina, *Can. J. For. Res.*, 38: 2728–2737.
- Nakashizuka, T., T. Katsuki, H. Tanaka, 1995: Forest Canopy Structure Analyzed by Using Aerial Photographs, *Ecol. Res.*, 10 (1): 13–18.
- Ohwaki, A., S. Maeda, M. Kitahara, T. Nakano, 2017: Associations between canopy openness, butterfly resources, butterfly richness and abundance along forest trails in planted and natural forests, *Eur. J. Entomol.*, 114: 533–545.
- Pravilnik o popisu stanišnih tipova i karti staništa Republike Hrvatske (Narodne novine br. 27/2021)
- Pravilnik o uređivanju šuma zajedničkih odredba prostorne podjele šuma i šumskih zemljista (Narodne novine, br. 52/1994, 11/1997, 79/2015, 111/2006).
- Pravilnik o vrstama stanišnih tipova, karti staništa, ugroženim i rijetkim stanišnim tipovima te o mjerama za očuvanje stanišnih tipova (Narodne novine br. 7/2006).
- Riutta, T. H. Clack, M. Crockatt, E. M. Slade, 2014: Living on the Edge: Quantifying the Structure of a Fragmented Forest Landscape in England, *Landscape Ecol.*, 29 (6): 949–961.
- Runkle, J. R., 1989: Synchrony of Regeneration, Gaps, and Latitudinal Differences in Tree Species Diversity." *Ecology*, 70 (3): 546–547.
- Scharenbroch, B.C., J. G. Bockheim, 2007: Impacts of Forest Gaps on Soil Properties and Processes in Old Growth Northern Hardwood-Hemlock Forests, *Plant Soil*, 294 (1–2): 219–233.
- Schliemann, S. A., J. G. Bockheim, 2011: Methods for Studying Trefall Gaps: A Review, *Forest Ecol. Manag.*, 261: 1143–1151.
- Spies, T. A., J. F. Franklin, 1989: Gap Characteristics and Vegetation Response in Coniferous Forests of the Pacific Northwest, *Ecology*, 70 (3): 543–545.
- Splechtna, B. E., G. Gratzer, 2005: Natural disturbances in Central European forests: approaches and preliminary results from Rothwald, Austria, *For. Snow Landsc. Res.*, 79: 57–67.
- Tena, E., O. Paz, R. Peña, G. Fandos, M. Redondo, J. L. Tellería, 2020: Mind the gap: Effects of canopy clearings on temperate forest bat assemblages, *Forest Ecol. Manag.*, 474: 118341.
- Watt, A.S., 1947: Pattern and Process in the Plant Community, *J. Ecol.*, 35 (1/2): 1–22
- White, P. S., S. T. A. Pickett, 1985: Natural Disturbance and Patch Dynamics: An Introduction, *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*, 3–13.
- Whitmore, T. C., 1989: Canopy Gaps and the Two Major Groups of Forest Trees, *Ecology*, 70 (3): 536–538.
- Zeibig, A., J. Diaci, S. Wagner, 2005: Gap disturbance patterns of a *Fagus sylvatica* virgin forest remnant in the mountain vegetation belt of Slovenia, *For. Snow Landsc. Res.*, 79: 69–80.

SUMMARY

Forest clearings, forest gaps and canopy openings are very important habitat elements of diverse, balanced and mostly mature forest stands. As an indispensable part of developing stable forest complexes, formed by localized stand openings, forest clearings are characterized by structural uniqueness and constant variability (White and Pickett 1985, Runkle and Yetter 1987, Busing and White 1997, Schliemann and Bockheim 2011).

Despite numerous studies of forest clearings in various types of forest ecosystems around the world, the insufficient knowledge of such habitat forms in our area, as well as the syndynamic variability related to climate and geographical position, represent the biggest source of their categorization difficulties. Additional challenge of forest clearings in Croatia is their role in forest management programme within the Natura 2000 preservation network (OG 7/06), where non-selective control measure prescription in practice can lead to undesirable consequences of other forest habitat types. For this reason, this widely understood vegetation term “forest clearing” represents, not just a challenge in forest management, but potentially practical problem of control measure implementation.

In order to clarify and approximate the existing terminology issues, this paper, based on applicable research, established structural categorization of forest clearings regarding their origin, type (shape), size, location and vegetation affiliation in accordance with the National Habitat Classification of the Republic of Croatia, as well as proposed types of sustainable control measures. The results are subjected to subsequent changes and/or additions and can be used as fundamental starting point for future research of forest clearings in our area.

KEY WORDS: structural characteristics of forest clearings, vegetation of forest clearings, forest clearings dynamics

VALORIZACIJA ZNAČAJNOG DRVEĆA NA PODRUČJU ŠIBENSKO-KNINSKE ŽUPANIJE

VALORIZATION OF SIGNIFICANT TREES IN ŠIBENIK-KNIN COUNTY

Ana ŠUJICA¹, Martina OBRADOVIĆ², Mia LOVREKOVIĆ³, Veronika ŠUŠNJARA⁴, Dominik PAPARIĆ⁵, Željko ŠPANJIOL⁶, Boris DORBIĆ⁷

SAŽETAK

Značajna (stara, vrijedna) stabla osim kulturološke vrijednosti, povećavaju i vrijednost „lokalne“ imovine te utječu na estetske vrijednosti prostora. Cilj rada bio je valorizirati (estetske i funkcionalne karakteristike značajnih stabala na javnim gradskim krajobraznim površinama Šibensko-kninske županije) u cilju izrade katastra značajnog drveća. Terensko istraživanje provedeno je na 10 mikrolokaliteta u razdoblju od 2019. do 2020. godine na području Šibensko-kninske županije. Odabrana značajna stabla (131 jedinki na 10 mikrolokaliteta, odnosno Knin 1 (21), Knin 2 (2), Primošten 1 (6), Primošten 2 (20), Šibenik 1 (9), Šibenik 2 (1) i Šibenik 3 (1), Zaton 1 (16) i Zaton 2 (6), Skradin (49) procijenjena su VTA metodom (Vizualno-kontrolna metoda). Rezimirajući istraživanja dalo se zaključiti da je većina stabala u relativno dobrom stanju. Anketno ispitivanje provedeno je na 102 ispitanika diljem županije. Prosječne ocjene ispitanika o estetskim i funkcionalnim karakteristikama značajnih stabala na javnim gradskim krajobraznim površinama bile su: Šibenik 1 (4,15), Zaton 2 (3,96), Zaton 1 (3,71), Šibenik 2 (3,61), Skradin 1 (3,53), Primošten 2 (3,49), Knin 1 (3,26), Primošten 1 (3,20), Šibenik 3 (3,10) i Knin 2 (2,93).

KLJUČNE RIJEČI: značajna stabla, katastar, valorizacija, javne gradske krajobrazne površine, Šibensko-kninska županija

1.UVOD

INTRODUCTION

Uloga gradskih krajobraznih površina mijenjala se kroz povijest. U početku im je funkcija bila estetski doživljaj prirodnog okoliša, mjesto za rekreaciju. Danas u vremenu visoke angažiranosti u suvremenom gradskom okruženju ispunjavaju različite funkcije u svrhu poboljšanja kvalitete života u gradu (Stanić i Buzov, 2013).

Gradske krajobrazne površine pružaju cijeli niz estetskih, ekoloških i psiholoških prednosti njihovim korisnicima (Xiaojiang, 2015). Prilikom urbanističkog planiranja građanima je potrebno osigurati krajobrazne površine koje su bogate vrstama, bujne, raznolike i bogate „prirodnim“ zvu-

kovima (Gunnarson i dr. 2017). I onečišćenje bukom je jedna od velikih prijetnji zdravlju građana. Veći broj krajobraznih površina može stvoriti „prirodni tampon“ za štetne učinke života u urbanoj sredini (Koprowska i dr. 2018).

Neka su istraživanja (Hartig 2008., prema, Viličić, 2020) pokazala da krajobrazne površine u gradovima imaju i dobrobit na ljudsko zdravlje, na način da smanjuju određene fiziološke poremećaje u organizmu čovjeka (dijabetes, srčane bolesti i dr.) te posljedično smanjuju smrtnost.

Informacije o percepciji i stavovima ispitanika iz različitih studija vezanim za ocjenjivanje gradskih krajobraznih površina služe kao značajan input prilikom planiranja i uprav-

^{1,2,3,4} Mag. ing. silv., Zagreb, Republika Hrvatska

⁵ Mag. oec., doktorant, Lopar 457, 51281 Lopar, Republika Hrvatska, E-mail: paparicdominik@gmail.com

⁶ Prof. dr. sc., Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvene tehnologije, Svetosimunska c. 25, 10 000 Zagreb, Republika Hrvatska, *E-mail: zespanjol.rab@gmail.com

⁷ Doc. dr. sc., prof. v. ř., Veleučilište "Marko Marulić" u Kninu, Petra Krešimira IV 30, 22 300 Knin, Republika Hrvatska, E-mail: bdorbic@veleknin.hr

Ijanja gradskim krajobraznim površinama (Krajter Ostoić i dr. 2017). Tako su npr. građani Šibenika prema istraživanjima Stanić i Buzov (2013) ukazali da su im na njihovim gradskim krajobraznim površinama bile najvažnije socijalne i psihološke vrijednosti, a na drugom mjestu su se nalazile estetske vrijednosti prostora. Slabija naglašenost ekoloških funkcija bila je povezana s mišljenjem o nedostatku postojećih krajobraznih površina.

Prema Bratina Jurković (2014) čimbenici koji izazivaju osjećaj zadovoljstva stanovanja su dobro održavane gradske krajobrazne površine u blizini doma, parkovi s drvećem koji pružaju prostore za razne aktivnosti,drvoredi, općenito postojanje sustava krajobraznih površina, mogućnost korištenja krajobraznih površina za rekreaciju i sport te opremljenost urbanom opremom za odmor ili igru.

Primjerice građani Republike Turske koriste javne parkove za pasivne rekreativske aktivnosti (piknik, odmor i opuštanje), za razliku od građana zapadnoeuropskih zemalja gdje se urbani parkovi općenito koriste za šetnju, vježbanje i sportske aktivnosti (Ozguner, 2011). Rezultati pojedinih istraživanja Ugolini i dr. (2020) vezano za aktualnu pandemiju Covid-19 su pokazali da stanovnici gradova obično imaju potrebu za pristupačnim gradskim javnim krajobraznim površinama i to za tjelovježbu, promatranje prirode i opuštanje. Smanjenje posjeta parkovnim površinama uslijed pandemije povezano je s izrazitim promjenama u motivaciji posjetitelja, s relativnim povećanjem "nužnih aktivnosti" (poput izvođenja psa, i smanjenjem aktivnosti koje se mogu smatrati ne/bitne ili visokorizične (susreti s ljudima).

Smanjenje krajobraznih površina u gradskim sredinama uslijed intenziviranja gradnje imanentno je za velika gradska središta, uslijed čega lokalne i regionalne vlasti trebaju usvojiti politike planiranja okoliša glede stvaranja novih krajobraznih površina (Tsantopoulos, 2018). Brze gospodarske i društvene promjene posljednjih desetljeća u Kini pridonijele su ubrzanom razvoju, ali i restrukturiranju gradova u čijem planiranju nije izostavljeno i planiranje novih i unaprijeđenih gradskih krajobraznih površina. Ove promjene u tim gradovima omogućavaju istovremeno i unaprjeđenje kvalitete okoliša kroz visokouređene gradske krajobrazne površine (Jim i dr. 2006).

Drveće, kao glavni element gradskih krajobraznih površina posjeduje ekološke, klimatske, društvene važnosti, ali i funkciju u prostoru, koja se može valorizirati kroz percepciju ispitnika. Važnost stabala u kontekstu gradske sredine i njihov simbolički učinak nudi ponovno povezivanje s ljudskim filogenetskim naslijeđem u cilju ispunjava čežnje za prirodnim. Estetski izgled stabla bitno doprinosi revalorizaciji nekog urbanog područja. Zdravstveni utjecaj stabla na čovjeka od posebne je važnosti (Frohmann, 2020). Unatoč sve većem interesu i motivaciji za očuvanjem ljudskog

okoliša, za očuvanje biološke raznolikosti u gradu rijetko se uzima u obzir struktu, percepcije i potrebe građana (Murrat i dr. 2015). Prema inozemnim istraživanjima Suchocka (2019) uočen je sličan opći stav „profesionalaca“ i „neprofesionalaca“ prema ispitivanim dobrobitima i štetnostima gradskoga drveća. Tako su se koristi od stabala smatrale mnogo važnijim od smetnji koja bi ona mogla prouzrokovati (poput mogućih alergija, otpadaka koji nastaju kao posljedica cvatnje, opadanja plodova i sl.) (Suchocka, 2019). *Literaturni izvori koji se bave ulogom krajobraznih površina navode da funkcionalna uloga istih ovise ponajprije o njihovom održavanju* (Turalija, 2005; Poje, 2012, prema, Dorbić i Temim, 2018: 168).

Šišić i Kapović (2004: 231) ističu da su drvoredi *"specifična linearna tvorevina zelenila sačinjena od višeg ili nižeg drveća"*. Isti autori navode da su potonji poznati još iz vrtova antičkih civilizacija, dok su tijekom 19. i 20. stoljeća postali zeleni inventar velegradskih avenija i element manjih ulica i putova u manjim urbanim sredinama.

Dobrilović (2004) navodi da je „*prvi kompozicijski koncept u povijesti krajobraza bio ispravan poredak drveća u linijsku formaciju-drvored*“. Nastanak mu je bio vezan uz izgradnje sustava za navodnjavanje, gdje se u jednakim razmacima sadilo drveće (Stari Egipat). Interesantno je navesti da u antičkoj Grčkoj drvored nije bio poznat, dok se u starom Rimu često sadio iz strateških razloga ili je bio svojevrsni putokaz u ljetnikovce i vile. U srednjem vijeku život se odvijao unutar utvrđenja gustog gradskog tkiva odnosno utvrđenja dvoraca, te iz tog vremena nisu poznati primjeri organizirane sadnje drvoreda. Kasnije u renesansi drvored postaje „*konstanta u vrtnim uređenjima*“. Engleskom vrtnom stilu (sredina 18. stoljeća) „*ravne linije drvoreda nisu odgovarale*“.

Posebnost obilježja drvoreda u prostoru je njegova linearnost. Drvoređima se naglašavaju pravci i perspektive u prostoru, što je posebno primjenjivo u razdoblju baroka. Drvoredi se razlikuju oblikom, veličinom i bojom i drugim biološkim obilježjima. Danas su posebno vezani uz prometnu infrastrukturu. Potonji mogu biti jednoredni, dvoredni ili pak višeredni. U pogledu biljnog sastava najčešće su jednovrsni (Šišić i Kapović, 2004). Drvoređne jedinke odlikuju se osim toga istom visinom te ujednačenim habitusom.

Kako ističe Jurković (2004) drvoredi definiraju smjerove, čine „*zeleni krvotok*“ u urbanoj cjelini. Osim što su dekor grada, oni su element gradske matrice. Oplemenjuju ljudski okoliš kao „*apstrakcija prirode*“ ili „*apstrakcija koja je opredmećena iz ljudske potrebe stvaranja reda*.“

Kritovac (2004) navodi da se stabla u drvoredu mogu prepustiti slobodnom rastu i razvoju ili oblikovati u određenu formu ili veličinu. U urbanim prostorima se često mora intervenirati orezivanjem (uklanjanjem) pojedinih dijelova

krošnje zbog zadiranja u urbanu infrastrukturu, što drvoredu predstavlja umanjenje životnog prostora za sigurnu egzistenciju.

Javne krajobrazne površine bit će ispravno valorizirane, planirane i realizirane tamo gdje građani, struka, politika i investitori budu shvatili temeljna načela održivog razvoja takvih područja (Roseland, 2004., prema, Butorac i Šimleša (2007). U trenutku kada ljudske aktivnosti započnu utjecati na prirodne resurse, tada održivost dobiva na društvenom značenju (Rudančić i dr. 2019).

Cilj rada bio je procjeniti estetske i funkcionalne karakteristike značajnih stabala na javnim gradskim krajobraznim površinama i izraditi katalog značajnog drveća na području Šibensko-kninske županije.

2. PROBLEMATIKA OČUVANJA DRVEĆA U GRADU

THE PROBLEM OF PRESERVING TREES IN THE CITY

Uvriježena tehnika prosudba vitaliteta stabala provodi se vizualno ili primjenom pojedinih arborikulturnih instrumenata. Među brojnim uzročnicima degeneracije živih stabala su primjerice gljive truležnice koje mogu uzrokovati lomove debla odnosno lomove unutar krošnje i uzrokovati njihovo odumiranje. Potonje je uvjetovano karakteristikama stabla, kao i njegovog staništa. Suvremenim arborikulturnim instrumentima koji služe za otkrivanje opasnih stabala te uz uporabu vizualnih metoda prosudbe povećava se sigurnost u urbanim šumama (Paulić, 2015). Zvučnim tomografom, u arborikulturnoj dijagnostici otkriva se stablo koje je degradirano gljivama truležnicama. Ispravnom interpretacijom rezultata navedenog uredaja, unaprjeđuje se vizualna procjena stabala u urbanoj sredini (Paulić i dr. 2022). Sabijanje tla djeluje nepovoljno na stabla jer smanjuje korijenovu sposobnost za usvajanjem vode, hranjivih tvari i kisika (Drvodelić, 2014). Zato bi se područje ispod stabla trebalo malcirati odnosno prekriti sadnjom karakterističnih autohtonih tlopokrivača ili šljunkom (Drvodelić, 2015).

Dalje, u pogledu zaštite vrijednih stabala Drvodelić (2015) ističe važnost komunikacije između svih profesija koje su uključene u konzervaciju stabala (šumari, arhitekti, krajobrazni arhitekti i lokalne vlasti). Nadalje ističe značaj edukacija na svim razinama o važnosti konzervacije vrijednih stabala. Naglašava se i da bi Javne ustanove za upravljanje zaštićenim dijelovima prirode trebale izraditi promidžbene materijale s temom koje su vezane za zaštitu stabala, kao i propagirati konzervaciju stabala u medijima koji dolaze u netiskanoj formi (internet, lokalna televizija i radio) itd.

Funkcije drvorednih biljaka su izrazito složene, a koristi za gradske stanovnike su brojne i značajne. Manje je poznata

činjenica da je njihova funkcija moguća samo ukoliko se nalaze u primjerenom zdravstvenom stanju i ako su prihvatljivog estetskog izgleda. U biti to zahtijeva da sve jedinke u sklopu drvoreda imaju dobro razvijenu krošnju, snažne grane, razvijen i zdrav korijenov sustav te da su bez vidljivih i prikrivenih znakova oboljenja itd. Uz tako zdrave jedinke bit će i visok stupanj estetskih kvaliteta (Anastasijević i Vratuša, 2000). Polazeći od svih činjenica i teškoća vezanih za drvoredna stabla, krajobrazni arhitekti danas umjesto drvoreda na većini središnjih gradskih površina radije planiraju manji broj pojedinačnih stabala, dok za potpune drvorede koriste samo pješačke ulice ili najšire ulice (Anastasijević i Vratuša, 2000). Suvremeno planiranje prostora zahtijeva od planera da osim prostornog i društvenog aspekta uređenja prostora uzima u obzir i krajobraznu ekologiju (Viličić, 2020).

Prema Kritovcu (2004) funkcije drvoreda su više značne:

1. Elementarne: zaštita od vjetra, sunca, koristi od plodova, cvijeta, za drvnu građu i dr.
2. Estetske i reprezentativne: slikovitost, ambijentalna specifičnost, vizure položaja i pristupa i dr.
3. Ekološko-zaštitna: zaštita od buke, regulacija mikroklima i dr.
4. Funkcija sociokултурne regulacije: elitnost, egalitarnost, ekskluzivnost zaštita privatnosti, susretanje i dr.

Njegovo značenje može imati i veliko kulturno-povijesno ili antropološko značenje.

U pogledu njihove zaštite bitna je i promocija kroz turizam. Naime, poznata je činjenica da turizam poticajno djeluje na razvoj različitih djelatnosti i usluga (pratećih) (Paparić i dr. 2020).

