

ŠUMARSKI LIST

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO



UDC 630*
ISSN
0373-1332
CODEN
SULIAB



1-2

GODINA CXLVII
Zagreb
2023

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO
CROATIAN FORESTRY SOCIETY
 članica
HIS
 O DRUŠTVU
 ČLANSTVO 2734
 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

177. godina djelovanja
19 ogranača diljem Hrvatske
oko 2700 članova

ŠUMARSKI LIST

ŠUMARSKI LIST
 HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO
 11-12
 11-12
 ŠUMARSKI LIST

DIGITALNA BIBLIOTEKA HSD

14042 osoba
22392 biografskih činjenica
14821 bibliografskih jedinica

ŠUMARSKI LIST

147. godina neprekidnog izlaženja
1110 svezaka na 85024 stranica
16278 članaka od 3305 autora

DIGITALNA ŠUMARSKA BIBLIOTEKA

4467 naslova knjiga, časopisa i medija
na 26 jezika od 3142 autora
izdanja od 1732. do danas

Uredništvo
ŠUMARSKOGA LISTA
 HR-10000 Zagreb
 Trg Mažuranića 11
 Telefon: +385(1)48 28 359,
 Fax: +385(1)48 28 477
 e-mail: urednistvo@sumari.hr

Šumarski list online:
www.sumari.hr/sumlist

Journal of forestry Online:
www.sumari.hr/sumlist/en

Izdavač:
HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO

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

EFN HŠ ŠF HŠI
 HKiSD DHMZ



Naslovna stranica – Front page:
Curriculum vitae
 (Foto – Photo: Damir Delač)

Naklada 1660 primjeraka

"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* 165.+181.8 (001) https://doi.org/10.31298/sl.147.1-2.1 Katičić Bogdan I., V. Jurkić, I. Brlek, M. Bačurin, S. Bogdan Genetska raznolikost reproduktivnih i fenoloških svojstava i njihovi međuodnosi u klonskoj sjemenskoj plantaži divlje trešnje (<i>Prunus avium</i> L.) – Genetic diversity of reproductive and phenological traits and their interrelationships in a clonal seed orchard of Wild Cherry (<i>Prunus avium</i> L.) | 7 |
| UDK 630* 622+631 (001) https://doi.org/10.31298/sl.147.1-2.2 Teslak K., M. Andabaka, A. Mertini, K. Beljan, M. Vedriš Odabir prilagodljivog modela gospodarenja na temelju dugoročne projekcije razvoja dinarskih jelovo-bukovih sastojina – Choice of adaptive forest management model based on long-term projection in dinaric fir-beech stands | 21 |
| UDK 630*901 (001) https://doi.org/10.31298/sl.147.1-2.3 Marčeta M., Lj. Keča, S. Posavec, S. Jelić Socio-economic characteristics of forestry companies in the Republic of Serbia – Socio-ekonomske karakteristike šumarskih poduzeća u Republici Srbiji | 39 |
| UDK 630* 164 (001) https://doi.org/10.31298/sl.147.1-2.4 Memišević Hodžić M., D. Ballian Varijabilnost morfoloških svojstava listova europske crne topole i hibridnih crnih topola u klonskom arhivu u Žepču – Variability of leaf morphological traits of european black poplar and hybrid black poplars in the clone archive in Žepče | 53 |
| UDK 630* 164 (001) https://doi.org/10.31298/sl.147.1-2.5 Kalkan M., M. Yilmaz, R. Alper Oral The morphological and chemical variability of Turkish Hazel (<i>Corylus colurna</i> L.) fruits in Turkey – Morfološka i kemijska varijabilnost plodova medvjedje ljeske (<i>Corylus colurna</i> L.) na području Turske | 65 |

Pregledni članak – Review

| | |
|---|----|
| UDK 630* 156 https://doi.org/10.31298/sl.147.1-2.6 Codrow H., A. Wierzbicka, M. Skorupski Factors shaping teenagers and young adults' approach to hunting – A review of the literature čimbenici koji oblikuju pristup lovu kod tinejdžera i mladih | 75 |
|---|----|

Zaštita prirode – Nature protection

| | |
|--|----|
| Arač, K.: Drozd imelaš (<i>Turdus viscivorus</i> L.) | 81 |
|--|----|

Aktualno – Current news

| | |
|--|----|
| Hodić, I.: Razmišljanje s povodom | 82 |
|--|----|

Iz HŠD-a – From the Croatian forestry association

| | |
|--|----|
| Vlainić, O.: | |
| Terenski dio 1. sjednice Upravnog odbora HŠD-a 2022. godine | 84 |
| Zapisnik | |
| 3. sjednice Upravnog odbora HŠD 2022. godine..... | 90 |
| Zapisnik | |
| 2. elektroničke sjednice skupštine Hrvatskog šumarskog društva (HŠD) 2022. godine..... | 89 |

In memoriam

| | |
|---|----|
| Tomić, I.: | |
| Adam Radivojević, dipl. ing. šum. (1935.–2023.) | 98 |
| Tomić, I.: | |
| Davorin Krakar, dipl. ing. šum. (1949.–2022.)..... | 99 |

RIJEČ UREDNIŠTVA

KAKO SE KORISTI ZAKUPLJENO ŠUMSKO ZEMLJIŠTE?

U najavi je Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o šumama (NN 68/18, 115/18, 98/19, 32/20 i 145/20). Više je pitanja koja se žele rješiti izmjenama i dopunama, ali ovdje se osvrćemo samo na dio koji se tiče korištenja državnoga šumskog zemljišta u zakupu.