3. SIMBOLIČKO ZNAČENJE ODABRANIH VRSTA DRVEĆA

THE SYMBOLIC MEANING OF THE SELECTED TREE SPECIES

U urbanim gradskim sredinama vjerovanja o drveću su kod stanovnika izgubila na značenju, jer je navedena uloga u njihovom životu „sporedna“ (Vinšćak, 2002). U mnogim mitološkim vjerovanjima može se iščitati da je stablo bilo simbol svijeta (središta) i veza neba i zemlje budući mu korijenje prodire u zemlju, a grane „odlaze“ visoko u nebo (Gutdeusch). Zbog toga slavenski narodi na grobljima po najviše sade crnogoricu (čempres i borove), dok se kod primjerice pravoslavaca u nekim mjestima Srbije i Bosne sade i voćke (Vinšćak, 2002). Ličani vjeruju da grom ne udara u bor. Slaveni su smatrali da je nesretno drveće ono u koje rado udara grom (Vinšćak, 2002). Čempres je kod mnogih naroda smatrana svetim stablom i povezivan s Plutonom, budući je i u grčkoj i rimskoj mitologiji povezan s

podzemnim svijetom i zbog toga je ukrašavao groblja. Zbog navedenog ga Europski narodi danas percipiraju kao stablo koje simbolizira žalost (Chevalier, Gheebant, 1989., prema, Vinšćak, 2002). Budući da čempresi dožive više stotina godina, imaju simbol besmrtnosti. Grci i Egipčani su svoje pokojnike pokapali u ljesu od mirisnog i nekvarljivog čempresa, a kasnije su taj običaj preuzezeli i pape. Upravo zbog navedenog ljudi u mediteranskom okruženju su izbjegavali saditi čemprese u blizini svojih kuća (Visković, 2001). Prema slavenskoj mitologiji, kad čovjek umre njegova duša odlazi u stablo i tamo ostaje zauvijek (Cvitković, 2020).

Cedar je smatran simbolom stabla koje utjelovljuje ljepotu, ali može simbolizirati i umišljenost. Drvo cedra je meko te je od njega izgrađen Salomonov hram, a Mojsije ga je koristio za njegov tabernakul (HKM).

Murva ili dud je u drevnoj Kini simbolizirala istok, stablo iz kojeg izlazi sunce (Chevalier, Gherbrant, 1989., prema, Vinšćak, 2002). Osim toga murva i zbog ljekovitih svojstava ima značajno mjesto u religijskoj simbolici. Primjerice za pripravu badnjaka se na području Crne Gore sječe upravo drve murve. Ondje vjeruju da nije dobro da murva raste ispred kuće, jer prema vjerovanju ako njena žila dopre ispod kuće cijela kuća izumire (Čajkanović, 1985., prema, Vinšćak, 2002). Kesten je smatran simbolom čistoće zbog bodljika na plodu koje ga čuvaju od oštećenja (Badurina, 1979., prema, Vinšćak, 2002). Prema Viskoviću Nijemci su vjerovali da nošenje kestena u džepu pomaže u sprječavanju kostobolje. Vinšćak (2002.), ističe da su asocijacije na kesten čistoća, zapad, jesen (Kina).

Prema starim vjerovanjima platanino stablo širi grane u visinu i širinu i zbog toga se percipira kao simbol: dobrotvornosti, karakternosti, čudoreda i nadmoćnosti, Kristove čovjekoljubivosti (Badurina i dr., 1979., prema, Vinšćak, 2002).

4. MATERIJALI I METODE MATERIAL AND METHODS

Valorizacija (estetskih i funkcionalnih karakteristika) značajnih stabala na javnim gradskim krajobraznim površinama provedena je u razdoblju od 2019.–2020. godine na području Šibensko-kninske županije. U uzorku se nalazilo 131 stablo na 10 mikrolonaliteta, zaledje: grad Knin 1 (21), Knin 2 (2), primorje: općina Primošten 1 (6), Primošten 2 (20), Grad Šibenik 1 (9), Šibenik 2 (1) i Šibenik 3 (1), mjesto u Općini Šibenik Zaton 1 (16) i Zaton 2 (6) i Skradin (49).

Svi navedeni mikrolonaliteti stručno su odabrani glede njihove estetske i prostorne vrijednosti te zbog toga što se u njima nalaze značajna stabla koja dominiraju unutar javnih gradskih krajobraznih površina u primorju i zaledju Šiben-

sko-kninske županije. Odabir je izvršen ponajprije prema vizualnom dojmu pojedinih primjeraka/jedinki stabala, značajna (stara, vrijedna) (veličina, starost, estetske i funkcionalne kvalitete), prostoru (stari parkovi i dvoredi, pojedinačna stabla u stariim gradskim jezgrama itd.), porijeklu vrste (prednost su imale korištene autohtone vrste, a potom i alohtone vrste koje su tradicijski vezane za uzgoj na istraživanim javnim gradskim krajobraznim površinama). Dendrološke vrste su determinirane na temelju relevantne florističke literature (Tutin i dr., 1964–1980; Šilić, 1983; Walters i dr., 1984–1986; Domac, 1994; Erhardt i dr., 2002; Vidaković i Franjić, 2004; Idžočić, 2009).

Klasifikacija javnih gradskih krajobraznih površina sa značajnim stablima na istraživanim mikrolonalitetima Šibensko-kninske županije izvršena je pomoću Vujković (1995). Mikrolonaliteti su svrstani u krajobrazne površine javne namjene te krajobrazne površine specijalne namjene.

Anketiranjem lokalnog stanovništva ispitana je preferencija stanovništva o uporabi i značaju pojedinih značajnih stabala i estetskoj vrijednosti krajobraznih površina s potonjim. Anketno ispitivanje provedeno je na prigodnom kvotnom uzorku ispitanika ($N=102$) od srpnja do kolovoza 2020. godine. Uzorak ispitanika odabran je na osnovi razlika u preferencijama različitih skupina (Todorova, Asakawa i Aikoh, 2004). U uzorku su sudjelovali predstavnici struke s agronomskim i šumarskim visokoškolskim obrazovanjem, kao i pripadnici šire javnosti.

U pogledu spola uzorak je činio 48 % muškaraca i 52 % žena. Rangirano po dobnim skupinama podaci su bili sljedeći: 18–34. god (32,4%), 35–49 (22,5 %), 50–65 (27,5 %), više od 65 (17,6 %). Prema stupnju obrazovanja poredak je bio sljedeći: NKV (2, 9 %), SSS (30,4 %), VŠS (29,4 %), VSS (37,3 %). Tip obrazovanja je bio sljedeći: Agronomski i šumarski struka (ne uključuje drvenu tehnologiju) (dipl. ing. mag. ing., mr. sc. dr. sc.) (20,8 %), Područje tehničkih znanosti (17,8 %), područje prirodnih znanosti (12,9 %), ostale struke (24,8 %), ostali stupnjevi obrazovanja (23,8 %). Ispitanici su bili s područja Šibensko-Kninske županije (primorja i zaledja).

Ispitanje je provedeno metodom pismenog anketnog upitnika. Rezultati dobiveni anketiranjem po metodi petostupanjske Likertove ljestvice, a pojedine varijable iz anketnog upitnika vrednovane su prema sljedećim vrijednostima: 1-nedovoljno, 2-malo, 3-osrednje, 4-prilično, 5-veoma. Dobiveni podaci obrađeni su metodama dekskriptivne statistike. Anketni upitnik bio je baziran na deset (za krajobrazne površine) ili sedam pitanja (za krajobrazni element u prostoru). Uz anketni upitnik na predočenim karakterističnim fotografijama (za pojedini lokalitet) u prvom planu su se isticala vrijedna stabla koja su bila i vrednovana. Sličnu metodologiju navedenog postupka provela Aničić (1997), te Dorbić i Temim (2018).

Odarbana vrijedna stabla procijenjena su i VTA metodom (Vizualno-kontrolna metoda—eng. Visual Tree Assessment) koja procjenjuje strukturalna oštećenja i stabilnost stabala. Procjena se izvršila na pojedinim mikrolokalitetima po odabranom formularu za VTA metodu. Formular je preuzet iz materijala za nastavu iz predmeta „Arborikultura“, koji je jedan od kolegija u sklopu studija Urbanog šumarstva, zaštite prirode i okoliša (Fakultet šumarstva i drvene tehnologije), doc. dr. sc. Vinka Paulića. Uz pomoć VTA metode i obrasca određena je visina stabala, prsni promjeri i promjeri krošnji te je utvrđeno postoje li negativne promjene, veća ili manja oštećenja i slično. Također, pomoću VTA obrasca određen je vitalitet stabala, starosna dob po Roloffu, te uz kratki komentar za svako stablo nalaz vizualne prosudbe, kao i mjere i zahvati koje je potrebno poduzeti. U formularu za VTA metodu, za svako vrednovano stablo navodi se njegova lokacija, numeracija, datum, vrsta, prsni promjer, promjer krošnje i visina. Tablicom se prosuđuje i njegovo: stanište, žilište, pridanak debla, deblo, prijelaz u krošnju, debalca, krošnja te ostalo (stupci). Za potonje navedene parametre, za svaku navedenu stavku dodijeljeni su i segmenti prosudbe (A-G) negativna promjena, razgradnja drva-trulež, pukotina, manje oštećenje,

veće oštećenje. Tako se stvorila tablica kojom bi se znakom „X“ odredilo na kojem dijelu stabla se nalazi kakvo oštećenje (npr. pridanak debla-pukotina, deblo-manje oštećenje i sl.) Uporaba rezistografa i tomografa nije bila moguća radi teškog pristupa navedenim uređajima. Vitalitet je biološki aspekt arbokulture analize koji uključuje promatranje stanja krošnje, osutost lišća, promjenu boje, prisutnost gljivičnih oboljena i štetnika, ozljeda tkiva te suhih grana (Paulić i dr. 2015). Procjenjuje se ocjenama od 1-5, pri čemu je 5 izrazito visok vitalitet, a 1 nizak vitalitet, bez dodatnih parametara, a starosna dob/vitalitet po Roloffu posjeduje sljedeće procjenjivane parametre: faza rasta, degeneracija, stagnacija, rezignacija na način da se označi u kojoj je od ove 4 faze, određeno stablo. U tablici se nalazi i opisna rubrika „Nalaz vizualne prosudbe“ te okomiti prostor za skicu ili fotografiju stabla.

Potom je uslijedila obrada i priprema podataka iz kojih su iščitani rezultati o stanju stabala u cilju kartografske obrade. Proučene su i pribavljene satelitske snimke te pomoću Geografskog informacijskog sustava (GIS) u računalnom programu ArcGIS (čiju licencu posjeduje Fakultet šumarstva i drvene tehnologije, Sveučilišta u Zagrebu), pozicionirana su stabla u geografski prostor, kako bi se dobila satelitska



Slike 1.-4. Prikaz drvoreda uz obalu u Zatonu kod Šibenika (Foto: B. Dorbić)

Pictures 1.-4. View of the tree lines along the coast in Zaton near Šibenik (Photo: B. Dorbić)

snimka označenih stabala na pojedinim mikrolokalitetima u cilju stvaranja katastra vrijednog drveća (8 kartografskih priloga).

5. REZULTATI S DISKUSIJOM

RESULTS WITH DISCUSSION

Tijekom prethodno navedenih terenskih istraživanja dobiveni su rezultati koji se daju u nastavku rada.

5.1. Drvoredi bijelih murvi (*Morus alba L.*) uz obalu u Zatonu – Tree lines of white mulberries (*Morus alba L.*) along the coast in Zaton

5.1.1. Opis prostora – Description of the space

Murva ili dud se uzgaja po nasadima, u vrtovima, perivojima i drvoredima u nizinskim krajevima kontinentalnih i primorskih krajeva. Poželjan je za stvaranje hladovine i to zbog krupnog lišća i preklapanja listova (Drvodelić, 2016). U Zatonu su odabrana 22 vrijedna stabla bijele murve (*Morus alba L.*) uz obalu, koja su podijeljena u 2 drvoreda (zapadni i istočni) (Slike 1-5). Prema kazivanju lokalnog stanovništva veći broj stabala je u starosnoj dobi između 75-85 godina, iako postoji i manji broj primjeraka koja su stara i oko 100 godina.



1:2,500

Slika 5. Satelitska snimka drvoreda uz obalu u Zatonu (istočna i zapadna strana) (M 1: 2,500) (Izradili: A. Šujica, M. Obradović, M. Lovreković, V. Šušnjara, M. Ančić)

Picture 5. Satellite image of the tree lines along the coast in Zaton (east and west side) (M 1: 2,500) (Made by: A. Šujica, M. Obradović, M. Lovreković, V. Šušnjara, M. Ančić)

Tablica 1. Mišljenje i percepcija ispitanika o zapadnoj strani drvoreda uz obalu u Zatonu (Mikrolokajtet: Zaton 1)

Table 1. Opinion and perception of respondents on the western side of the tree lines along the coast in Zaton (Micro-location: Zaton 1)

R. br. Ord. no.	Pitanja Questions	Aritm. sred. Arithm. mean	Stand. dev. Stand. dev.
1.	Je li vam ova krajobrazna površina poznata? Are you familiar with this landscape surface? (1-nedovoljno, 2-malo, 3-osrednje, 4-prilično, 5-veoma) (1-unsatisfactorily, 2-sufficiently, 3-moderately, 4-quite well, 5-very much so)	3,91	1,61
2.	Je li vam ova krajobrazna površina skladna? Do you find this landscape surface harmonious?	3,74	0,954
3.	Je li vam ova krajobrazna površina lijepa? Is this landscape surface beautiful for you?	4,00	0,923
4.	Je li vam ova krajobrazna površina uređena? Do you think of this landscaping surface as well arranged?	3,76	0,987
5.	Je li vam ova krajobrazna površina stručno izvedena? Is this landscape surface professionally implemented for you?	3,52	0,982
6.	Je li vam ova krajobrazna površina djeluje prepoznatljivo u danom prostoru? Does this landscape surface seem recognizable to you in a given space?	3,74	0,0867
7.	Je li vam ova krajobrazna površina djeluje složeno? Does this landscape surface seem complex to you?	3,39	1,026
8.	Je li vam ova krajobrazna površina djeluje definirano? Does this landscape surface seem defined to you?	3,48	1,002
9.	Jesu li vam drvenaste vrste bliske i prikladne prostoru? Are the woody species known to you and are they suitable for this space?	3,75	0,917
10.	Ocijenite opći dojam u pogledu estetskih i oblikovnih karakteristika za ovu krajobraznu površinu. Evaluate the overall impression in terms of aesthetic and design features for this landscape surface.	3,79	0,883
Prosječna ocjena The average grade		3,71	

5.1.2. Zdravstveno stanje drvoreda – *Health status of tree lines*

Minimalni prsnji promjer stabala je 41,08 cm, a maksimalni 105,1 cm, dok je prosječni 66,83 cm. Prosječna visina je 8,75 m (min. 4,5 m, max. 11 m). Stabla nisu nagnuta, ali većina ima oštećenja debla i krošnje. Desetak stabala ima gljivična oboljenja. Svega 4 stabla su potencijalno opasna te bi ih trebalo ukloniti radi sigurnosnih razloga. Ostalo drveće treba i dalje „pratiti“ po potrebi te sanirati manje pukotine ili raka stvorenine.

Drvored murve (tablica 1.) koji je formiran uz sami ulaz u Zaton ispitnicima je prilično poznat, prepoznatljiv, skidan i lijep. Danas su mnoga urbana društva suočena s raštućim populacijama osoba lošijeg zdravlja zbog mentalnog stresa i sjedilačkog načina života, dok se urbane krajobrazne površine sve više doživljavaju kao suprotstavljanje užurbanom gradskom životu u cilju duševnog i zdravstvenog oporavka (Arnberger i Eder, 2015). Zatonski sustav mjesnog zelenila daje ogledni primjer težnje čovjeka za prirodom. Ispitanici ga procjenjuju prilično urednim, a budući se radi odrvoredu murvi (tradicionalnoj kulturi, na širem području županije) prilično im je prikladan za danu namjenu. Nešto manje ocjene dodijeljene su stručnoj izvedbi u prostoru bez sudjelovanja krajobrazne struke. Nadalje za po-

tonje se mogu vezati i procjene definiranosti i složenosti. U razvoju zelenila potrebno je forsirati autohtone vrste i egzote koje po svojim ekološkim i uzgojnim karakteristikama ne zaostaju za autohtonim ili ih nadmašuju (Ljubić-Mijatović i dr. 2010). U ovom slučaju pod egzotom smatramo murvu ili dud.

Drvored murve (tablica 2.) je oblikovan od središta Zatona uz njegovu istočnu obalu. Ispitanici su svim varijablama dodijelili vrlo dobre ocjene. Najviše su preferirali uređenost i stručnu izvedbu, a najmanje definiranost, što se može prepisati slabijem vitalitetu pojedinih stabala. Pojedine studije Ma i dr. (2021.) ističu da zdravstveno stanje i njegovana stabla doprinose svim ljudskim percepcijama. Potonje najviše utječe na ljepotu, kompleksnost itd.

5.2. Perivoj Luje Maruna u Šibeniku – *Luje Maruna Park in Šibenik*

5.2.1. Opis prostora – *Description of the space*

Park Luje Maruna koji se nalazi u središtu Šibenika posjeduje vrlo dobre estetske karakteristike. Početak formiranja parkovne površine započet je 1923. godine (Dorbić i Temim, 2016.). Park se sastoji se od putića, klupa te krajobraznih površina sa stablima i grmljem uokolo. U prednjem dijelu parka nalazi se fontana u kojoj se nalaze vodene kor-

Tablica 2. Mišljenje i percepcija ispitanika o istočnoj strani drvoreda uz obalu u Zatonu (Mikrolokacijat: Zaton 2)

Table 2. Respondents opinion and perception on the east side of the tree lines avenue along the coast in Zaton (Micro-location: Zaton 2)

R. br. Ord. no.	Pitanja Questions	Aritm. sred. Arithm. mean	Stand. dev. Stand. dev.
1.	Je li vam ova krajobrazna površina poznata? Are you familiar with this landscape surface? (1-nedovoljno, 2-malo, 3-osrednje, 4-prilično, 5-veoma) (1-unsatisfactorily, 2-sufficiently, 3-moderately, 4-quite well, 5-very much so)	3,79	0,883
2.	Je li vam ova krajobrazna površina skladna? Do you find this landscape surface harmonious?	3,97	1,222
3.	Je li vam ova krajobrazna površina lijepa? Is this landscape surface beautiful for you?	4,03	0,724
4.	Je li vam ova krajobrazna površina uređena? Do you think of this landscaping surface as well arranged?	4,20	0,758
5.	Je li vam ova krajobrazna površina stručno izvedena? Is this landscape surface professionally implemented for you?	4,16	0,700
6.	Je li vam ova krajobrazna površina djeluje prepoznatljivo u danom prostoru? Does this landscape surface seem recognizable to you in a given space?	3,89	0,757
7.	Je li vam ova krajobrazna površina djeluje složeno? Does this landscape surface seem complex to you?	3,98	0,808
8.	Je li vam ova krajobrazna površina djeluje definirano? Does this landscape surface seem defined to you?	3,72	0,883
9.	Jesu li vam drvenaste vrste bliske i prikladne prostoru? Are the woody species known to you and are they suitable for this space?	3,92	0,804
10.	Ocijenite opći dojam u pogledu estetskih i oblikovnih karakteristika za ovu krajobraznu površinu. Evaluate the overall impression in terms of aesthetic and design features for this landscape surface.	3,98	0,660
Prosječna ocjena The average grade		3,96	



Slike 6.-8. Perivoj Luje Maruna u Šibeniku (Foto: B. Dorbić)
Pictures 6.-8. Lujo Maruna Park in Šibenik (Photo: B. Dorbić)



njače i kolijevi šarani. U sredini ove parkovne površine smještena je površina s ukrasnim biljem i spomenikom L. Marune (Šujica, 2021) (Slike 6.-9).

Zdravstveno stanje stabala – *Health status of tree lines*

U perivoju Luje Maruna u Šibeniku odabrano je 9 vrijednih stabala, od toga: dva divlja kestena (*Aesculus hippocastanum* L.), tri metličaste kelreuterije (*Koelreuteria paniculata* Laxm.), dvije pitospore (*Pittosporum tobira* (Thunb) W.T. Aiton) te po jedan obični koprivić (*Celtis australis* L.) i obični čempres (*Cupressus sempervirens* L.). Minimalni pr-

Slika 9. Satelitska snimka perivoja Luje Maruna u Šibeniku (M 1: 5,000)
(Izradili: A. Šujica, M. Obradović, M. Lovreković, V. Šušnjara, M. Ančić)

Picture 9. Satellite image of the Luja Marun Park in Šibenik (M 1: 5,000)
(Made by: A. Šujica, M. Obradović, M. Lovreković, V. Šušnjara, M. Ančić)

Tablica 3. Mišljenje i percepcija ispitanika o perivoju Luje Maruna u Šibeniku (Mikrolokacitet: Šibenik 1)

Table 3. Opinion and perception of respondents about the Lujo Marun Park in Šibenik (Micro-location: Šibenik 1)

R. br. Ord. no.	Pitanja Questions	Aritm. sred. Arith. mean	Stand. dev. Stand. dev.
1.	Je li vam ova krajobrazna površina poznata? Are you familiar with this landscape surface?	4,59	0,958
	(1-nedovoljno, 2-malo, 3-osrednje, 4-prilično, 5-veoma) (1-unsatisfactorly, 2-sufficiently, 3-moderately, 4-quite well, 5-very much so)		
2.	Je li vam ova krajobrazna površina skladna? Do you find this landscape surface harmonious?	4,17	0,784
3.	Je li vam ova krajobrazna površina lijepa? Is this landscape surface beautiful for you?	4,37	0,688
4.	Je li vam ova krajobrazna površina uređena? Do you think of this landscaping surface as well arranged?	4,32	0,720
5.	Je li vam ova krajobrazna površina stručno izvedena? Is this landscape surface professionally implemented for you?	3,93	0,882
6.	Je li vam ova krajobrazna površina djeluje prepoznatljivo u danom prostoru? Does this landscape surface seem recognizable to you in a given space?	4,10	0,850
7.	Je li vam ova krajobrazna površina djeluje složeno? Does this landscape surface seem complex to you?	3,86	0,890
8.	Je li vam ova krajobrazna površina djeluje definirano? Does this landscape surface seem defined to you?	3,94	0,794
9.	Jesu li vam drvenaste vrste bliske i prikladne prostoru? Are the woody species known to you and are they suitable for this space?	4,01	0,764
10.	Ocijenite opći dojam u pogledu estetskih i oblikovnih karakteristika za ovu krajobraznu površinu. Evaluate the overall impression in terms of aesthetic and design features for this landscape surface.	4,17	0,719
	Prosječna ocjena The average grade	4,15	

sni promjer stabala iznosi 31,84 cm, a maksimalni 83,12 cm, dok je prosječni 53,50 cm. Prosječna visina je 9,5 m (min 2,5 m, max 15 m). Vitalitet ovih stabala u prosjeku iznosi je 3,1, a varira između 2 i 4. Oštećenja debla i krošnji je minimalno ili ne postoji. Preporučuje se redovita kontrola te nekoliko zahvata poput čišćenja krošnje (metličasta kelreuterija), orezivanja debljih grana (pitospora) i redovne kontrole.

Perivoj Luje Maruna (tablica 3.) nalazi se u samom središtu Šibenika u sklopu Crkve Gospe van Grada. Poznat je gotovo svim građanima županije. Radi se o klasično izvedenoj krajobraznoj površini s karakterističnim vrstama za Mediteran. Istraživači Guneroglu i Beklar (2022.) utvrdili su da su najvažniji razlozi posjeta parku „opuštajuće“ svrhe, a najvažniji problem uporabe parka naveden je „nedostatak parkirališta.“ Izgradnjom javne garaže u Šibeniku, Gradska poljana i središnji parkovi mogu biti više valorizirani. Urbani parkovi zauzimaju prvo mjesto među krajobraznim površinama koje povećavaju i poboljšavaju kvalitetu života u gradovima. Ispitanici su opći dojam ocijenili s prosječnom ocjenom 4,17. Zanimljivo je da čak sedam pitanja (pod brojevima 1,2,3,4,6,9 i 10) ima prosječnu ocjenu veću od 4,0, što govori da su ispitanici prilično zadovoljni ovim mikrolokacitetom.

5.3. Hibridna platana (*Platanus x hispanica*) nasuprot Obale dr. Franje Tuđmana i stoljetna bijela murva (*Morus alba L.*) kod pivnice „Toni“ – *Hybrid plane (Platanus x hispanica) opposite the Coast of Dr. Franjo Tuđman and century-old white mulberry (Morus alba L.) near the pub “Toni”*

5.3.1. Opis prostora – *Description of the space*

U Šibeniku je nasuprot Obale dr. Franje Tuđmana, točnije na prostoru ispred Kneževe palače, na adresi Obala prvo-boraca 2a, odabrana jedna vrijedna hibridna platana (*Platanus x hispanica*) visokih estetskih vrijednosti koja dominira u prostoru. Stoljetna bijela murva (*Morus alba L.*) nalazi se na drugoj površini kod pivnice „Toni“ u blizi zgrade Šibensko-kninske županije gdje obogaćuje popločani prostor. Stablo je estetski osrednje vrijedno, ali je lošeg zdravstvenog stanja (Slike 10.-12).

5.3.2. Zdravstveno stanje stabala – *Health status of trees*

Prsni promjer hibridne platane je 92,4 cm, a visina 19 metara. Oštećenje debla i krošnje postoji, ali vitalitet je i dalje 4. Preporučuje se čišćenje krošnje i redovna kontrola. Stoljetna murva ima prsni promjer od čak 109,88 cm, a visoka



Slika 10. Hibridna platana (Foto: B. Dorbić)

Picture 10. Hybrid plane (Photo: B. Dorbić)



Slika 11. Stoljetna bijela murva (Foto: B. Dorbić)

Picture 11. Centennial white mulberry (Photo: B. Dorbić)



Slika 12. Satelitska snimka hibridne platane i stoljetne bijele murve (M: 1: 5,000) (Izradili: A. Šujica, M. Obradović, M. Lovreković, V. Šušnjara, M. Ančić)

Picture 12. Satellite image of a hybrid plane and century old white mulberry (M: 1: 5,000) (Made by: A. Šujica, M. Obradović, M. Lovreković, V. Šušnjara, M. Ančić)

je 12,5 metara. Postoje velika oštećenja, a vitalitet je 2. Potrebno je stablo osigurati i često kontrolirati, te se zbog njebove kulturne važnosti ne preporučuje uklanjanje istog.

Uz svu markantnost i ljepotu hibridne platane (tablica 4.) ispitanici su joj u pogledu općeg dojma dodijelili niže vrlo dobre ocjene. Navedeno se najvjerojatnije veže uz to da ova vrsta nije toliko česta u krajobraznom uredenju Šibenika,

Tablica 4. Mišljenje i percepcija ispitanika o hibridnoj platani (Mikrolokalitet: Šibenik 2)

Table 4. Opinion and perception of the respondents on the hybrid plane (Micro-location: Šibenik 2)

R. br. Ord. no.	Pitanja Questions	Aritm. sred. Arithm. Mean	Stand. dev. Stand. dev.
1.	Je li vam ovaj krajobrazni element poznat? Are you familiar with this landscape element? (1-nedovoljno, 2-malo, 3-osrednje, 4-prilično, 5-veoma) (1-unsatisfactorily, 2-sufficiently, 3-moderately, 4-quite well, 5-very much so)	4,12	1,163
2.	Je li vam ovaj krajobrazni element skladan? Do you find this landscape element as harmonious?	3,48	0,853
3.	Je li vam ovaj krajobrazni element lijep? Is this landscape element beautiful for you?	3,60	0,859
4.	Je li vam ovaj krajobrazni element djeluje prepoznatljivo u danom prostoru? Does this landscape element seem recognizable to you in a given space?	3,67	0,848
5.	Je li vam ovaj krajobrazni element djeluje definirano? Does this landscape element seem defined to you?	3,35	0,919
6.	Jesu li vam drvenaste vrste bliske i prikladne prostoru? Are the woody species known to you and are they suitable for this space?	3,37	0,984
7.	Ocijenite opći dojam u pogledu estetskih i oblikovnih karakteristika za ovu krajobraznu površinu. Evaluate the overall impression in terms of aesthetic and design features for this landscape surface.	3,69	0,796
Prosječna ocjena The average grade		3,61	

Tablica 5. Mišljenje i percepcija ispitanika o stoljetnoj bijeloj murvi (Mikrolokalitet: Šibenik 3)

Table 5. Opinion and perception of respondents on century-old white mulberry (Micro-location: Šibenik 3)

R. br. Ord. no.	Pitanja Questions	Aritm. sred. Arithm. Mean	Stand. dev. Stand. dev.
1.	Je li vam ovaj krajobrazni element poznat? Are you familiar with this landscape element? (1-nedovoljno, 2-malo, 3-osrednje, 4-prilično, 5-veoma) (1-unsatisfactorly, 2-sufficiently, 3-moderately, 4-quite well, 5-very much so)	3,98	1,186
2.	Je li vam ovaj krajobrazni element skladen? Do you find this landscape element as harmonious?	2,78	1,157
3.	Je li vam ovaj krajobrazni element lijep? Is this landscape element beautiful for you?	2,93	1,204
4.	Je li vam ovaj krajobrazni element djeluje prepoznatljivo u danom prostoru? Does this landscape element seem recognizable to you in a given space?	3,29	1,113
5.	Je li vam ovaj krajobrazni element djeluje definirano? Does this landscape element seem defined to you?	2,82	1,112
6.	Jesu li vam drvenaste vrste bliske i prikladne prostoru? Are the woody species known to you and are they suitable for this space?	2,77	1,142
7.	Ocjjenite opći dojam u pogledu estetskih i oblikovnih karakteristika za ovu krajobraznu površinu. Evaluate the overall impression in terms of aesthetic and design features for this landscape surface.	3,11	1,052
Prosječna ocjena The average grade		3,10	

osim u nekim submediteranskim dijelovima županije (npr. Knin). Možda su i njene veće proporcije u odnosu na drugo „niže“ zelenilo utjecale na manje ocjene u pogledu skладa i definiranosti. Neka su istraživanja pokazala, Gunnarsson i dr. (2017) da ljudi više cijene krajobrazne površine s visokom bioraznolikošću.

Ovo impozantno murvino stablo (tablica 3.) je vjerojatno dobilo tek osrednje ocjene zbog vitaliteta koji je znatno narušen, iako ovaj krajobrazni element i dalje danom prostoru daje estetsko i kulturno značenje. Možda bi ocijene bile i veće da murva raste u „zelenijem“ okruženju.

5.4. Grupa stabala običnog čempresa (*Cupressus sempervirens L.*) u sklopu parka crkve sv. Roka u Primoštenu – *A group of cypress trees (Cupressus sempervirens L.) within the park of the church of St. Roko in Primosten*

5.4.1. Opis prostora – *Description of the space*

Središnji park don Ive Šarića u Primoštenu izgrađen je davne 1959. Bio je ograćen kamenim zidom, a ispred crkvica je bio čempres (*Cupressus sempervirens L.*) i nekoliko borova (*Pinus sp.*). (Dorbić i Temim, 2015). Grupe čempresa su prema kazivanjima pojedinih mještana posađena tijekom 40.-ih godina 20. stoljeća. Na prvom mikrolokalitetu u Primoštenu, odabrano je 6 vrijednih stabala običnog čempresa koja se nalaze u sklopu parka crkve sv. Roka. Stare jedinke čempresa su zbog starosti, estetsko-kulturne vrijednosti proučavali mnogi istraživači, npr. Cvjetan i dr. (2000) koji ističu da čempres svojim habitusom dekorativno obogaćuje jadranski krajobraz (Slika 13.-14).

5.4.2. Zdravstveno stanje stabala – *Health status of tree lines*

Prsni promjer stabala je u prosjeku 45 cm, od čega je najmanji 29,62 cm, a najveći 60,19 cm. Prosječna visina je 9,5 metara, a varira između 11,75 m i 13 m. Polovina stabala ima oštećenje krošnje pa je potreban zahvat čišćenja, ali je pozitivno što oštećenja nisu velika čak ni na deblu. Tri stabla su nagnuta, a prosječni vitalitet je 3,67 s ocjenama 3 i 4. U načelu sva stabla su u vrlo dobrom stanju i trebalo bi ih samo kontinuirano pratiti.



Slika 13. Stabla u parku uz crkvu Sv. Roka u Primoštenu (Foto: B. Dorbić)

Picture 13. Trees in the park next to the church of St. Roko in Primošten (Photo: B. Dorbić)



1:3,000

Slika 14. Satelitska snimka grupe stabala kod crkve sv. Roka (M: 1: 3, 000) (Izradili: A. Šujica, M. Obradović, M. Lovreković, V. Šušnjara, M. Ančić)

Picture 14. Satellite image of a group of trees near the church of St. Roko (M: 1: 3, 000) (Made by: A. Šujica, M. Obradović, M. Lovreković, V. Šušnjara, M. Ančić)

Povezanost funkcionalnih i estetskih vrijednosti i u ovom slučaju je naglašena, a to se vidi prema dodijeljenim osrednjim ocjenama (tablica 6). Sama percepcija čempresa kod naših građana se veže uz grobljanske krajobrazne, pa je i to možda jedan od razloga viđenja osrednjosti.

Tablica 6. Mišljenje i percepcija ispitanika o grupi stabala kod crkve sv. Roka (Mikrolokacije: Primošten 1)

Table 6. Opinion and perception of the respondents about the group of trees near the church of St. Roko (Micro-location: Primosten 1)

R. br. Ord. no.	Pitanja Questions	Aritm. sred. Arithm. mean	Stand. dev. Stand. dev.
1.	Je li vam ovaj krajobrazni element poznat? Are you familiar with this landscape element? (1-nedovoljno, 2-malo, 3-osrednje, 4-prilično, 5-veoma) (1-unsatisfactorily, 2-sufficiently, 3-moderately, 4-quite well, 5-very much so)	3,42	1,308
2.	Je li vam ovaj krajobrazni element skladan? Do you find this landscape element as harmonious?	3,07	0,936
3.	Je li vam ovaj krajobrazni element lijep? Is this landscape element beautiful for you?	3,20	0,985
4.	Je li vam ovaj krajobrazni element djeluje prepoznatljivo u danom prostoru? Does this landscape element seem recognizable to you in a given space?	3,26	0,984
5.	Je li vam ovaj krajobrazni element djeluje definirano? Does this landscape element seem defined to you?	3,08	1,002
6.	Jesu li vam drvenaste vrste bliske i prikladne prostoru? Are the woody species known to you and are they suitable for this space?	3,14	0,975
7.	Ocijenite opći dojam u pogledu estetskih i oblikovnih karakteristika za ovu krajobraznu površinu. Evaluate the overall impression in terms of aesthetic and design features for this landscape surface.	3,26	0,911
Prosječna ocjena The average grade		3,20	

5.5. Grupe običnog čempresa (*Cupressus sempervirens L.*) u sklopu krajobrazne površine crkve sv. Jurja u Primoštenu – Groups of common cypress (*Cupressus sempervirens L.*) within the landscape surface of the church of St. Juraj in Primošten

5.5.1. Opis prostora – Description of the space

U ovom prostoru prevladavaju grupe crnogoričnog zelenila koje su posadene na krajobrazne površine uokolo crkve sv. Jurja. Na njima prevladavaju odrasla stabla čempresa (*Cupressus sempervirens L.*) horizontalne forme te manji broj stabala alepskog bora (*Pinus halapensis Mill.*) s istočne strane. Između pojedinih stabala su razmještene i klupe za sjedenje. Ova krajobrazna površina je korektno održavana i vrlo dobrih estetsko-oblikovnih karakteristika (Slike 15.-18). Prema kazivanju lokalnog župnika veći broj stabala je u starosnoj dobi od 80 godina.

5.5.2. Zdravstveno stanje stabala – Health status of trees

U sklopu krajobraznih površina crkve sv. Jurja, odabранo je 20 stabala običnog čempresa različitih formi (*Cupressus sempervirens L.*). Prosječni prsnji promjer je 43,64 cm, od čega je najmanji 15,29 cm, a radi se o zamjenskom stablu, a najveći 96,82 cm, što je vrlo impozantan primjerak. Stabla većinski imaju poneko oštećenje debla, a u manjini nalažimo oštećenja krošnje. Prosječni vitalitet je 3,6 (u rasponu 2-4). Preporuka je očistiti krošnju na nekoliko stabala i vršiti redovitu sanitarnu kontrolu, jer su u načelu grupe stabala u vrlo dobrom stanju.



Slike 15.-17. Grupe stabala u sklopu krajobrazne površine crkve sv. Jurja u Primoštenu (Foto: Sl. 15-16: B. Dorbić; Sl. 17. Izvor: Primosten (Croatia) Pictures 15.-17. Groups of trees within the landscape of the church of St. Juraj in Primošten (Photo: Pic. 15-16: B. Dorbić; Pic. 17. Izvor: Primosten (Croatia)



Slika 18. Satelitska snimka grupe stabala u sklopu krajobrazne površine crkve sv. Jurja u Primoštenu (M 1: 3,000) (Izradili: A. Šujica, M. Obradović, M. Lovreković, V. Šušnjara, M. Ančić)

Picture 18. Satellite image of a group of trees within the landscape of the church of St. Juraj in Primošten (M 1: 3,000) (Made by: A. Šujica, M. Obradović, M. Lovreković, V. Šušnjara, M. Ančić)

Ispitanici (tablica 7.) su opći dojam sa stajališta oblikovnih i estetskih ocijenili ocjenom 3,61, što većinom gravitira prema prilično dobroj ocjeni. Vrlo dobra ocjena je dodije-

ljena i ljepoti krajobrazne površine. Vezano za prethodno Nohl (2001) navodi da se kao najrelevantnije estetske kategorije identificiraju pridjevi: lijepo, (novo) uzvišeno, zanimljivo i jednostavno. Iz ovih kategorija nastaje se izvući najvažniji estetski prototipovi krajobraza u budućnosti. Ocjene kod ostalih varijabli variraju između 3,20 i 3,75. Možda je jednostavnost amaterske izvedbe prostora utjecala na dodijeljene ocjene. Vjerojatno su ispitanici skloniji i uporabi reprezentativnijih, egzotičnijih biljnih vrsta za dane prostore. Kod obnove sakralnih objekata posebnu pozornost treba posvetiti obnovi vrtova u objektima (Nodilo, 1999). Koncept sadržajne složenosti važan je faktor u uspješnosti oblikovanja otvorenih prostora. Tako Pereković i dr. (2017) u svojim istraživanjima potvrđuju rezultate mnogih autora da su složeniji parkovi (dijelovi parka) posjećeniji od manje složenijih parkova (dijelova parka), kao i da ponašanje korisnika varira ovisno o dinamičnim pokazateljima složenosti. Složenost je važan faktor u preferenciji krajobraza.

5.6. Drvoređ bijelih murvi (*Morus alba L.*) na Aleji skradinskih svilara u Skradinu – *Tree lions of white mulberries (Morus alba L.) on the Alley of Skradin silkworms in Skradin*

5.6.1. Opis prostora – *Description of the space*

Drvored na Aleji skradinskih svilara se sastoji od 49 odraslih stabala bijele murve (*Morus alba L.*) uz samu cestu. Ova javna gradska krajobrazna površina trebala bi biti bo-

Tablica 7. Mišljenje i perepcija ispitanika o grupi stabala u sklopu krajobrazne površine crkve sv. Jurja u Primoštenu (Mikrolokalitet: Primošten 2)
Table 7. Respondents' opinion and perception on a group of trees within the landscape of the church of St. Juraj in Primošten (Micro-location: Primošten 2)

R. br. Ord. no.	Pitanja Questions	Aritm. sred. Arithm. mean	Stand. dev. Stand. dev.
1.	Je li vam ova krajobrazna površina poznata? Are you familiar with this landscape surface? (1-nedovoljno, 2-malo, 3-osrednje, 4-prilično, 5-veoma) (1-unsatisfactorily, 2-sufficiently, 3-moderately, 4-quite well, 5-very much so)	3,75	1,382
2.	Je li vam ova krajobrazna površina skladna? Do you find this landscape surface harmonious?	3,48	1,012
3.	Je li vam ova krajobrazna površina lijepa? Is this landscape surface beautiful for you?	3,64	0,899
4.	Je li vam ova krajobrazna površina uređena? Do you think of this landscaping surface as well arranged?	3,48	0,972
5.	Je li vam ova krajobrazna površina stručno izvedena? Is this landscape surface professionally implemented for you?	3,37	0,922
6.	Je li vam ova krajobrazna površina djeluje prepoznatljivo u danom prostoru? Does this landscape surface seem recognizable to you in a given space?	3,52	0,952
7.	Je li vam ova krajobrazna površina djeluje složeno? Does this landscape surface seem complex to you?	3,20	0,879
8.	Je li vam ova krajobrazna površina djeluje definirano? Does this landscape surface seem defined to you?	3,30	0,963
9.	Jesu li vam drvenaste vrste bliske i prikladne prostoru? Are the woody species known to you and are they suitable for this space?	3,55	0,875
10.	Ocijenite opći dojam u pogledu estetskih i oblikovnih karakteristika za ovu krajobraznu površinu. Evaluate the overall impression in terms of aesthetic and design features for this landscape surface.	3,61	0,810
Prosječna ocjena The average grade		3,49	

lje održavana, a vrijedna stabla murve bolje, stručnije njegovana. Prema kazivanjima mještanina Mate Žure, pojedine murve u Skradinu su starije i više od 150 godina (Dorbić i dr. 2013). Stabla promatrana u cjelini su vrlo dobrih estetsko-oblikovnih karakteristika (Slike 19.-21).

5.6.2. Zdravstveno stanje drvoreda – *Health status of tree lines*

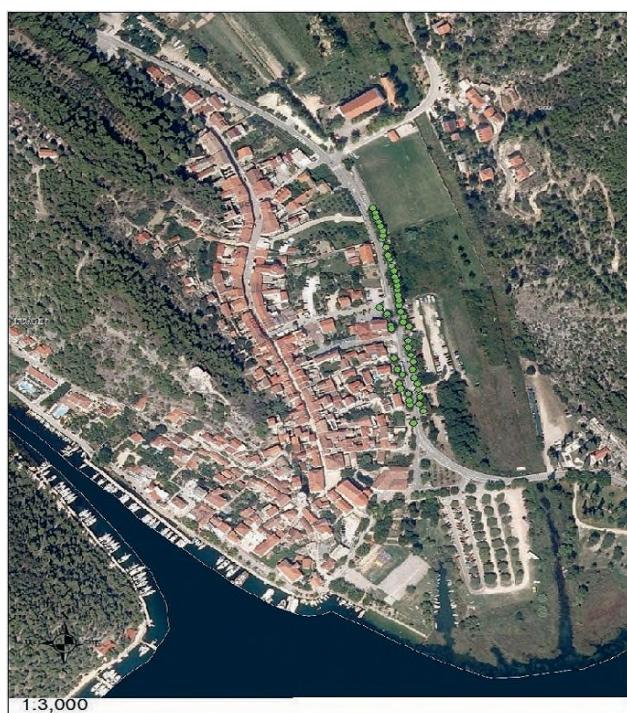
Prosječni prsni promjer stabala murve je 40,84 cm, od čega najmanji 8,75 cm (radi se o tek posađenom, zamjen-

skom stablu) te najveći 81,17 cm. Prosječna visina stabala je 6,65 metara (2,5 m do 10,5 m). Gotovo sva stabla imaju oštećenja debla i krošnje. Vitalitet stabala u prosjeku iznosi 1,57 što je drastično malo, radi starosti i neadekvatnog gospodarenja stablima. Čak je 32 stabla od 49, potencijalno opasno te ih je potrebno ukloniti, pogotovo zbog njihovog opasnog mjesta uz samu cestu. Prema kazivanju lokalnog stanovništva nekoliko stabala se do sada izvalilo na cestu te je isto moglo prouzrokovati nepogodu.



Slike 19.-20. Drvored bijelih murvi na Aleji skradinskih svilara u Skradinu (Foto: B. Dorbić)

Pictures 19.-20. A tree lines of white mulberries on the Alley of Skradin silkworms in Skradin (Photo: B. Dorbić)



Slika 21. Satelitska snimka drvoreda bijelih murvi u Skradinu (M:1,300) (Izradili: A. Šujica, M. Obradović, M. Lovreković, V. Šušnjara, M. Ančić)

Picture 21. Satellite image of the white mulberry tree line in Skradin (M:1,300) (Made by: A. Šujica, M. Obradović, M. Lovreković, V. Šušnjara, M. Ančić)

Tablica 8. Mišljenje i percepcija ispitanika o drvoredu bijelih murvi u Skradinu (Mikrolokajitet: Skradin 1)

Table 8. Respondents' opinion and perception on the white mulberry tree lines in Skradin (Micro-location: Skradin 1)

R. br. Ord. no.	Pitanja Questions	Aritm. sred. Arithm. mean	Stand. dev. Stand. dev.
1.	Je li vam ova krajobrazna površina poznata? Are you familiar with this landscape surface? (1-nedovoljno, 2-malo, 3-osrednje, 4-prilično, 5-veoma) (1-unsatisfactorily, 2-sufficiently, 3-moderately, 4-quite well, 5-very much so)	3,86	1,144
2.	Je li vam ova krajobrazna površina skladna? Do you find this landscape surface harmonious?	3,59	0,775
3.	Je li vam ova krajobrazna površina lijepa? Is this landscape surface beautiful for you?	3,67	0,848
4.	Je li vam ova krajobrazna površina uređena? Do you think of this landscaping surface as well arranged?	3,41	0,871
5.	Je li vam ova krajobrazna površina stručno izvedena? Is this landscape surface professionally implemented for you?	3,39	0,903
6.	Je li vam ova krajobrazna površina djeluje prepoznatljivo u danom prostoru? Does this landscape surface seem recognizable to you in a given space?	3,56	0,874
7.	Je li vam ova krajobrazna površina djeluje složeno? Does this landscape surface seem complex to you?	3,25	0,895
8.	Je li vam ova krajobrazna površina djeluje definirano? Does this landscape surface seem defined to you?	3,36	0,899
9.	Jesu li vam drvenaste vrste bliske i prikladne prostoru? Are the woody species known to you and are they suitable for this space?	3,63	0,922
10.	Ocijenite opći dojam u pogledu estetskih i oblikovnih karakteristika za ovu krajobraznu površinu. Evaluate the overall impression in terms of aesthetic and design features for this landscape surface.	3,63	0,795
Prosječna ocjena The average grade		3,53	

Opći dojam (tablica 8.) ispitanika za ovu krajobraznu površinu iznosi 3,63 što ukazuje da su ispitanici osrednje do prilično zadovoljni s ovim mikrolokajitetom. Ocjene ostalih pitanja variraju između 3,25 i 3,86. Vjerovatno bi se znatno bolje ocjene postigle da su stabla vitalnija i bolje održavana. Također bi na isto utjecala stručnije oblikovanje u prostoru. Murve su se u Skradinu sadile i zbog „debele“ hladovine. Različita istraživanja su pokazala funkcionalnost zelene infrastrukture da smanji temperaturu u gradu (Bowler i dr., 2010., Dimoudi i Nikolopoulou, 2003., prema, Klemm, 2015.).

Kritovac (2004) drvoređ smatra kao „konstitutivni element grada“. On je bitan za njegovo „urbanističko formiranje i oblikovanje“. Kako ističe autor on predstavlja tradicijsku, kulturno-historijsku vrijednost i neizostavan je element u svakom dijelu urbanističkog planiranja.

5.7. Drvoređ hibridnih platana (*Platanus x hispanica*) uz Cesarićevu obalu u Kninu – *Tree lines of hybrid plane trees (Platanus x hispanica) along Cesarić's coast in Knin*

5.7.1. Opis prostora – *Description of the space*

U Kninu je na prvom mikrolokajitetu, odabrano 21 stablo hibridne platane (*Platanus x hispanica*) uz Cesarićevu obalu



Slike 22.-24. Drvoređe hibridnih platana uz Cesarićevu obalu u Kninu (Foto: B. Dorbić)

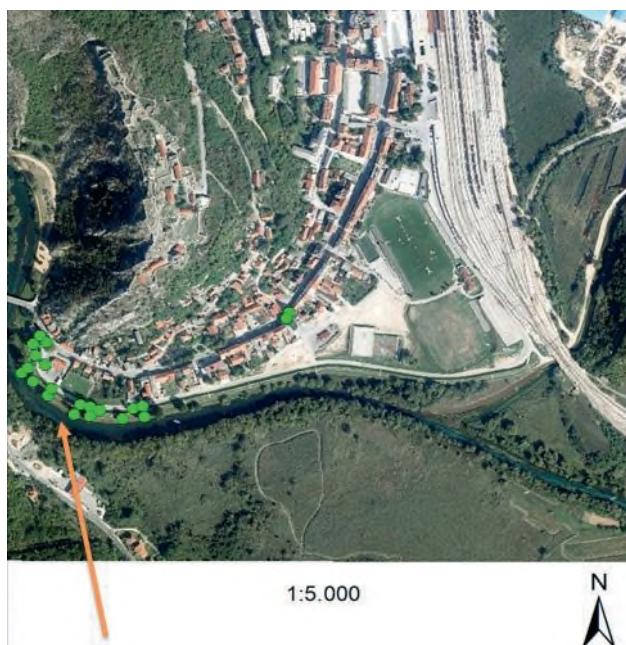
Pictures 22.-24. Tree line of hybrid plane trees along the Cesarić coast in Knin (Photo: B. Dorbić)

koja se nalazi uz rijeku Krku. U hortikulturi u mediteranskim zemljama najčešća je javorolisna platana (*P. acerifolia*, *Platanus x hispanica*), koja je dobivena križanjem istoč-

njačke i zapadnjačke platane 1640. godine u Engleskoj (Hukić, 2008). Prema gosp. M. Popoviću, platane (*Platanus* sp.) koje su zasadene u Kninu stare su više od 170 godina, a za njihovu sadnju je zaslужna engleska dobrotvorka Miss. Irby, koja je boravila u Kninu i njegovoj široj okolini za vrijeme vladavine Austro-Ugarske monarhije (Dorbić i Temim, 2015). Markantna, vrijedna stabla hibridne platane koja su korektno smještena u prirodni prostor mogu se ocijeniti s ocjenom vrlo dobar (Slike 22.-25).

5.7.2. Zdravstveno stanje drvoreda – *Health status of tree lines*

Prosječni prsni promjer navedenih stabala je 98,69 cm, a varira od 52,2 cm (zamjensko stablo) do 151,52 cm. Prosječna visina stabala je 18,26 metara (7 m-23,05 m). Gotovo sva stabla imaju oštećenja debla i krošnje, ali ne u značaj-



Slika 25. Satelitska snimka drvoreda hibridnih platana uz Cesarićevu obalu u Kninu (M: 1: 5,000) (Izradili: A. Šujica, M. Obradović, M. Lovreković, V. Šušnjara, M. Ančić)

Picture 25. Satellite image of tree lines of hybrid plane trees along the Cesarić coast in Knin (M: 1: 5,000) (Made by: A. Šujica, M. Obradović, M. Lovreković, V. Šušnjara, M. Ančić)

Tablica 9. Mišljenje i percepcija ispitanika o dvoredu hibridnih platana uz Cesarićevu obalu u Kninu (Mikrolokalitet: Knin 1)

Table 9. Opinion and perception of the respondents on the tree lines of hybrid plane trees along the Cesarić coast in Knin (Micro-location: Knin 1)

R. br. Ord. no.	Pitanja Questions	Aritm. sred. Arithm. mean	Stand. dev. Stand. dev.
1.	Je li vam ova krajobrazna površina poznata? Are you familiar with this landscape surface? (1-nedovoljno, 2-malo, 3-osrednje, 4-prilično, 5-veoma) (1-unsatisfactorily, 2-sufficiently, 3-moderately, 4-quite well, 5-very much so)	3,57	1,353
2.	Je li vam ova krajobrazna površina skladna? Do you find this landscape surface harmonious?	3,38	0,890
3.	Je li vam ova krajobrazna površina lijepa? Is this landscape surface beautiful for you?	3,54	0,875
4.	Je li vam ova krajobrazna površina uređena? Do you think of this landscaping surface as well arranged?	3,12	0,882
5.	Je li vam ova krajobrazna površina stručno izvedena? Is this landscape surface professionally implemented for you?	3,05	0,837
6.	Je li vam ova krajobrazna površina djeluje prepoznatljivo u danom prostoru? Does this landscape surface seem recognizable to you in a given space?	3,31	0,995
7.	Je li vam ova krajobrazna površina djeluje složeno? Does this landscape surface seem complex to you?	2,77	0,932
8.	Je li vam ova krajobrazna površina djeluje definirano? Does this landscape surface seem defined to you?	3,03	0,826
9.	Jesu li vam drvenaste vrste bliske i prikladne prostoru? Are the woody species known to you and are they suitable for this space?	3,39	0,834
10.	Ocjijenite opći dojam u pogledu estetskih i oblikovnih karakteristika za ovu krajobraznu površinu. Evaluate the overall impression in terms of aesthetic and design features for this landscape surface.	3,41	0,800
Prosječna ocjena The average grade		3,26	

nijoj mjeri te je samo potrebno provesti mjere čišćenja krošnje i orezivanja uz redovnu kontrolu, što se vidi kroz vitalitet koji je u prosjeku 3,52. Potrebno je uklanjanje samo jednog stabla (sušac).

Opći dojam ispitanika (tablica 9.) vezan za estetske i oblikovne karakteristike prostora ocijenjene su ocjenom 3,41, dok je vrlo dobra ocjena dodijeljena „estetici“ prostora. Interesantno je da su na pitanje o složenosti navedene površine ispitanici dali prosječnu ocjenu od 2,77. Možemo pretpostaviti da je tome tako radi velikog razmaka između stabala. Prikladnost i bliskost vrste prostoru također je ocijenjena tek osrednjom ocjenom, iako su ove vrste u Kninu prisutne još od turske vladavine. Međutim ostale prosječne ocjene su tek nešto iznad osrednje ocjene. Prilikom valorizacije pojedinih krajobraza ustanovljeno je Li i dr. (2020) da odraz zelenila na površini vode može poboljšati percepciju prostora, što je slučaj i kod mikrolokaliteta Knin 1.

5.8. Dvije hibridne platane (*Platanus x hispanica*) na Franjevačkom trgu u Kninu – Two hybrid plane trees (*Platanus x hispanica*) on Franciscan Square in Knin

5.8.1. Opis prostora – Description of the space

Na drugom mikrolokalitetu u Kninu odabrane su dvije hibridne platane (*Platanus x hispanica*) na Franjevačkom

trgu. Okolne građevine i trenutno nesređene krošnje umanjuju ukupne estetsko oblikovne vrijednosti krajobraznog elementa na razinu osrednjosti (Slike 26.-27).

**Slika 26.** Dvije hibridne platane na Franjevačkom trgu u Kninu (Foto: B. Dorbić)

Picture 26. Two hybrid plane trees on Franciscan square in Knin (Photo: B. Dorbić)



Slika 27. Satelitska snimka dvije hibridne platane na Franjevačkom trgu u Kninu (M: 1: 5, 000) (Izradili: A. Šujica, M. Obradović, M. Lovreković, V. Šušnjara, M. Ančić)

Picture 27. Satellite image of two hybrid plane trees on Franjevački trg in Knin (M: 1: 5, 000) (Made by: A. Šujica, M. Obradović, M. Lovreković, V. Šušnjara, M. Ančić)

5.8.2. Zdravstveno stanje stabala – *Health status of trees*

Promjer stabala je 130,5 cm i 149,6 cm, a visine 22 i 23 m. Obje imaju oštećenja debla, a na krošnjama bi trebalo primijeniti zahvat čišćenja te vršiti redovitu sanitarnu kontrolu. Stabla su dobrog vitaliteta i on iznosi 3.

Ispitanici (tablica 10.) su opći dojam ovog elementa ocijenili s ocjenom 2,86 što znači da je njihov dojam osrednji prema slabom. Općenito ocjene variraju između 2,55 i 3,11 osim pitanja o poznavanju krajobraznog elementa koje ima prosjek u iznosu od 3,85, pokazujući time da im je prilično poznat. Možda je uz tek osrednji vitalitet i okolni krajobraz presudio lošoj percepцији ovog vrijednog krajobraznog elementa. Li i dr. (2020) su utvrdili da različiti elementi krajobraza (uključujući drveće, pješake i neke vizualno dominantne elemente (nadvožnjake, natpisne ploče mogu privući pozornost promatrača u percepцијi prostora). Ljudi koji su više pažnje posvetili drveću nego drugim vizualno dominantnim elementima vjerojatnije su davali i više ocjene.

ZAKLJUČAK CONCLUSION

Ovim istraživanjem željeli su se prikazati rezultati stručne prosudbe zdravstvenog i estetskog stanja značajnih stabala na odabranih javnim gradskim krajobraznim površinama Šibensko-kninske županije te usporediti s rezultatima analize mišljenja i percepцијa građana u odnosu na iste. Istraživanjem je utvrđeno da je većina stabala na analiziranim mikrolokalitetima u relativno dobrom stanju (izuzev mikrolokaliteta Skradin 1 koji je potencijalno opasan za stonovnike). Načelno se preporučuje redovita kontrola značajnih stabala te ponovna valorizacija za 10 godina radi ponovne evaluacije i nadopune informacija i katastra. Provođenjem anketnog ispitanja, utvrđeno je da su ispitanici s područja Šibensko-kninske županije zadovoljni s kakvo-

Tablica 10. Mišljenje i percepција ispitanika o dvije hibridne platane na Franjevačkom trgu u Kninu (Mikrolokalitet: Knin 2)

Table 10. Respondents' opinion and perception on two hybrid plane trees on Franciscan Square in Knin (Micro-location: Knin 2)

R. br. Ord. no.	Pitanja Questions	Aritm. sred. Arithm. mean	Stand. dev. Stand. dev.
1.	Je li vam ovaj krajobrazni element poznat? Are you familiar with this landscape element? (1-nedovoljno, 2-malo, 3-osrednje, 4-prilično, 5-veoma) (1-unsatisfactory, 2-sufficiently, 3-moderately, 4-quite well, 5-very much so)	3,85	1,120
2.	Je li vam ovaj krajobrazni element skladan? Do you find this landscape element as harmonious?	2,63	0,889
3.	Je li vam ovaj krajobrazni element lijep? Is this landscape element beautiful for you?	2,85	1,120
4.	Je li vam ovaj krajobrazni element djeluje prepoznatljivo u danom prostoru? Does this landscape element seem recognizable to you in a given space?	3,11	1,024
5.	Je li vam ovaj krajobrazni element djeluje definirano? Does this landscape element seem defined to you?	2,55	0,981
6.	Jesu li vam drvenaste vrste bliske i prikladne prostoru? Are the woody species known to you and are they suitable for this space?	2,69	1,152
7.	Ocijenite opći dojam u pogledu estetskih i oblikovnih karakteristika za ovu krajobraznu površinu. Evaluate the overall impression in terms of aesthetic and design features for this landscape surface.	2,86	0,985
Prosječna ocjena The average grade		2,93	

ćom javnih gradskih krajobraznih površina (osrednje-5 mikrolokaliteta, prilično-5 mikrolokaliteta). Prosječne ocjene vezane za mišljenje stanovnika o estetskim i funkcionalnim karakteristikama značajnih stabala na javnim gradskim krajobraznim površinama bile su redom od najviše do najniže: Šibenik 1 (4,15), Zaton 2 (3,96), Zaton 1 (3,71), Šibenik 2 (3,61), Skradin 1 (3,53), Primošten 2 (3,49), Knin 1 (3,26), Primošten 1 (3,20), Šibenik 3 (3,10) i Knin 2 (2,93). Ovakvim načinom ispitivanja mišljenja i percepcija javnosti o kakvoći javnih gradskih krajobraznih površina, rezultira vrijednim podacima o stavovima javnosti o određenom javnom prostoru odnosno o zelenoj komponenti, za koju se u konačnici javni prostor i privodi svrsi. Svakako navedeni rezultati predstavljaju vrijedne podatke i za donositelje odluka o budućim planovima upravljanja u okviru analiziranih sredina (lokalna i regionalna samouprava, komunalna društva, planeri i projektanti). Među ostalim rezultati ovog istraživanja pokazuju kako stanovništvo više preferira lokalitete s većom biološkom raznolikošću, što ukazuje kako je to ono čemu treba težiti prilikom stvaranja novih parkova, perivoja, drvoreda, ali i tijekom revitalizacije postojećih. U većoj mjeri se stavovi ispitanika podudaraju s vrijednovanjem stručnjaka (autori ovog rada). Analizirana značajna stabla je nužno i dalje njegovati (orezivanje, gnojidba, zaštita i drugi zahvati).

*Rad je izrađen u okviru rezultata projekta: *Procjena i izrada katastra značajnog drveća na području Šibensko-kninske županije*. Voditeljica projekta: Mia Lovreković, Znanstveno-istraživački projekt studenata šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (2020).

LITERATURA REFERENCES

- Anastasijević, N., Vratuša, V. 2000: Uloga prevršenog drveća u drvoredima gradova Srbije. In Symposium on Flora of the Southeastern Serbia. Sokobanja, 249: p. 261.
- Aničić, B. 1997: Korelacija boravišnih kvaliteta vrtnoga prostora i njegovih strukturnih svojstava. Doktorska disertacija. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Arnberger, A., Eder, R. 2015: Are urban visitors' general preferences for green-spaces similar to their preferences when seeking stress relief?, *Urban Forestry & Urban Greening*, 14 (4): 872-882.
- Bratina Jurković, N. 2014: Perception, experience and the use of public urban spaces by residents of urban neighbourhoods. *Urbani izziv*, 25 (1): 107-125.
- Butorac, M., Šimleša, D. 2007: Zelena srca gradova-važnost vrtova i perivoja u urbanim područjima. *Društvena istraživanja*, 16, 6 (92): 1081-1101.
- Cvitković, I. 2021: Trees and animals in world religions. *Socijalna ekologija: časopis za ekološku misao i sociološka istraživanja okoline*, 30 (1): 131-155.
- Cvjetan, S., Kajba, D., Pavičić, N., Pejić, I. 2000: Genetska analiza starog hvarskega cempresa (*Cupressus sempervirens* var. *horizontalis* (Mill.) Gord.). *Šumarski list*, CXXIV (5-6): 279-284.
- Dobrilović, M. 2004: Povijesni drvoredi-nekad i danas. *Agronomski glasnik*; 3-5: 109-12.
- Domac, R. 1994: *Flora Hrvatske-Priručnik za određivanje bilja*: Zagreb.
- Dorbić, B., Gardijan, P., Temim, E., Hadžabulić, A., Krnčević-Rak, M. 2013: Pejzažne karakteristike murve (*Morus alba* L.) u turističkom identitetu Skradina. U: Grubišić, Anita, et al (ur.). *Zbornik radova veleučilišta u Šibeniku: 1. znanstvenostručna konferencija s međunarodnim sudjelovanjem - Izazovi današnjice - Turizam danas - za sutra*: 515-522.
- Dorbić, B., Temim, E. 2015: Povijesni pregled razvoja vrtlarstva i krajobraznog uređenja Šibenika i okolice u razdoblju 1945.-1985. godine. *Annales-Anali za Istrske in Mediteranske Studije-Series Historia et Sociologia*, 25 (3): 637-650.
- Dorbić, B., Temim, E. 2016: Povijesni pregled razvoja vrtlarstva i krajobraznog uređenja Šibenika i okolice u razdoblju 1880.-1945. godine. *Annales-Anali za Istrske in Mediteranske Studije-Series Historia et Sociologia*, 26 (2): 227-246.
- Dorbić, B., Temim, E. 2018: Valorizacija dendro elemenata u parkovima i pejsažnim površinama na području Šibensko-kninske županije. *Annales-Anali za Istrske in Mediteranske studije-Series Historia et Sociologia*, 28 (1): 167-192.
- Drvodelić, D. 2014: Arborikulturni postupci pri konzervaciji starih i posebno vrijednih stabala I dio. *Šumarski list*, 138 (11-12): 608-610.
- Drvodelić, D. 2015: Arborikulturni postupci pri konzervaciji starih i posebno vrijednih stabala II dio. *Šumarski list*, 139 (1-2): 74-77.
- Drvodelić, D. 2016: Razmnožavanje duda. *Gospodarski list*, (5): 74-76.
- Erhardt, W., Gotz, E., Bodeker, N., Seybold, S. 2002: Zander, Handwörterbuch der Pflanzennamen. 17. Aufl. Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Frohmann, E. 2020: *Trees in the City – Perception and Aesthetic Expression*.
- Gunnarsson, B., Knez, I., Hedblom, M. et al. 2017: Effects of biodiversity and environment-related attitude on perception of urban green space. *Urban Ecosyst* 20: 37-49.
- Guneroglu, N., Beklar, M. 2022: Visual perception of urban greening in public parks: evidence from Trabzon city, Turkey. 30 (1): 124-134.
- Gutdeutch, G: Mitologija drveća, Nova akropola, dostupno na: <https://nova-akropola.com/kulture-i-civilizacije/mitologije/mitologija-drveca/> (pristupljeno, 28.03.2022).
- HKM, Drveće i njihovo značenje u bibliji, dostupno na: <https://hkm.hr/duhovnost/drvece-i-njihovo-znacenje-u-bibliji/> (pristupljeno 25.03.2022).
- Hukić, E., Dounavi, A., Ballian, D. 2008: Analiza dna hibridnih platana (*Platanus acerifolia*/Aiton/Willd.) drvoreda grada Sarajeva. *Šumarski list*, 132 (7-8): 337-341.
- Idžočić, M. 2009: *Dendrologija-List*. Šumarski fakultet Zagreb, Zagreb.
- Jim, C.Y., Chen, W.Y. 2006: Perception and Attitude of Residents Toward Urban Green Spaces in Guangzhou (China). *Environmental Management* 38: 338-349.

- Jurković, S. 2004: Drvoređe kao element građenja prostora. *Agronomski glasnik*; 3-5: 101-108.
- Koprowska, K., Łaszkiewicz, E., Kronenberg, J., Marcińczak, S. 2018: Subjective perception of noise exposure in relation to urban green space availability, *Urban Forestry & Urban Greening*, 31: 93-102.
- Krajter Ostoić, S., Konijnendijk van den Bosch, C., Vuletić, D., Stevanov, M., Živojinović, I., Mutabđija-Bećirović, S., Lazarević, J., Stojanova, B., Blagojević, D., Stojanovska, M. 2017: Citizens' perception of and satisfaction with urban forests and green space : Results from selected Southeast European cities. *Urban Forestry & Urban Greening*, 23: 93-103.
- Kritovac, F. 2004: Gradski drvoređe-simboli i zbilja. *Agronomski glasnik*; 3-5: 125-130.
- Li, X., Zhang, C., Li, W. 2015: Does the Visibility of Greenery Increase Perceived Safety in Urban Areas? Evidence from the Place Pulse 1.0 Dataset. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 4 (3): 1166-1183.
- Li, J., Zhonghao, Z., Fu, J., Gao, J., Ma, J., Shao, G., Noel, S. 2020: An evaluation of urban green space in Shanghai, China, using eye tracking, *Urban Forestry & Urban Greening*, 56: 2020: 1-11.
- Ljujić-Mijatović, T., Živojević, S., Bećić, B. 2010: Identifikacija, valorizacija i zaštita parkovne baštine u periodu Austrougarske u Bosni i Hercegovini. *Glasnik Zaštite Bilja*, 33 (6): 18-25.
- Ma, B., Hauer, R J., Xu, C., Li, W. 2021: Visualizing evaluation model of human perceptions and characteristic indicators of landscape visual quality in urban green spaces by using nomograms, *Urban Forestry & Urban Greening*, 65, 127314.
- Muratet, A., Pellegrini, P., Dufour, A-B., Arrif, T., Chiron, F. 2015: Perception and knowledge of plant diversity among urban park users, *Landscape and Urban Planning*, 137: 95-106,
- Nodilo, M. 1999: Vrtovi sakralnih objekata dubrovačkog područja. *Šumarski list*, 123 (5-6): 217-226.
- Nohl, W. 2001: Sustainable landscape use and aesthetic perception—preliminary reflections on future landscape aesthetics, *Landscape and Urban Planning*, 54 (1-4): 223-237.
- Özgürer, H. 2011: Cultural Differences in Attitudes towards Urban Parks and Green Spaces. *Landscape Research* 36: 599-620.
- Paparić, D., Bruža, D., Rudančić, A. 2020: Elements of the Tourist Offer of the Island of Rab. U: Barković, D., Heinz Dernoscheg, K. (ur.). *Interdisciplinary management research XVI*.
- Paulić, V. 2015: Prosudba opasnih stabala korištenjem vizualnih metoda i arborikulturnih instrumenata. Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu. Šumarski fakultet.
- Paulić, V., Drvodelić, D., Mikac, S., Gregurović, G., Oršanić, M. 2015: Arborikulturna i dendroekološka analiza stanja stabala divljeg kestena (*Aesculus hippocastanum* L.) na području grada Velike Gorice. *Šumarski list*, 1-2 (2015): 21-34
- Paulić, V., Škarica, T., Drvodelić, D., Oršanić, M. 2022: Prosudba truleži stabala hrasta kitnjaka zvučnim tomografom. *Šumarski list*, 146 (1-2): 19-30.
- Pereković, P., Aničić, B., Hrdalo, I., Rechner, I., Andlar, G. 2007: Percepcija osnovnih karakteristika otvorenih prostora u stam- benim naseljima-primjer grada Zagreba i Velike gorice. *Društvena istraživanja*, 16 (6): 1103-1124.
- Rudančić, A., Paparić, D., Ćučić, D. 2019: Strategy as an instrument of sustainable development of the croatian islands. U: Barković, D. & Bodo, R. (ur.) *Interdisciplinary Management Research XV*.
- Stanić, S., Buzov, I. 2013: Značaj zelenih površina u životu grada Šibenika. U: Pilić, Š. (ur.) *Međunarodni znanstveni skup Baština i razvoj - socioekonomski, socioekološki i sociokulturni aspekti (Program i sažeci radova) / International Scientific Conference Heritage and Development - Socioeconomical, Socioecological and Sociocultural Aspects (Program and Abstracts)*.
- Suchocka, M., Jankowski, P., Błaszczyk, M. 2019: Perception of Urban Trees by Polish Tree Professionals vs. Nonprofessionals. *Sustainability*, 11 (1): 1-20.
- Šilić, Č. 1983: *Atlas drveća i grmlja*. Svjetlost, Sarajevo.
- Šišić, B., Kapović, N. 2004: Drvoređi i obrubno zelenilo uz grad-ske prometnice Dubrovnika. *Agronomski glasnik*; 3-5: 227-248.
- Šujica, A. 2021: Urbano zelenilo grada Šibenika u funkciji zaštite prirode i okoliša. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvene tehnologije.
- Todorova, A., Asakawa, S., Aikoh, T. 2004: Preferences for and attitudes towards street flowers and trees in Sapporo, Japan. *Landscape and Urban Planning*, 69, 403.
- Tsantopoulos, G., Varras, G., Chiotelli, E., Fotia, K., Batou, M. 2018: Public perceptions and attitudes toward green infrastructure on buildings: The case of the metropolitan area of Athens, Greece, *Urban Forestry & Urban Greening*, 34: 181-195,
- Tutin, T.G., Heywood, V.T., Burges, N.A., Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, S.M., Webb, D.A. (eds.) (1964–1980): *Flora Europea 1-5*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Ugolini, F et al. 2020: Effects of the COVID-19 pandemic on the use and perceptions of urban green space: An international exploratory study, *Urban Forestry & Urban Greening*, 56: 126888.
- Vidaković M., Franjić, J. 2004: Golosjemenjače. Šumarski fakultet, Zagreb.
- Viličić, D. 2020: Biološka raznolikost u urbanom planiranju. *Glasnik Hrvatskog botaničkog društva*, 8 (1): 19-28.
- Vinčak, T. 2002: Vjerovanja o drveću u hrvata - u kontekstu slavističkih istraživanja. Naklada Slap; Jastrebarsko: p. 182.
- Visković, N. 2001: Stablo i čovjek-prilog kulturnoj botanici. Antibarbarus: p. 850.
- Vuković, Lj. 1995: Pejsažna arhitektura-planiranje i projektovanje. Beograd, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet.
- Walters, S.M., Brady, A., Brickell, C.D., Cullen, J., Green, P.S., Lewis, J., Matthews, V.A., Webb, D.A., Yeo, P.F., Alexander, J.C.M (eds.) (1984–1986): *The European Garden Flora, I-II*. Cambridge. Cambridge University Press.
- Primosten (Croatia), Puzzle online, dostupno na: <https://www.epuzzle.info/en/puzzle/play/architecture/1033-primosten-croatia#15x10> (pristupljeno, 02.07.2020).

SUMMARY

Significant (old, valuable) trees, in addition to their cultural value, they increase value of the “local” property and also affect the aesthetic values of the environment. The goal of this work was to was to valorize (aesthetic and functional characteristics of significant trees on public urban landscape areas of the Šibenik-Knin County), for the purpose of creation a cadaster of significant trees. Field research was conducted on 10 micro-locations during the period from 2019 to 2020, on the territory of Šibenik-Knin County. Selected significant trees (131 individuals in 10 micro-locations, i. e. Knin 1 (21), Knin 2 (2), Primošten 1 (6), Primošten 2 (20), Šibenik 1 (9), Šibenik 2 (1) and Šibenik 3 (1), Zaton 1 (16) and Zaton 2 (6), Skradin (49) were evaluated by the VTA method (Visual control method). When summarizing the conducted research, it was concluded that most of the trees are in relatively good condition. The survey was conducted on 102 respondents across the County. The average ratings obtained from the respondents on the aesthetic and functional characteristics of significant trees on public urban landscape areas were as follows: Šibenik 1 (4,15), Zaton 2 (3,96), Zaton 1 (3,71), Šibenik 2 (3,61), Skradin 1 (3,53), Primošten 2 (3,49), Knin 1 (3,26), Primošten 1 (3,20), Šibenik 3 (3,10) and Knin 2 (2,93).

KEY WORDS: significant trees, cadaster, valorization, public urban landscape areas, Šibenik-Knin County.



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

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

Članovi Komore:

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

Stručni poslovi (Zakon o HKIŠDT, članak 1):

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

Javne ovlasti Komore:

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

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

Ostali poslovi koje obavlja Komora:

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

Članovima Komore izdaje se rješenje, pečat i iskaznica ovlaštenoga inženjera. Za uspješno obavljanje zadataka te posizanje ciljeva 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.

DROZD BRAVENJAK (*Turdus pilaris* L.)

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

Naraste u dužinu oko 25 cm s rasponom krila 39–42 cm i težinom 80–130 (140) grama, pa ga po veličini tijela možemo usporediti s crnim kosom. Spolovi su međusobno slični. Od ostalih drozdova razlikuje se po plavkasto sivoj glavi i stražnjem dijelu vrata. Leđa i krila su kestenjasto smeđa, trtica je sivkasta, a rep crn. Grlo i prsa su narančasta, trbuš i bokovi bijeli, a svi ti donji dijelovi tijela prošarani nizovima tamnih pjega. Krila s unutrašnje strane su sivkasto bijela kao i vanjski rubovi dugog repa. Oči i noge su tamne. Kljun je zimi žućkast s tamnim vrhom, dok je u toplijem razdoblju cijeli žućkast. Vezan je za rubove otvorenih šumske predjela i poljoprivredne površine. Zimi dolazi u jatima u vrtove, voćnjake i okućnice na kojima se hrani s neubranim plodovima na stablu i/ili na tlu. Gniazdi u većem dijelu Europe, osim Sredozemlja. Gniazda gradi na drveću i grmlju od biljnog materijala kojeg povezuje pomoću blata i iznutra ih oblaže s finim travkama, a sjeverne populacije se gniazde i na tlu. Gniazdi jednom do dva puta (u južnim područjima gniažđenja) tijekom

godine od travnja do kolovoza. Nese 5–6 (3–8) svjetlo plavih zelenih jaja s brojnim sitnim tamnim točkama (sliče na jaja vrapca) veličine oko 33x23 mm. Na jajima sjedi ženka (cijeli ili veći dio) 13–14 dana. Oba roditelja brinu o mlađim ptičima oko dva tjedna kada oni napuštaju gnijezdo. Hrani se manjim kopnenim beskralježnjacima i plodovima voćkarica (jako voli jabuke).

U Hrvatskoj je zimovalica i preletnica, a u gorskom dijelu gniazdi u manjem broju od kraja 20. stoljeća (Prezid, Sunger...). Na području Hrvatske najčešće zimuju gnijezdarice Skandinavskog poluotoka, Češke i Rusije. Zimi i za selidbe možemo ga susresti od rujna do ožujka u većim skitalačkim jatima na području cijele Hrvatske, a najčešće na području priobalja.

Drozd bravenjak je na Crvenom popisu ptica Hrvatske i prema IUCN regionalnoj klasifikaciji status gniazdeća populacija mu je gotovo ugrožen (Nt), dok su preletničke i zimujuće populacije stabilne (Lc).



Izgled ruha s karakterističnim plavo sivom glavom



Na hranjenju s natrulim plodovima jabuke tijekom zime

BAKTERIOZE BILJAKA

Prof. dr. sc. Milan Glavaš



U Šumarskom listu broj 9–10 (2022.) Pernek i suradnici napisali su članak o akutnom odumiranju hrasta crnike na Hvaru uzrokovanim s tri vrste bakterija. Upozoravaju da bi se te bakterije mogle prenijeti i u unutrašnjost na hrast lužnjak i kitnjak. Glede činjenice da se šumari malo bave proučavanjem bakterija, smatram da bi im bilo korisno spoznati osnovna svojstva bakterija. Zato sam o tome odlučio napisati ovaj članak.

Opće karakteristike bakterija

Bakterije su u prirodi najrasprostranjenija grupa mikroorganizama. One igraju vrlo važnu ulogu u gospodarstvu. Veća im je uloga u procesu obrazovanja tla. Najveće im je značenje u oboljenju čovjeka, životinja i biljaka. Unutarnja organizacija bakterijske stanice je složena kao i njihov kemijski sastav. U gram pozitivnih bakterija u sastav staničnih stjenki ulaze mukopeptidi, polisaharidi i kiseline. Gram negativne bakterije složenije su po kemijskom sastavu. U njih je znatna količina lipida. Stanična stjenka je propusna i kroz nju hranidbene tvari slobodno ulaze u stanicu. U centralnom dijelu stanica lokalizirano je jezgreno tkivo – dezoksiizobonukleinska kiselina (DNK).

Po starijoj sistematici razred *Eubacteriae* obuhvaća 17 redova, 34 porodice i 156 rodova. Postoji oko 35 skupina bakterija. Oko 100 vrsta su patogeni čovjeka. Inače su bakterije paraziti čovjeka, životinja i biljaka. Često uzrokuju bolesti, pa se zato nazivaju patogenim bakterijama. One tvore samo mali dio bakterijskog carstva.

Postoji više grupe bakterija. **Fototropne** bakterije su porpurne ili zelene. To su tipični vodeni organizmi. Njihov rast je moguć samo pri osvjetljenju. **Kemoautotrofne** su široko rasprostranjene u tlu. **Vodikovim bakterijama** pripadaju mnoge fototrofne bakterije, sumporne i tinove. Tu spadaju bezbojne bakterije, željezne bakterije – one zakiseljavaju organske tvari željeza, susreću se u vodama i u tlu. **Gomoljaste** bakterije su u simbiozi s višim biljkama koje obrazuju gomolj. Bakterije tla opskrbljuju mahunarke s dušikom. Prema načinu života postoji više grupe bakterija, a za nas su bitne fitopatogene bakterije.

Izvori zaraze fitopatogenih bakterija

Jedan od važnih izvora zaraze je sjeme. U sjemenu ili na njegovoj površini bakterije nalaze povoljno mjesto za prezmiljavanje. Važni izvori zaraze su i ostaci bolesnih biljaka, posebice drvenasti dijelovi. Tlo kao izvor infekcije ne predstavlja veliku opasnost, jer bakterije u tlu brzo ugibaju. Neke vrste kukaca su vektori bakterija te nematode i životinje

(ptice). Veliku opasnost predstavljaju kapljice kiše s ostacima bolesnih biljaka koji se vjetrom i zračnim tokovima raznose na velika rastojanja. Čovjek svojom djelatnošću također može prenosići bakterije na velika rastojanja.

Stvaranje kemijskih spojeva bakterijama

Mikroorganizmi (tu spadaju i bakterije) proizvode različite spojeve važne za rast biljaka, životinja i dr. Nazivaju se mikrobijni metaboliti. Tu spadaju fermenti, vitamini, aminokiseline, antibiotici, hormoni, toksini i dr. Postoji oko 2000 antibiotika. Među tim spojevima giberelin stimulira rast biljaka i djeluje na cijeli niz drugih procesa. Toksini koče rast i razvoj biljaka. Vitamini su važni za medicinu i gospodarstvo. Crvene pigmente obrazuju nekoliko vrsta bakterija. Neke vrste obrazuju žute i plave pigmente, a bakterije tla proizvode crne i smeđe pigmente. Neki pigmenti imaju antibiotsko djelovanje – antibiotici. Aminokiseline su neophodne za sintezu fermentata, a značajne su i u medicini. Hormoni su složeni organski spojevi. Mnogi su cijenjeni kao ljekoviti preparati i široko se koriste u praksi liječenja. Alkaloidi pokazuju jako djelovanje na organizam. Mnogi su otrovni. Fermenti imaju veliko praktično značenje, nalaze primjenu u seoskom gospodarstvu, medicini i znanstvenim istraživanjima.

BAKTERIJSKE BOLESTI BILJAKA

Poznato je više od 300 vrsta bakterija koje uzrokuju bolesti različitih biljaka. Nazivaju se **fitopatogene bakterije**. Postoje podaci da bakterije spadaju u carstvo *Prokariota*, odjel gram negativnih bakterija obuhvaća nekoliko rodova, a odjel gram pozitivnih bakterija samo tri roda. Mogu zaraziti preko 1000 biljnih vrsta. Vrlo je značajna specifičnost fitopatogenih bakterija, njihova rasprostranjenost i vrijednosti. Među uzročnicima bakterioza razlikuju se visokospecijalizirani paraziti – **monofagi** koji zarazu šire na samo jednu biljnu vrstu ili biljke jedne porodice i **polifagi** – koji zarazu šire na mnoge vrste, rodove biljaka iz različitih porodica. Fitofagne bakterije su kozmopoliti, među njima postoje vrste specifične za određene gospodarske zone – endemi. Bakterijske bolesti biljaka nanose ogromne ekonomski štete. Postoje vrste koje zarazu šire na biljke na ogromnim površinama, npr. bakterijsko venuće kukuruza. Fitopatogene bakterije nanose velike štete i šumskim vrstama (hrast, topola, bukva, jasen, bor i dr.).

Jedan od važnih izvora zaraze fitopatogenim bakterijama je sjeme. U sjemenu ili na njegovoj površini bakterije nalaze povoljno mjesto za prezmiljavanje. Važni izvori zaraze su i ostaci bolesnih biljaka, posebice drvenasti dijelovi. Tlo kao

izvor infekcije ne predstavlja veliku opasnost, jer bakterije u tlu brzo ugibaju. Neke vrste kukaca su vektori bakterija, te nematode i životinje (ptice). Veliku opasnost predstavljaju kapljice kiše s ostacima bolesnih biljaka koji se vjetrom i zračnim tokovima raznose na velika rastojanja. Velika većina bakterija je osjetljiva na izravnu sunčevu svjetlost. Čovjek svojom djelatnošću također može prenosići bakterije na velika rastojanja.

Bakterijske bolesti su na mnogim kultiviranim biljkama. Bakterije uzrokuju veliku štetu poljoprivrednim kulturama i šumskom bilju. Bakterije se sastoje od jedne stanice i lišene su klorofila. Razmnožavaju se dijeljenjem meristemske stanice na dva dijela. Hrane se osmotskim putem kroz membranu stanica. Po obliku sve fitopatogene bakterije su štapićaste. Među njima prevladavaju vrste s polarnim bičevima. Većina ih ne obrazuje spore. Sporonasne bakterije sposobne su zaraziti 25 vrsta biljaka.

U fitopatogenih bakterija utvrđeni su slijedeći fermenti: **proteaz** – uzročnici su truleži biljnog tkiva i venuća biljaka, **mlijecni fermenti, citaze (celulaze), pektinaze, protopektinaze, klorofilaza, tirozinaza**. Postoje tri grupe toksina koje obrazuju fitopatogene bakterije: toksini koji uzrokuju lokalne zaraze, toksini koji uzrokuju venuće biljaka i toksini koji uzrokuju hipertrofiju i hiperplaziju.

U sistematskom pogledu navodi se pet porodica i 17 rodova fitopatogenih bakterija. To su *Mycobacteriaceae* (*Corinebacterium, Aplanobacterium, Pseudomonadaceae* (*Pseudomonas, Xanthomonas*), *Rhizobiaceae* (*Rhizobium*)), *Bacteriaceae* (*Erwinia, Pectobacterium, Chromobacterium*), *Bacillaceae* (*Bacillus, Clostridium*). Pored toga navode se još i rodovi *Bacterium, Aplanobacter, Agrobacterium, Pseudobacterium* i *Mycobacterium*. Najvažniji rodovi fitopatogenih bakterija su *Aerobacterium, Corynebacterium (Clavibacter), Erwinia, Pseudomonas, Xanthomonas* i *Streptomyces*.

Pri općem oboljenju bakterije zaraze korijen i provodne suđove, što za sobom može povući ugibanje cijele biljke ili određenih njenih dijelova. Kod umjerene zaraze – parenhimoza, obolijevaju određeni dijelovi biljke. Tu nastaju truleži, nekroze i upale određenih organa biljke. U zaraženim biljkama nastaju fiziološke promjene: smanji se klorofil, fotosinteza i disanje biljaka, povisuje se sadržaj glukoze, dušika i kiselina. Jako se smanji transpiracija. Fitopatogene bakterije prodiru u biljku kroz prirodne otvore i tkiva (većina) i kroz mehaničke povrede.

Po specijalizaciji na biljku domaćina postoje tri grupe bakterija. U prvoj su **visokospecijalizirane bakterije**, parazitaju na biljkama, odnose se k jednom rodu ili čak jednoj vrsti. Takve se bakterije nazivaju **monofagi**. Drugoj grupi pripadaju bakterije koje zaražavaju cijeli niz rodova i vrsta, no u okvirima samo jedne porodice. Treća grupa su **polifagi**. One zarazu šire na biljke iz različitih porodica. Kod bakterija postoji i unutarvrsna specijalizacija.

U odnosu s vanjskom sredinom, većina fitopatogenih bakterija se razvija pri temperaturama od 18 do 25 °C, minimalne temperature su 0 do 2 °C, maksimalne od 35 do 37 °C, a latentne od 45 do 47 °C. Visoka vlažnost zraka važna je u početnom stadiju infekcije. Infekcije gotovo nema bez kapi vode. Odumrle stanice, zbog smanjenog vodnog režima, napadaju neke bakterije koje se ne mogu razvijati na živim tkivima biljaka. One iz odumrlih stanica prelaze na zdrava tkiva. Za infekciju i daljnji razvoj bakterija važna je aeracija tla, ishrana biljaka i tlo.

Od biotičkih faktora važni su uzajamni odnosi s kukcima, nematodama, glivama tla i virusima.

Izvori zaraze biljaka bakterijama

Sjeme je važan izvor zaraze fitopatogenim bakterijama. U sjemenu bakterije prezimljavaju i sjemenkama mogu biti prenesene na velike udaljenosti. Žive biljke mogu biti spremljata bakterija i sredstvo širenja na velike udaljenosti. **Mrtvci ostaci oboljelih biljaka** su jedan od osnovnih izvora zaraze biljaka bakterijama. **Kukci** su mjesto prezimljavanja bakterija i izvor zaraze. **Rizosfera korijena** je mjesto lokalizacije fitopatogenih bakterija. U **tlu** većina fitopatogenih bakterija brzo ugiba. Neke vrste su sposobne živjeti u sterilnom tlu, a u nesterilnom ugibaju. Neke bakterije ostaju u tlu duže ili kraće vrijeme, neke pri izvjesnim uvjetima gube patogenost, a neke se u tlu razmnožavaju.

Putovi rasprostranjenja

U većini slučajeva fitopatogene bakterije se ne mogu po zraku daleko rasprostranjavati, jer brzo ugibaju u suhom zraku. U vlažnom zraku šire se kapljicama kiše. Kapljicama kiše raznose se mnoge fitopatogene bakterije. Ako je kiša s vjetrom, bakterije se prenose na daleka rastojanja. Vjetar može ozlijediti biljke i time se otvara put za infekcije. Kukci su u nizu slučajeva tijesno povezani s uzročnicima bakterioza. Najčešći je mehanički prijenos. Prenose ih i druge životinje. Čovjek ih širi svojom djelatnošću.

Ostale značajke fitopatogenih bakterija

Fitopatogene bakterije su rasprostranjene posvuda po zemlji. Neke vrste mijenjaju areal rasprostranjanja.

Dijagnostika bakterioza ima veliko značenje za pravilne mjere borbe. Na jednoj biljci mogu biti znakoviti različitim oboljenja. Da bi se utvrdilo koje je oboljenje potrebna su različita istraživanja. Postoji nekoliko metoda istraživanja za raženog sjemena.

Mjere borbe

Za pravilne mjere borbe neophodno je znati karakter njihovog razvoja u prirodnim uvjetima. Dezinfekcija sjemena jedna je od važnih mjeri borbe s njima. Za borbu s mnogim bakteriozama moguće je primijeniti prskanje listova antibioticima. Za uništavanje patogenih bakterija u tlu mogu se

primjeniti antagonisti koji ih uništavaju. Korisno je uništavati ostatke bolesnih biljaka, orezivanje zaraženih dijelova i uklanjanje bolesnih biljaka. Veliko značenje ima i uništavanje kukaca, vektora, koji napadaju biljke.

Bakterije na nekim šumskim biljkama

Na određenim šumskim biljkama bakterije mogu uzrokovati velike, nesagleđive štete. Ovdje se navodi nekoliko vrsta. Simptomi bolesti su pjegavost (najčešća), nekroza, plamenjača, rak rane, tumori, vlažna trulež, izrasline i venuće.

Bukva

Vodenastu bolest bukve i mnogih šumskih vrsta uzrokuju vrste iz roda *Erwinia*. *E. minipressuralis* uzrokuje bolest hrasta, graba, topole i lipe. *E. horticola* uzrokuje crnu bakteriozu bukve. Na listovima hrasta obrazuje nekrotične zone, a dolazi i na grabu i lipi. *E. rhamontici* izaziva na bukvi zaraze velikih razmjera. Ta bakterija može zaraziti niz drvenastih i poljoprivrednih biljaka. Poznato je da dolazi na bukvi, hrastu, lipi i grabu. Rak bukve, briješta i topola uzrokuje *Agrobacterium tumefaciens*. Inače rak uzrokuje više vrsta bakterija. Gnojna oboljenja na bukvi, hrastu, ružama i glogu uzrokuju *Pseudomonas spp*. Na bukvi je utvrđeno 12 bolesti raka uzrokovanih bakterijama iz rodova *Erwinia* i *Pseudomonas*.

Hrast

Vodenu bolest uzrokuje *Erwinia multivora*. Ona uzrokuje bolest i mnogih drugih drvenastih biljaka. *E. minipressularis*, *E. valachia* i *E. quercola* uzrokuju analognu bolest hrasta. *E. lignifilla* uzrokuje rakasta oboljenja hrasta. *E. lignifilla* uzrokuje rakasta oboljenja hrasta. *E. multivora*, *E. quercina* sp. *nova* zarazuju žir. *E. amylovora* i *E. cartovora* uzrokuju nastajanje sluzi. Na hrastu dolazi i *E. rhamontici*. Gnojna oboljenja uzrokuju *Pseudomonas spp*. *E. nimi* zarazuje listove. Na hrastu crniki utvrđene su *Brenneria godwinni*, *Gibbsiella querucinecans* i *Lonsdalea britanica*.

Grab

Trulež graba uzrokuju *Escherichia coli*, *E. amilovora* i *Clostridium butyricum* i druge. *Clostridium sp.* je izoloirana iz stabla i ve. Trulež graba uzrokuju bakterije iz rodova *Erwinia*, *Pseudomonas*, *Xanthomonas* i *Bacillus*. Grab napadaju anaerobne bakterije. One napadaju i hrast, topolu, lipu, brezu, jabuku, krušku, šljivu, paradajz i krastavac.

Breza

Masovno vodenasto sušenje breze uzrokuje *Erwinia multivora*. Mokre nekroze uzrokuju *Pseudomonas syringae* i bakterije bliske k *Erwinia cancerogenae*. Mokre nekroze se pripisuju mnogim drvenastim vrstama. Uzročnik bakterijskog venuća je *E. salicis*. Ona se prenosi kukcima, vjetrom i kišom.

Topola

Topola se zarazuje bakterijama češće nego vrste drugih robova. Vodenastu bolest uzrokuju *Erwinia multivora* i *E. minipressurus*. *E. multivora* zarazuje gotovo sve vrste drveća i grmlja, npr. bor, Jelu, tisu, bukvu, grab, klen, orah, kesten i dr. *E. nimi* zarazuje listove hrasta, bukve i graba. Među uzročnicima raka topola prevladavaju bakterije rodova *Pseudomonas*, *Erwinia* i *Bacillus*. Rak uzrokuju i vrste rodova *Corynebacterium*, *Xanthomonas*, *Chromobacterium* i *Bergonizini*. Nekroze kore uzrokuju *Micrococcus populi*, *Corynebacterium*, *Erwinia* i *Pseudomonas* vrste. Uzročnici bakterijskih opekoština su *Pseudomonas syringae*, *Ps. cerasi* i *E. herbicola*. Uzročnici tuberkuloze su *Agrobacterium tumefaciens* i *Bacillus populi*. *B. populi* izaziva zarazu na listovima mnogih vrsta, npr. na topoli, ivi i crvenom hrastu.

Brijest

Vodenu bolest uzrokuje *Micrococcus ulni* i *Erwinia spp*. Listove napada *pseudomonas ulni*.

Jasen

Bakterijski rak uzrokuje *Bacterium savastanoi* (napada i maslinu i oleander) i *Pseudomonas savastanoi* var. *fraxini*. *Pseudomonas savastanoi* zarazuje predstavnike porodice Oleaceae i drugih porodica.

Četinjače

Na četinjačama dolaze *Erwinia multiflora* i *E. cancerogenae*. Te su bakterije polifagi, zarazuju različite vrste drveća. Bakterije iz smreke zarazuju topole i brze.

Sigurno je da bakterije dolaze i na drugim šumskim vrstama drveća što bi trebalo istražiti. Veoma je važno utvrditi ispravne mjere zaštite od bakterija. Bilo bi vrlo korisno da se pojedini šumari specijaliziraju za proučavanje bakterija.

Literatura

- Gorlenko, M. V., 1956: Bakterijakne bolezni rastenij. Viša škola Moskva.
- Grupa autora., 1074: Žiznj rastenij, knjiga 1. Bakterije i aktinomiceti. Prosvješćenie Moskva
- Gvozdjak, R. I., Jakovljeva, L. M., 1979: Bakterijalne bolezni lesnih dervesnih porod. „Naukova dumka“, Kiev.
- <https://Wikipedia.org.viki> Bakterije
- <https://bs.Wikipedia.org.viki> Bakterija
- <https://www.enciklopedija.Hr> Bakterije Hrvatska enciklopedija
- <https://euditpriz-shole.hr> Bakterije – Biologija 2, – Euditorij – e – Škole
- <https://www.pharmounzig.hr> Ekonomsko-biohemski fakultet, Stjepan Pepeňák. Sistematička bakterija
- <https://www.Biont.skola.com> Klasifikacija bakterija, Tanja Berić, 2009.
- <https://www.prof.ues.rs.ba> „Ostald“ Fitopatogene bakterije

RAD OGRANKA GOSPIĆ OD 2008. DO 2022. GODINE

Mr. sp. Mandica Dasović

Hrvatsko šumarsko društvo Ogranak Gospić, 2. prosinca 2022. godine u Svetom Roku održalo je Redovitu izbornu sjednicu Skupštine, na kojoj je izabrana nova predsjednica Valentina Kulaš i nova tijela ogranka.

Na isteku svoga trećeg mandata i punih 14 godina rada na mjestu predsjednice Ogranka Gospić, Mandica Dasović osvrnula se na sve te protekle godine, događanja i aktivnosti koje je ovaj ogrank imao. Uz popratni prikaz fotografija sudionici Skupštine prisjetili su se svih onih lijepih trenutaka koje su članovi Ogranka proživjeli zajedno.

U cilju promocije šumarske struke, još prije pokretanja projekta „Škola u šumi, šuma u školi“, započelo se s edukacijom onih najmlađih u osnovnim školama i dvije srednje šumarske škole u Otočcu i Gračacu. Kasnije je Ogranak preuzeo i vodio navedeni projekt u osnovnim školama naše županije, Karlobagu, Gospiću, Perušiću, Brinju, Korenici, Donjem Lapcu i Lovincu, gdje su osim predavanja održane radionice i izložbe. Potvrđeno je da upravo ovakav način rada s učenicima postavlja temelje njihovoga budućeg odnosa prema prirodi, šumi pa i poslu kojim se bave šumari. Često su se ispred škola sadile sadnice koje je donirala UŠP Gospić iz svog rasadnika Vujnović brdo. Slika 1. Bilo je zista lijepo gledati te učenike koji su upijali svaku riječ, sa

zanimanjem gledali svaku sliku, rukama posadili svoje prve sadnice... jer to je bilo nešto novo. U više navrata učenici Osnovne škole dr. Jure Turića iz Gospića sa svojim nastavnicama posjetili su šumu Jasikovac, kroz koju su ih uz stručno vodstvo i igru proveli zaposlenici UŠP Gospić – članovi Ogranka. Slika 2.



Slika 1. Suradnja EKO škole Karlobag i HŠD-a Ogranka Gospić, zajednička sadnja crnog bora u PP Velebit 2016. godine



Slika 2. Provodenje projekta „Škola u šumi, šuma u školi“ Učenici OŠ Jure Turić u Jasikovcu 2017. godine



Slika 3. Otvorenie izložbe „Šuma okom šumara“ u Samostalnoj narodnoj knjižnici Gospic 2020. godine

Postavljeno je 12 izložbi Bjelovarskog salona fotografija „Šuma okom šumara“ koje su krasile mnoge prostore u našoj županiji. Od prve izložbe 2010. godine, koja je bila u Muzeju Like, nizale su se u gospičkom Pučkom otvorenom učilištu „Dr. Ante Starčević“ (3), osnovnim školama u Brinju, Perušiću, Korenici, Lovincu, Gospicu, Gradskoj knjižnici u Gospicu (2), Upravi šuma Podružnici Gospic te Gackom pučkom otvorenom učilištu Otočac prilikom obilježavanja 250 godina hrvatskog šumarstva. Slika 3. Izložba je prikaz radova šumara iz zemlje i inozemstva, a

svojim zanimljivim, neobičnim i prekrasnim fotografijama svaki put privlači sve više posjetitelja koji uživaju u zabilježenom neponovljivom trenutku u prirodi. Duži niz godina sa svojim fotografijama Mandica Dasović sudjeluje na salonu fotografija te je dobitnica i nagrada: posebna nagrada Goran Cajzek za crno-bijelu fotografiju 2019. i 2022. godine, plakat salona 2022. godine, pohvala za pojedinačnu fotografiju 2021. godine, pohvala za seriju fotografija 2013. godine, uži izbor 2018. godine te jedna fotografija na retrospektivnoj izložbi 18 fotografija svih dotadašnjih salona



Slika 4. Predavanje prof. dr. sc. Josip Margaletić u svrhu usavršavanja za članove HKIŠDT prilikom održavanja Skupštine Ogranka Gospic 2018. godine

„Šuma oko šumara“ u Vijeću Europske Unije u Bruxellesu 2020. godine. Sudjelujući na salonu u ponajprije predstavlja Ogranak Gospic, a sama je inicirala ustanovljenje nagrade posvećene preminulom kolegi šumaru Goranu Cajzku, koji je godinama uspješno sudjelovao na bjelovarskim salonima fotografija te bio najvjerniji pobjornik crnobijele fotografije.

Ogranak Gospic organizirao je dvije šumarske zabave koje su održane u Gospicu.

Od samog početka rada HKIŠDT, ostvarena je suradnja s Ogrankom Gospic. Zajednički su organizirana 43 stručna predavanja u svrhu usavršavanja članova Komore, najvećim dijelom onih koji su zaposleni u UŠP Gospic. Slika 4. Organizirane su i tri tematske sjednice, prva u lovačkom domu Muljava, na kojoj su članovi tijela ogranka Gospic i Karlovac upoznati sa znanstveno-istraživačkim projektom HŠI iz Jastrebarskog koji se provodio na Petrovoj gori,



Slika 5. Poučni pano u šumariji Donji Lapac – lokacija rasta božikovine 2010. godine



Slika 6. Otkrivanje spomen-ploče na šumariji Sveti Rok 2017. godine

a projekt se poslije proširio i na područje UŠP Gospic. Predavanje na temu „Ostali proizvodi i usluge šuma – kako ih koristimo“, održala je dr. sc. Dijana Vuletić. Druga tematska sjednica održana je u Ličkom Lešcu, a predavači su bili izv. prof. dr. sc. Ivica Tikvić na temu „Gospodarenje tartufima u šumskim ekosustavima Hrvatske“ i mr. sc. Milan Štimac, tema izlaganja „Utjecaj njege šuma na strukturne značajke ličkih panjača“. Treća tematska sjednica na kojoj su se članovima tijela ogranka Karlovac i Gospic pridružili i kolege iz ogranka Ogulin, održana je u Slunju. Predavanje „Šumski ekosustavi kao staništa uzročnika zoonoza“ održao je prof. dr. sc. Josip Margaletić. Sve tri sjednice održane su u sklopu stručnog usavršavanja za članove HKIŠDT. Ogranak Gospic imao je nepisano pravilo da bi članovi šumarskog društva trebali obići sve nacionalne parkove i parkove prirode u Hrvatskoj. Tijekom proteklih godina obišlo se svih osam nacionalnih parkova, a od 12 parkova prirode obišlo se sedam. U sljedećim godinama planira se obići još i Papuk, Medvednicu, Žumberak, Dinaru i Lastovo.

Kako bi predstavili neke od znamenitosti na UŠP Gospic, Ogranak je postavio četiri poučna panoa. U šumariji Korrenica u Laudonovom gaju, u šumariji Donji Lapac kod mjesta rasta božikovine, u šumariji Perušić u blizini Jele Car i u šumariji Sveti Rok o povijesnom značenju te šumarije. Slika 5.

Postavljene su tri spomen-ploče. Ploča Bogoslavu Kosoviću postavljena je na zgradu UŠP Gospic povodom 170 godina HŠD-a. Ing. Bogoslav Kosović bio je pomoćnik ministra šuma i ruda te utemeljitelj i dobrotvor Hrvatskoga šumarskog društva. Za Liku je značajan njegov rad na pošumljavanju ličkih vriština. Na zgradi šumarije Sveti Rok spomen-ploča postavljena je povodom 140 godina osnutka šumarije. Slika 6. Posebno ponosni na činjenicu da je jedna od tri najstarije šumarije bila ona na Baškim Oštarijama, povo-



Slika 7. Otkrivanje spomen-ploče na Baškim Oštarijama 2015. godine



Slika 8. Pošumljavanje članova Ogranka u Međačkim borovim kulturama 2009. godine

dom obilježavanja 250 godina organiziranog šumarstva u RH postavljena je spomen-ploča upravo na Baškim Oštarijama. Slika 7.

Napravljeno je više radnih akcija članova ogranka koji su izvršili pošumljavanje na području šumarija Gospić i Grčac. Slika 8.

Tijekom proteklih godina organizirane su stručno-turističke ekskurzije u inozemstvo. U većini slučajeva ustavljen je kontakt sa šumarima iz tih zemalja koji su nas upoznali s poslovima kojima se bave i problematikom s kojom se susreću. Prilikom domaćih ekskurzija domaćini su nam bili ogranci HŠD-a.

Kratki pregled stručno-turističkih ekskurzija u inozemstvu:

- 2009. Slovačka – Banska Bistrica i Zvolen
- 2010. Austrija – Beč, dvorac Schönbrunn
Bosna i Hercegovina – Međugorje, Park prirode Hutovo blato, Rama, Mostar, Livno – zajedničko putovanje s Ogrankom Karlovac
- 2011. Češka – Brno, Prag, Česky Krumlov Slika 9.
Austrija – advent u Grazu
- 2012. Irska i Sjeverna Irska – Dublin, zapadna obala i Belfast – zajedničko putovanje s Ogrankom Karlovac
Italija – Rim, Padova, Venecija
Slovenija – advent u Ljubljani
- 2013. Turska – Istanbul – zajedničko putovanje s Ogranakom Zagreb
Crna Gora – Durmitor, Tara, Podgorica, Lovćen
- 2014. Slovenija – Bled, Bohinj, Postojna, Snežnik

- 2015. Bugarska – NP Rila, NP Pirin, Sofija – zajedničko putovanje s Ogrankom Split
- 2016. Švicarska – Pro Silva desetak članova Ogranka u organizaciji Središnjice HŠD-a
Albanija i Crna Gora – Kruje, Tirana, Berat, Nikšić, Podgorica, Skrad, Cetinje, Lovćen, Budva, Kotor, Rišan, Herceg Novi – zajedničko putovanje s Ogranakom Karlovac
- 2017. Srbija – Subotica, Novi Sad, Sombor – zajedničko putovanje s Ogrankom Ogulin
- 2018. Rumunjska i Srbija – Temišvar, Alba Iulija, Sibiu, Sighisoara, Sinaia-dvorac Peleš, dvorac Bran, Bukurešt, Drobeta Turnu Severin, Baile Herculane, Derdapska klisura, Srebrno jezero – zajedničko putovanje s Ogrankom Karlovac Slika 10.
- 2020. Bosna i Hercegovina – Travnik, Sarajevo, Igman, Jajce
Domaće stručno-turističke ekskurzije bile su iznimno bogate i u stručnim i u turističkim sadržajima. Domaćini su bili članovi ogranača.
- 2009. NP Krka i NP Kornati – Ogranak Split
Advent u Varaždinu – Ogranak Varaždin
- 2010. Jastrebarsko, Crna Mlaka – Ogranak Karlovac
Advent u Zagrebu – Ogranak Zagreb
- 2011. Posebni šumski rezervat Prašnik, Lonjsko polje, selo Čigoč – Ogranak Nova Gradiška
- 2012. Daruvar i Daruvarske toplice, Bjelovar, etno park u Velikom Trojstvu – Ogranak Bjelovar
Lovište Repaš, Đurđevački pesci, Koprivnica – Ogranak Koprivnica
Metković i Narona, dolina Neretve – Ogranak Split



Slika 9. Članovi Ogranka Gospić u terenskom obilasku prilikom posjeta Fakultetu šumarstva i drvne tehnologije u Brnu 2011. godine



Slika 10. Članovi ogranaka Gospić i Karlovac u Rumunjskoj 2018. godine



Slika 11. Članovi Ogranka ispred Šumarskog muzeja u Bošnjacima 2014. godine



Slika 12. Članovi Ogranka kod velike platane u Trstenom 2017. godine

2013. Poreč, Rovinj, Limski kanal, jama Baredine, Moto-vun – Ogranak Buzet
2014. PP Kopački rit, dvorac Tikveš, Batina, Ilok, Vukovar, Vinkovci, Šumarski muzej u Bošnjacima – Ogranak Osijek i Vinkovci Slika 11.
2015. Požega, Kutjevo, Vetovo, Velika – Ogranak Požega
2016. Muzej krapinskih neandertalaca, Zelenjak, Kumrovec, Dvorci Hrvatskog zagorja, Marija Bistrica, Muzej seljačke bune u Gornjoj Stubici – Ogranak Zagreb NP Risnjak, Brod na kupi, Delnice, park šuma Golubinjak – Ogranak Delnice
2017. NP Mljet, Dubrovnik, Trsteno, Ston, Korčula – domaćin kolega Jakov Nodilo iz NP Mljet Slika 12.
2018. NP Paklenica – domaćin kolega Zlatko Marasović iz NP Paklenica
NP Brijuni, PP Učka, Opatija – Ogranak Buzet
2019. Otok Rab, Senj, Krasno, NP Sjeverni Velebit – Ogranak Senj
Čakovec, Mura, Štrigovo, Sv. Urban – Ogranak Varaždin
Rafting na Uni – Šumarija Donji Lapac
2021. Karlovac, Turanj – Ogranak Karlovac Slika 13.
PP Biokovo, Sinj, Modro i Crveno jezero – Ogranak Split Slika 14.
2022. Krk, otok Košljun, Jurandvor, Vrbnik
PP Vransko jezero, Kamenjak, Šibenik, Knin

- HŠD Ogranak Gospic bio je domaćin mnogim šumarama i ljubiteljima prirode koji su posjetili Liku. Evo kratkog pregleda:
2009. Planinarsko društvo iz Zagreba koje je sudjelovalo na pošumljavanju Medačkih borovih kultura. Članovi Ogranka Zagreb posjetili su Korenicu, Lodonov gaj, Udbinu i manifestaciju „Jesen u Lici“.
2010. Članovi ogranka Karlovac i Split, bili su gosti na manifestaciji „Jesen u Lici“, stručni dio posjeta bio je na području šumarije Perušić, gdje je prikazan rad hrvestera i forvardera u kulturama četinjača, a gosti su posjetili i Memorijalni centar Nikola Tesla i rodnu kuću Ante Starčevića te Pećinski park Grabovača.
2011. Posjet profesora šumarskih škola koji su posjetili Korenicu, D. Lapac te im je održano predavanje o gospodarenju u šumariji Donji Lapac i o rijeci Uni. Ogranci Bjelovar, Nova Gradiška i Split bili su gosti na manifestaciji „Jesen u Lici“. Domaćin članovima Ogranka Varaždin bila je šumarija Otočac. Organizirano je trodnevno druženje na Štirovači u organizaciji ogranka Gospic i Senj, a gosti su bili iz ogranka Zagreb, Bjelovar, Karlovac i Požega.
2012. Ponovno druženje na Štirovači, uspon na Šatorinu članova ogranka Karlovac, Zagreb, Bjelovar, Požega i Senj.



Slika 13. Članovi Ogranka u Muzeju Domovinskog rata Karlovac-Turanj 2021. godine



Slika 14. Članovi Ogranka u PP Biokovo - „Nebeska šetnica“ 2021. godine

Učenici i njihovi profesori iz Srednje šumarske škole Karlovac posjetili su Laudonov gaj i izvor rijeke Une. Gosti na manifestaciji „Jesen u Lici“ bili su članovi Ogranka Koprivnica.

2013. U posjet NP Plitvička jezera bili sudionici 45. EFNS-a, koji se održavao u Mrkoplju.

Dvodnevni posjet šumara iz Unsko-sanskih šuma, obišli su UŠP Gospić, memorijalni centar Nikola Tesla, Pećinski park Grabovaču i izvore rijeke Gacke. Članovi Ogranka Zagreb bili su na izvoru rijeke Une, memorijalnom centru Nikola Tesla i na izvorima rijeke Gacke.



Slika 15. Dani hrvatskog šumarstva u Otočcu 2015. godine



Slika 16. Članovi Pro Silve iz Švicarske ispred spomen-ploče na Baškim Oštarijama 2017. godine

Delegacija šumara iz Estonije posjetila je NP Pli-tvička jezera.

- 2014. Organizirano je trodnevno druženje u Korenici, Ličkoj Plješivici, Gračacu i rafting na Uni, a gosti su bili iz ogranaka Zagreb, Bjelovar, Karlovac i Požega.
- 2015. Šumariju Sveti Rok i Cerovačke pećine posjetili su članovi Ogranka Požega.
Bili smo domaćini prilikom obilježavanja 250 godina organiziranog šumarstva u RH. Slika 15.
Održano tradicionalno druženje na Štirovači.
- 2017. Posjetili su nas šumari iz Švicarske članovi Pro Silve, obišli su Baške Oštarije, Kubus, družili se kod spomen-ploče 250 godina šumarije Oštarije, obišli memorijalni centar Nikola Tesla te Laudonov gaj. Slika 16.
- 2018. Članovi Ogranka Vinkovci obišli su Baške Oštarije, spomen-ploču jednoj od prve tri šumarije, memorijalni centar Nikola Tesla i izvore rijeke Gacke.
Ogranak Ogulin također je posjetio Baške Oštarije.
- 2019. Grupa mikologa iz Amerike posjetila je UŠP Gospic i obišla područje Jadovnog u potrazi za gljivama.
- 2022. Članovi Ogranka Buzet posjetili su Gospic i Perušić te Pećinski park Grabovaču.
Ogranak Varaždin bio je u šumariji Donji Lapac i uživali u raftingu na Uni.
Novootvorene Cerovačke pećine, grad Gospic, memorijalni centar Nikola Tesla posjetili su članovi Ogranka Karlovac.

Treba još spomenuti i rad na obilježavanju Međunarodnog dana šuma i Dana planeta Zemlje u školama i lokalnim

medijima. Također je značajno sudjelovanje u radio emisiji Hrvatskog radija „Ovo malo duše“.

Obilježavajući Međunarodni dan šuma, 2019. godine ispred zgrade gradske uprave u Gospicu (nekadašnje Kasmovićeve biljevište) posaden je klon Gupčeve lipe. Još jedan klon te lipe također je posaden i u Svetom Roku na mjestu nekadašnje šumarije. Slika 17.

Povodom 250 godina obilježavanja organiziranog šumarstva u Hrvatskoj 2015. godine Ogranak Gospic izdao je knjigu „Neke znamenitosti u ličkim šumama“ autorica Renate Rudelić i Mandice Dasović u kojoj je obrađeno 46 znamenitosti s područja UŠP Gospic.

Kako bi obilježili 70. godišnjicu Ogranka Gospic, najstarijeg ogranka u Hrvatskoj, 2022. godine izdano je i drugo dopunjeno izdanje knjige s podnaslovom „70 znamenitosti za 70 godina Ogranka Gospic“ u kojoj je obrađeno 70 znamenitosti. Slika 18.

Moraju se spomenuti i sportske aktivnosti Ogranka Gospic i to najviše naših malonogometnika koji su sudjelovali na memorijalnim turnirima „Mijo Kovačević“ u Bjelovaru te na turnirima u Zagrebu, Karlovcu i u Gospicu gdje je Ogranak bio organizator natjecanja. Slika 19.

Sportske aktivnosti očituju se i u prolasku Premužićeve staze, „osvajanjem“ velebitskih vrhova Šatorine, Velikog Kozjaka te nekim drugim obilascima Velebita. Slika 20.

Otvorena je suradnja s OŠ Karlobag organizirajući zajedničko pošumljavanje na Baškim Oštarijama u sklopu akcije „Posadi drvo ne budi panj“.



Slika 17. Sadnja gupčeve lipe ispred zgrade gradske uprave u Gospicu 2019. godine

Ogrank je dobio zahvalnice Ogranka Karlovac, Vatrogasne zajednice Ličko-Senjske županije, Srednje šumarske škole iz Otočca i Osnovne škole Donji Lapac.

Na kraju izlaganja predsjednica Ogranka Gospic Mandica Dasović zahvalila se svim članovima na njihovu doprinisu u radu Ogranka, a posebice onima koji su nesebično pomagali savjetima, djelima i lijepim riječima podrške te koji su usprkos raznim preprekama uvijek rado došli na naše Skupštine i razna druga događanja. To su u ponajprije gosp. Petar Jurjević, Damir Delač i Oliver Vlainić, kojima su uručena priznanja uz zahvalu za njihov doprinos radu Ogranka

Gospic. Priznanja su uručena i članovima tijela Ogranka s 10 i više godina mandata.

Zahvala je dodijeljena i voditelju UŠP Gospic Mariju Stilinoviću bez čije podrške, pomoći i razumijevanja sve aktivnosti bilo bi puno teže realizirati.

Kao dopredsjednica HŠD-a dosadašnja predsjednica Ogranka Mandica Dasović, pomagat će radu ogranka i aktivno sudjelovati u svim aktivnostima koje se budu provodile.

Nakon održane Skupštine i izbora novog rukovodstva Ogranka Gospic, delegati i gosti obišli su obnovljeno i uređeno Crkovno vrilo. Vrilo je značajna ostavština Direkcije



Slika 18. Promocija knjige „Neke znamenitosti u ličkim šumama“ u Samostalnoj narodnoj knjižnici u Gospicu 2022. godine



Slika 19. Malonogometna ekipa Ogranka Gospic 2022. godine



Slika 20. Članovi ogranaka Senj, Karlovac, Bjelovar, Zagreb, Požega, Gospić na Vellkom Alanu 2011. godine

šuma Sušak, od 1939. do 1941. godine pod nazivom Ravnateljstvo banovskih šuma Sušak, koje je za mještane Svetog Roka uređeno 1940. godine u vrijeme kada je ravnatelj na Sušaku bio Milan Mime Rosandić, nekadašnji upravitelj šumarije Sveti Rok.

Uređenje Crkovnog vrila jedna je od zadnjih aktivnosti Ogranka u 2022. godini. Radovi su obavljeni pod budnim okom upravitelja šumarije Sveti Rok, Branimira Mikića, koji je i dao inicijativu za obnovu ovog za šumare značajnog vrila. Slika 21.



Slika 21. Delegati Skupštine Ogranka Gospic pokraj Crkovnog vrila 2022. godine

ZIMSKA ŠUMARSKA SKIJAŠKA NATJECANJA

Oliver Vlainić, dipl. ing. šum.

27. šumarsko Alpe – Adria skijaško natjecanje

Prošlo je tri godine od posljednjeg Alpe-Adria skijaškog natjecanja šumara održanog krajem veljače 2020. godine u talijanskom mjestu Sappada. Svjetska pandemija uzrokovana korona virusom prekinula je na duže vrijeme i ovu manifestaciju. Države i regije povezane Alpama i Jadranским morem ponovno su se okupile 13. i 14. siječnja 2023. u koruškom mjestu Weissensee, smještenom uz istoimenno jezero. Samo jezero je središte aktivnosti ljetnog i zimskog turizma, koje znatno doprinosi lokalnom gospodarstvu.

Na ovogodišnjem natjecanju okupili su se natjecatelji iz austrijskih država Tirola i Koruške, talijanske regije Južni Tirol te Slovenije i Hrvatske. Nisu se pojavili sudionici iz Štajerske, Veneta i Furlanije-Julijске krajine. Najbrojniji su naravno bili domaćini iz Koruške. Hrvatska ekipa došla je u izmijenjenom sastavu prema prethodnim godinama s ukupno 14 natjecatelja. Većina natjecatelja bila je iz Ogranka Delnice, predvodena predsjednikom Ogranka Markom Perkovićem.

Prvoga dana održano je štafetno natjecanje koje se sastoji od 5 km skijaškog trčanja slobodnim stilom, skijaškog trčanja uzbrdo slobodnim stilom i veleslaloma. Jedina hrvatska štafeta u sastavu Marin Skender, Goran Šafar i David Crnić zauzela je 21. mjesto od 23 štafete.

Drugi dan su održana natjecanja u skijaškom trčanju i veleslalomu koji su se zajedno bodovali za plasman u kombinaciji. Žene su bile podijeljene u dvije dobne skupine, rođene 1982. godine i starije te rođene 1983. godine i mlađe. Muškarci su bili u tri dobne skupine: rođeni 1967. godine i stariji, rođeni između 1968. i 1987. godine te rođeni 1988. godine i mlađi.

U skijaškom trčanju u ženskoj konkurenciji 1982. godište i starije Tijana Grgurić zauzela je 3. mjesto (5. mjesto ukupno). Kod muškaraca 1967. godište i stariji Neven Vukonić je osvojio 13. mjesto (23. mjesto ukupno).

U veleslalomu u ženskoj konkurenciji 1983. godište i mlađe, Tihana Šporčić osvojila je 3. mjesto (6. mjesto ukupno u obje dobne skupine), a za 1982. godište i starije Ade-



Start štafeta



Tijana Grgurić osvojila je 2. mjesto u kombinaciji

lita Arh osvojila je 4. mjesto (7. mjesto ukupno) i Tijana Grgurić 5. mjesto (9. mjesto ukupno). Kod muškaraca u veleslalomu 1988. godište i mlađi Boris Bukovac završio je na 7. mjestu (23. mjestu ukupno), Lovro Stipaničić na 9. mjestu (35. mjestu ukupno) i Marin Skender na 10. mjestu (40. mjestu ukupno), kod godišta između 1968. i 1987. David Crnić je završio na 9. mjestu (17. mjestu ukupno), Goran Bukovac na 12. mjestu (24. mjestu ukupno), Goran Šafar na 17. mjestu (36. mjestu ukupno), Tomislav Kranjčević na 18. mjestu (42. mjestu ukupno) i Simon Branišelj na 19. mjestu (43. mjestu ukupno) te kod godišta 1967. i



Tajnik Damir Delač i slovenski kolega Janez Konečnik-autor fotografije na kalendaru HŠD-a za 2023

stariji Neven Vukonić je završio na 9. mjestu (30. mjestu ukupno), Tani Peršić na 12. mjestu (38. mjestu ukupno) i Boris Kezele na 13. mjestu (39. mjestu ukupno).

Natjecateljima u obje discipline zbrojeni su osvojeni bodovi te je Tijana Grgurić pripalo 2. mjesto, a Nevenu Vukoniću 14. mjesto. Nakon svih natjecanja prvo mjesto osvojila je ekipa Koruške (dijelom zbog kvalitete, a dijelom zbog broja natjecatelja), drugo ekipa Južnog Tirola, treće ekipa Slovenije, četvrto ekipa Tirola (istočnog i sjevernog) te peto ekipa Hrvatske.

53. EFNS u Bosni i Hercegovini

Bosna i Hercegovina bila je domaćin 53. Europskog natjecanja šumara u nordijskom skijanju (European Forester's Competition in nordic skiing-EFNS). Natjecanja s popratnim događanjima održana su od 5. do 11. veljače 2023. Na EFNS-u se okupilo 740 sudionika iz 19 zemalja. Ukupno 470 skijaša natjecalo se na olimpijskoj planini Igman iznad Sarajeva. Prije samog natjecanja na Velikom polju, u sklopu Olimpijskoga nordijskog centra Igman, obnovljene su staze za trčanje s novim strelištem. Organizatori EFNS-a bili su Kantonalno javno poduzeće za gospodarenje državnim šumama „Sarajevo-sume“ d. o. o. Sarajevo i Udrženje inženjera i tehničara šumarstva Federacije BiH (UŠIT FBiH). Glavni pokrovitelj i nositelj financiranja bilo je Ministarstvo privrede Kantona Sarajevo. Bosni i Hercegovini, kao i planini Igman, ovo je drugo domaćinstvo EFNS-u nakon prvoga organiziranog 2006. godine. Izvorno 53. EFNS trebao se održati 2021. godine, ali pandemija bolesti COVID-19 odgodila je održavanje za dvije godine.

EFNS kao natjecanje šumara započelo je 1969. godine u Njemačkoj. Dok većina država ima samo jednu ekipu Njemačka, Austrija i Italija imaju više regionalnih ekipa. Tako je ove godine bilo 29 ekipa, što je 10 više od zemalja sudionica. Zanimljivo je tko sve ima pravo sudjelovanja. To su zaposlenici šumarskih i drvoprerađivačkih tvrtki, umirovljeni zaposlenici šumarskih i drvoprerađivačkih tvrtki, studenti šumarstva ili sektora zaštite okoliša, vlasnici šuma, šumari, osobe koje su završile šumarsko obrazovanje u šumarskom ili ekološkom sektoru, šumski radnici, ali i članovi obitelji svih navedenih skupina osoba. Cilj EFNS-a je druženje europskih šumara bez granica, sportsko natjecanje u nordijskom skijanju kao podsjetnik na nekadašnji način kretanja šumom u zimskom razdoblju, razmjena profesionalnih iskustava te upoznavanje šumarstva, prirode, povijesti i kulture zemalja domaćina.

Na ovom EFNS-u održani su izbori u kojemu sudjeluju predstavnici svih ekipa, te je izabrano novo rukovodstvo za sljedeće tri godine. Od sada Izvršni odbor EFNS-a činit će: predsjednica Hanna Joronen (Finska), potpredsjednik Nils Aakre (Norveška), izvršni direktor Ingo Esser (Njemačka), tehnički delegat Heinrich Schwingshackl (Južni



Hrvatska ekipa na otvaranju 53. EFNS-a

Tirol), blagajnik Jochen Herr (Njemačka), osoba za komunikaciju Susanne Dreher-Zähringer (Njemačka) i sponzor Dieter Falke (Njemačka).

Hrvatsku ekipu, kao i sve godine do sada, okupili su i organizirali Središnjica HŠD-a i Ogranak Delnice. Ekipa je imala 17 članova s 12 natjecatelja (svi iz UŠP Delnice) i 5 sudionika. Fakultet šumarstva i drvne tehnologije u Zagrebu odobrio je za putovanje korištenje fakultetskog autobusa. Vozač autobusa Marijan Mikac već je sastavni dio hrvatske ekipе, jer je sudjelovao na više natjecanja. Ekipa je krenula na put u jutarnjim satima 6. veljače 2023. Kao i većina ostalih ekipa bila je smještena u hotelu Hills na Ilijži, zapadnom predgrađu Sarajeva. Hotel je bio i mjesto otvaranja i zatvaranja natjecanja te mjesto održavanja sastanaka, prezentacija i panel rasprava. Uobičajeno kao na većini dosadašnjih natjecanja, prva dva dana, ponedjeljak i utorak, bili su rezervirani za ekskurzije. Ove godine bilo je ponuđeno devet ekskurzija. Dvije ekskurzije u kraćoj i dužoj vrijnosti sastojale su se od obilaska sarajevskih znamenitosti: Olimpijskog stadiona i Olimpijske dvorane, Aleje snajpera, Muzeja ratnog tunela, mjesta atentata na Franza Ferdinanda, Careve džamije, Sarajevske pivare, Inat kuće, Vijećnice, Baščaršije, ulica Bravadižiluk i Kazandžiluk, fontane Sebilj, Morića Hana, Gazi Husrev-begove džamije, Sarajevskog susreta kulture, Staroga židovskog hrama, katedrale Ognjište Svetog Isusa i Srpske pravoslavne crkve. Još jedna sarajevska ekskurzija nudila je vožnju žičarom do olimpijske planine Trebević iznad grada te uživanje u panoram-

skom pogledu na Sarajevo i obilasku bob staze. Ekskurzija u Konjic sadržavala je obilazak grada, podzemni vojni kompleks poznat kao Titov bunker i Muzej drvorezbarstva te prezentaciju o načinu gospodarenja šumama i informacijama o autohtonom bosanskom boru muniki (*Pinus Heldreichi Christ*). Dvije ekskurzije bile su po srednjoj Bosni. Jedna se sastojala od posjeta gradu Fojnici, Franjevačkom samostanu Svetog Duha u istom gradu te tvrtki Tamex d. o. o. za proizvodnju masivnog namještaja u Busovači. Druga je obuhvaćala obilazak grada Travnika i Etno sela Čardaci te upoznavanje s načinima gospodarenja šumama u Bosni i Hercegovini uz posjet rasadniku. Najjužnija ekskurzija vodila je do grada Mostara i mjesta Blagaj s usputnim zaustavljanjem u Konjicu i Jablanici. Dvije ekskurzije bile su namijenjene onima s puno volje i energije te su nudile nordijsko skijanje na Igmanu i alpsko skijanje na još jednoj olimpijskoj planini Bjelašnici.

Tijekom tjedna u večernjim satima organizirane su prezentacije i panel rasprave. Profesori Šumarskog fakulteta u Sarajevu prof. dr. sc. Ahmet Lojo i prof. dr. sc. Sead Vojniković kroz dvije prezentacije prikazali su prirodu, povijest, šume i šumarstvo Bosne i Hercegovine. Šume Bosne i Hercegovine prostiru se na 2,9 milijuna ha površine (57 % površine BiH), a sa šumskim zemljишtema zauzimaju 3,2 milijuna ha (63 % površine BiH). Struktura šuma i šumskih zemljишta dijeli se na 51 % visokih šuma, 39 % pašnjača, 6 % neobraslog šumskog zemljишta i 4 % šikara. Između dviju nacionalnih inventura šuma 1964. – 1968. go-



Prezentacija
šumarstva
zemlje
domaćina BiH

dine i 2006. – 2009. godine šumovitost se povećala s 41 % na 56 %. Bosna i Hercegovina ima ukupno 41 zaštićeno područje, a od toga dva stroga rezervata prirode: prašuma Janj i prašuma Lom, četiri nacionalna parka: Una, Kozara, Sutjeska i Drina i osam parkova prirode: Cicelj, Blidinje, Hutovo blato, Orjen, Prača, Una, Tara i Trebević. Unatoč brojnim prirodnim ljepotama i velikoj biološkoj raznoli-

kosti broj zaštićenih područja u Bosni i Hercegovini manji je od 3 % teritorija.

Naziv prve panel rasprave bio je „Izazovi organizacije EFNS-a“, a druge „Aktualna problematika šumarskog sektora Europe (Bosna i Hercegovina – regija – Europa)“. U prvoj temi sudjelovali su predsjednica Izvršnog odbora EFNS-a Hanna Joronen, predstavnik ovogodišnjeg doma-



Mandica
Dasović i
Goran Šafar
daju izjave za
lokalne medije



Marija Gubić prije starta utrke



Vođa hrvatske ekipe Denis Štimac

ćina Bosne i Hercegovine u funkciji predsjednika Organizacijskog odbora Azer Jamaković i predstavnik sljedećeg domaćina Francuske Stephane Roudnitska. Zaključak rasprave bio je da će Izvršni odbor EFNS-a u skladu s globalnim izazovima definirati strategiju organizacije EFNS-a u budućnosti. Pohvaljena je ideja organizacije panel rasprave zbog interaktivnog pristupa sudionika s predstvincima vodstva i organizatora EFNS-a. Preporučena je slična organizacija i na sljedećim natjecanjima.

Panelisti druge teme bili su prof. dr. Mirza Dautbašić (Bosna i Hercegovina), Uwe Scholmerich (Sjeverna Rajna-Vestfalija, Njemačka), Johs Bjorndal (Norveška), Peteris Virs (Latvija) i Oliver Vlainić (Hrvatske). U raspravi je zaključeno da je većina europskih šuma pogodena sličnim problemima, u posljednje vrijeme najviše pod utjecajem klimatskih promjena, ali i da je utjecaj politike svugdje po-djednako štetan za šume i šumarstvo. Hrvatski predstavnici

bili su zanimljivi domaćim medijima, tako da su za TV Sarajevo i društvene mreže izjave dali dopredsjednica HŠD-a Mandica Dasović, tajnik HŠD-a Damir Delač i jedan od natjecatelja Goran Šafar.

Sama natjecanja održana su na Igmanu od srijede do petka. Prvoga natjecateljskog dana vladali su snježni uvjeti, dok je sljedeća dva dana sjalo sunce. Dnevne temperature bile su u pozitivi, ali zato su se noćne spuštale i do -23 °C. Inače na Igmanu je zabilježena najhladnija temperatura od -43,5 °C u siječnju 1963. godine. Taj prostor je poznat i po Igmanskom maršu partizanskih jedinica kroz duboki snijeg i na temperaturi oko -40 °C tijekom Drugoga svjetskog rata 1942. godine.

U srijedu 8. veljače 2023. prvo su na redu bile pojedinačne utrke u slobodnom stilu. Žene su trčale 6,6 km s gađanjem pet hitaca, a muškarci 10 km s gađanjem pet hitaca. Hrvatske predstavnice ostvarili su sljedeće plasmane: 19-30



Hrvatska muška i ženska štafeta

Hrvatski štand na
Festivalu nacija



godina Mihaela Horaček 9. mjesto, 31-40 godina Iva Kauzlaric 7. mjesto, 51-60 godina Tijana Grgurić 12. mjesto i 61-70 godina Marija Gubić 9. mjesto. Muški predstavnici imali su sljedeća ostvarenja: 19-30 godina Marin Skender 17. mjesto, 31-40 godina David Crnić 22. mjesto, 51-60 godina Mladen Šporer 7. mjesto, Neven Vukonić 46. mjesto i Goran Šafar 48. mjesto. Četvrtak 9. veljače 2023. bio je za pojedinačne utrke klasičnim stilom. Dužina trčanja

i broj hitaca za žene i muškarce bio je kao i u slobodnom stilu. Jedina hrvatska ženska predstavnica toga dana u kategoriji 51-60 godina Silvana Skender osvojila je 9. mjesto. Dva muška predstavnika u kategoriji 51-60 godina imali su ove plasmane: Goran Šafar 45. mjesto i Denis Štimac 52. mjesto. Treći dan natjecanja petak 10. veljače 2023. pripao je natjecanju muških, ženskih i juniorskih štafeta, što je uvijek najzanimljiviji dio natjecanja s najviše dina-



Podrška članova Ogranka Gospic



Vođe ekipa na zatvaranju EFNS-a

mičnosti. Hrvatska ekipa imala je po jednu ekipu u muškoj i ženskoj konkurenciji. Ženske štafete trčale su 3x6 km s jednom natjecateljicom u klasičnom stilu i dvije u slobodnom stilu. Hrvatska ženska ekipa ispod 50 godina u sastavu Silvana Skender, Mihaela Horaček i Iva Kauzlarić zauzela je 10. mjesto. Muške štafete trčale su 4x8 km s dva natjecatelja u klasičnom stilu i dva natjecatelja u slobodnom stilu. Hrvatska muška ekipa iznad 50 godina u sastavu Goran Šafar, Denis Štimac, Neven Vuković i Mladen Šporer osvojila je 20. mjesto.



Iznošenje završnih dojmova o EFNS-u tajnika Damira Delača

Inače na čitavom natjecanju najmlađi natjecatelj imao je 10, a najstariji 81 godinu.

Zadnjeg dana natjecanja uvijek se održava Festival nacija na kojem su sve ekipе ponude gastronomске specijalitete svojih država. Hrvatske šume d. o. o., iz kojih su većina hrvatskih sudionika EFNS-a, darivale su za tu prigodu dio proizvoda iz svoga assortimenta. Ovaj put proizvodi su bili iz UŠP Buzet, maslinovo ulje, likeri i džem od smokve. Za preostalu ponudu pobrinuo se delnički ogrank HŠD-a tako da su svi sudionici mogli oprobati suhomesnate i mliječne proizvode iz gorskog dijela Hrvatske. Tvrta Hrvatske šume pobrinula se i za darivanje domaćina, gdje između ostalog treba istaknuti nedavno izdanu monografiju o 30 godina Hrvatskih šuma u službi održivog razvoja. Vođa hrvatske ekipе Denis Štimac uručio je darove bosansko-hercegovačkim domaćinima. Među navijačima zadnjega štafetnog dana našli su se i članovi gospičkog ogranka HŠD-a koji su bili na trodnevnoj ekskurziji u Bosni i Hercegovini.

Na zatvaranju natjecanja 10. veljače 2023. podijeljena su priznanja najboljima, a zastavu EFNS-a kao sljedeći domaćin preuzeila je Francuska. Mjesto Les Contamines Montjoie u francuskim Alpama u blizini Mont Blanca prijet će sudionike 54. EFNS-a od 21. do 27. siječnja 2024. Domaćini 53. EFNS-a iz Bosne i Hercegovine primili su brojne čestitke za odličnu organizaciju i gostoprimstvo. Ovogodišnji skup šumara Europe svakako pripada među najbolje organizirane do sada.

Sjećanje na Željka Mikića, dipl. ing. šum. (1961.–2023.)

Tihomir Pejnović, dipl. ing. šum.

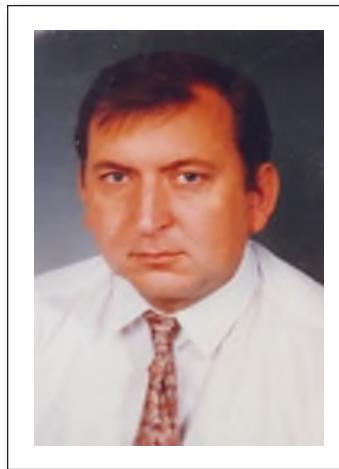
Napustio nas je naš kolega i prijatelj Željko Mikić, dugo-godišnji upravitelj šumarije Hrvatska Dubica. Vijest o smrti 23. siječnja 2023. godine sve nas je iznenadila i rastužila, jer je otisao dobar, častan i pošten čovjek, šumar koji je istinski volio šumu.

Željko Mikić rođen je u 4. rujna 1961. u Bosanskoj Dubici od majke Ankice i oca Juraja. Osnovnu školu završio je u Hrvatskoj Dubici, a zatim gimnaziju u Bosanskoj Dubici, gdje maturira 1980. godine. Potom odlazi na odsluženje vojnog roka. Po povratku nastavlja školovanje na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, gdje je diplomirao 23. lipnja 1986. i stekao zvanje dipl. ing. šumarstva.

Kao mladi šumarski stručnjak zapošljava se u RO Šipad-Kozara, u Bosanskoj Dubici, gdje od pripravnika napreduje do rukovodećih funkcija. Tu ga zatiču turbulentna vremena puna previranja i neizvjesnosti, koja se ubrzo pretvaraju u ratni sukob, kada će sa svojom obitelji i ostalim sumještanima iz Hrvatske Dubice i Pounja biti prognan i prisiljen napustiti svoj dom. Ne dvojeći ni trenutka, od samog početka aktivno se uključuje u obranu Republike Hrvatske.

Tijekom Domovinskog rata obnašao je razne odgovorne dužnosti, među kojima je potrebno istaknuti dužnost zapovjednika 3. bojne, Domobranske pukovnije Sunja. Po činu poručnik, za svoj doprinos obrani domovine je više puta pohvaljivan, a odlikovan je Redom hrvatskog pletera. Nositelj je Spomenice domovinskog rata i medalje Oluja 95. Bio je član Udruge dragovoljaca i veterana domovinskog rata Hrvatskih šuma, ogranač Sisak. Odmah nakon Oluje vraća se u Hrvatsku Dubicu i obnavlja svoj obiteljski dom, a 4. ožujka 1996. godine zapošljava se u Hrvatskim šumama, UŠP Sisak u Šumariji Hrvatska Kostajnica na radnom mjestu revirnika.

Kolega Mikić bio je aktivan u društveno-političkom životu svoga kraja, pa od 1. lipnja 1997. do 31. svibnja 2002. godine obnaša funkciju načelnika općine Hrvatska Dubica. U ratom poharanom Pounju suočava se s brojnim teškoćama koje uspješno rješava, ali zov šume prevladava te se po isteku petogodišnjeg mandata vraća u Hrvatske šume,



gdje od 1. studenoga 2002. postaje upravitelj šumarije Hrvatska Dubica i na tom radnom mjestu ostaje sve do kraja svog prerano prekinutog života. Željko Mikić bio je stručan, odgovoran i ozbiljan, vojnički strog na svom radnom mjestu, te ga mnogi poznaju po čvrstim stavovima i uvjerenjima, što ga je okarakteriziralo kao šumara s kojim nema puno rasprave. Ali s druge strane prihvaćao je argumentiranu raspravu i uvijek bi znao pronaći rješenje za svaki problem pred kojim se našao i izvršio bi svaki postavljeni radni zadatak.

Šumar, predan šumarstvu, zabrinut za šumu, surađivao je s predstavnicima šumarskih znanstvenih institucija na pronalaženju odgovora na aktualne procese koji se odvijaju u prirodi, poglavito u svjetlu klimatskih promjena i njenih posljedica.

Bio je obiteljski čovjek koji je sa svojom suprugom Josipom, koja je također zaposlenica Hrvatskih šuma, podigao troje sada već odrasle djece (sina Luku, te kćeri Vedranu i Martinu), a čitavo to vrijeme u Hrvatskoj Dubici bili su uzorna obitelj na čelu koje je bio njihov otac Željko, a od nedavno je postao i ponosni djed.

Kao član Hrvatskog šumarskog društva, ogranač Sisak bio je aktivni sudionik većine događanja, a u nekoliko mandata imao je razne funkcije u upravnim tijelima društva.

Putovao je često sa šumarskim društvom, pohađao stručna predavanja i sudjelovao u raspravama. Bio je za društvo i izvan radnog vremena i službenih prostorija. Volio je vesela i zabavna druženja, kao i većina njegovih kolega, te smo mu na tim trenucima izuzetno zahvalni.

Stoga nam teško pada rastanak s jednim od nas, s našim suborcem, kolegom šumarom i prijateljem.

Kao šumaru i članu Hrvatskog šumarskog društva zahvaljujemo Željku na njegovom angažmanu i doprinosu u radu šumarskog društva i širenju svijesti i istine o važnosti šume za život čovjeka, te ulozi šumarstva kao struke i znanosti neophodne za očuvanje šuma.

Posebno smo mu zahvalni za njegovo sudjelovanje u Domovinskom ratu i dorinos u odbrani slobode i suvereniteta naše domovine Republike Hrvatske.

Kao radnog kolegu i prijatelja pamtit ćemo Željka po stručnosti, nesebičnosti i zalaganju na radnom mjestu, borbi za pravednost i po osebujnom stilu komunikacije s ljudima, koji ga je nerijetko izdvajao iz uobičajenih, uklapljenih načina poslovne suradnje.

Uvijek ćemo se rado prisjećati kolege Željka Mikića i svih zajedno proživljenih vremena.

Teška bolest i prerani odlazak sve nas je iznenadio i rastužio. To je veliki gubitak za sve nas, a posebno za njegovu obitelj i šumariju Hrvatska Dubica.

Zaposlenici Hrvatskih šuma, Uprave šuma Podružnice Sisak, članivi Hrvatskog šumarskog društva - ogranač Sisak, te članovi Udruge dragovoljaca i veterana domovinskog rata Hrvatskih šuma – Podružnice Sisak, izražavaju iskrenu sućut članovima obiteljima, rodbini i prijateljima.

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 napisi o zaštiti prirode povezane uz šume, o obljetnicama, znanstvenim i stručnim skupovima, knjigama i časopisima, o zbivanjima u Hrvatskom šumarskom društvu, tijeku i zaključcima sjednica Upravnoga odbora te godišnje i izvanredne skupštine, obavijesti o ograncima Društva i dr.

Svi 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 – fuznote 10), sam tekst normalno, naslovi bold i velikim slovima, podnaslovi bold i malim slovima, autori bold i malim slovima bez titula, a u fuznoti s titulama, adresom i elekroničkom adresom (E-mail). Stranice treba obrojati.

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 mjesta 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. Kora je crvenkastosmeđa do sivkastosmeđa, nepravilno ljuškasta. ■ Figure 1. The bark is reddish brown to greyish brown and irregularly scaly.



Slika 2. Iglice su 1–2,5 cm dugačke, 1 mm široke, na uzdignutom, drvnastom jastučiću. ■ Figure 2. Needles are 1–2.5 cm long, 1 mm wide, borne on raised, woody pegs.



Slika 3. Muški cvjetovi su ljubičastocrveni, kasnije žuti, gusto raspoređeni na prošlogodišnjim izbojcima. ■ Figure 3. Male cones are crowded on previous year's shoots; at time of pollination purple, erect (April to June). Mature cones are cylindrical, tapering at apex, brown, pendulous, 8–16 cm long; maturing in September to November of the first year; cones deciduous after shedding seeds.

Slika 4. Ženski cvjetovi su pojedinačni, ljubičastocrveni, uspravljeni, na prošlogodišnjim izbojcima (travanj do lipanj). Češeri su valjkasti, prema vrhu suženi, smeđi, više, 8–16 cm dugački; dozrijevaju od rujna do studenog iste godine, otpadaju nakon otvaranja i oslobođenja sjemenki. ■ Figure 4. Female cones are solitary on previous year's shoots; at time of pollination purple, erect (April to June). Mature cones are cylindrical, tapering at apex, brown, pendulous, 8–16 cm long; maturing in September to November of the first year; cones deciduous after shedding seeds.



***Picea abies* (L.) H.Karst. – obična smreka (Pinaceae)**

Obična smreka je jedina u Hrvatskoj autohtona vrsta iz roda *Picea* A.Dietr. Vazdazelena je, jednodomna, anemofilna i anemochorla šumska vrsta drveća, prirodno rasprostranjena u Europi, većinom u gorskom i planinskom području, u različitim stanišnim uvjetima. Obična smreka je veliko drveće stožastog habitusa, visine 30–40 (–60) m i prsnog promjera debla 1–1,5 m. Grane prvog reda su pršljenasto raspoređene, u gornjem dijelu krošnje su usmjerene prema gore ili horizontalno otklonjene, a u donjem dijelu krošnje više ili manje vise, s vrhovima usmjerenima prema gore. Grane drugog reda više ili manje vise. Iglice su tamnozelene, sjajne, četvrtastog poprečnog presjeka, šiljastih vrhova, s pučima na sve četiri strane, ostaju na izbojcima četiri do sedam godina. Obična smreka je intenzivno sađena u mnogim zemljama, kako unutar, tako i izvan svoga prirodnog areala. Kao ukrasna četinjača često je prisutna u parkovima i vrtovima, ali je i omiljeno Božićno drvo.

***Picea abies* (L.) H.Karst. – Norway Spruce (Pinaceae)**

Norway spruce is the only species of the genus *Picea* A.Dietr. native to Croatia. It is an evergreen, monoecious, anemophilous and anemochorous forest tree species, naturally distributed in Europe, mainly in the mountainous regions, in many different habitats. It is a large, conical tree, with a height of 30–40(–60) m and trunk dbh of 1–1.5 m. First-order branches are whorled, ascending or horizontal in the upper half of the crown, descending in the lower half, with the upwards pointed tips. Second-order branches are more or less pendulous. Needles are dark green, glossy, quadrangular, with an acute apex, bearing stomates on all surfaces, persisting 4 to 7 years. Norway spruce has been extensively cultivated in many countries, both in and outside of its natural range. It is an ornamental conifer widely planted in parks and gardens, but also very popular Christmas tree.

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