Zakup šumskog zemljišta provodi se sukladno odredbama Uredbe o zakupu šumskog zemljišta u vlasništvu Republike Hrvatske (NN 55/19). Izmjenama Pravilnika o uređivanju šuma (NN 31/20) kroz izvanredne revizije omogućeno je iskorištavanje nedrvnih šumskih proizvoda (čitaj uglavnom ispaša) i na onim površinama na kojima to šumskogospodarskim planovima prije nije bilo dozvoljeno. Do sada je sklopljeno blizu dvije tisuće ugovora kojima je kratkoročno i dugoročno zakupljeno oko 55 tisuća ha šumskog zemljišta. Najveći broj ugovora odnosi se na pašarenje. Ovakvim načinom korištenja šumskog zemljišta Republika Hrvatska kao vlasnik zemljišta želi ostvariti više strateških ciljeva, poput zadržavanja stanovništva u ruralnom i krškom prostoru, povećati sigurnost opskrbe hranom, osigurati gospodarsku održivost u sektoru stočarstva, štititi biološku raznolikost, čuvati krajobraz i slično. Javni šumoposjednik koji gospodari šumskim zemljištima stiče dodatne prihode, ali dobiva i do sada nepoznate probleme u poslovanju. Još uvijek nije u potpunosti definirano smije li i kako zakupnik ograditi površinu koju koristi u svrhu pašarenja. Uprava Hrvatskih šuma donijela je Naputak o uvjetima postavljenja električnog pastira na zakupljenom šumskom zemljištu, ali on još nije u primjeni na terenu. Postavljanje električnih pastira je veliki problem na terenu, jer se žice stavljaju i preko šumskih prometnica, što uvelike otežava komunikaciju vozilima Hrvatskih šuma, ali još veći problem je što niti vatrogasna vozila nemaju slobodan prolaz u slučaju izbjeganja požara, a tonikako nije rijedak slučaj u proljetnim i ljetnim mjesecima. Žica se stavљa na živa stabla što ih ošteće. Na površinama uz zakupljenu površinu dolazi do oštećenja stabala, guljenje kore od konja vjerojatno zbog nedovoljno hrane. Ta stabla će se u budućnosti osušiti. Šumarije obračunavaju šumske štete, ali time se problem ne rješava. Jedino rješenje je raskid ugovora s takvim zakupnicima.

Malo se pozornosti posvećuje kontroli zakupljenog šumskog zemljišta. Često na dijelovima tih površina dolazi do

potpunog uništenja travnate vegetacije, zbog toga što se na maloj površini nalazi velik broj stoke. To su površine gdje se stoka napaja, hrani i boravi noću. Tim površinama će dugo trebati kako bi se vratile u prvo bitno stanje ili se zbog krškog terena to nikada neće niti dogoditi.

Uredbom je propisano da se zakup može dobiti ukoliko zakupnik ima manje od 3,3 ha po jednom uvjetnom grlu, što znači da je optimalna površina po jednom uvjetnom grlu 3,3 ha, a to je jako rijetko. Problem je u tome što na 3,3 ha dolazi puno više stoke nego što bi trebalo, a time se uništava korištena površina.

Posebice treba naglasiti kako više u proljetnim, a manje u ljetnim mjesecima dolazi do izbijanja požara na poljoprivrednim površinama, koji se proširi i na šumu. Požarom skoro uvijek budu zahvaćene i površine u zakupu u svrhu pašarenja. Nitko od zakupnika aktivno ne sudjeluje u gašenju, niti na bilo koji način štiti od požara zakupljene površine. Sve to navodi na sumnju da se pali stara trava na površinama u zakupu, jer se one ne koriste sukladno sklopljenom ugovoru, odnosno na njima se ne nalazi stoka, već se površine zakupljuju isključivo u svrhu dobivanja poticaja. Opet je na Agenciji za plaćanje u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju da vrši kontrolu površina za koje isplaćuje poticaje.

Prema navodima ostalih korisnika prostora kao što su parkovi prirode, naglašeni su problemi planinara i drugih posjetitelja u prirodi, jer dolazi do napada stoke i pasa koji se slobodno kreću po zakupljenoj i ne samo zakupljenoj površini. Bilo je slučaja napada na planinarskim stazama s teškim posljedicama. Od davnina se stoka napasala u šumi i na šumskim livadama, ali uvijek je bila pod nadzorom, pa do ovakvih i sličnih problema nije dolazilo.

Potreba za većom kontrolom na terenu od Agencije za plaćanje u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju i provođenje sankcija prema korisnicima dala bi pozitivne pomake u rješavanju problema na terenu. Treba naglasiti kako je na pojedinim površinama primjećeno da je stoka u dosta lošem stanju, kako ljeti zbog suše i žedi, tako i zimi zbog hladnoće i nedostatka hrane, pa bi i udruge za zaštitu životinja ovdje svakako imale posla.

Uredništvo

EDITORIAL

HOW IS THE LEASED FORESTLAND USED?

The Law on Changes and Amendments to the Forest Act (Official Gazette 68/18, 115/18, 98/19, 32/20 and 145/20) has been announced. There are several issues to be resolved by the changes and amendments, but here we focus only on the part that concerns the use of leased forestland in state ownership. The lease of forestland is conducted pursuant to the regulations on the lease of forestland owned by the Republic of Croatia (Official Gazette 55/19). Special revisions of the amendments to the Forest Planning Regulation (Official Gazette 31/20) allow for the use of non-wood forest products (mainly grazing) even in areas previously banned for grazing by forest management plans. Almost two thousand contracts have so far been concluded on short-term and long-term lease of about 55 thousand ha of forestland. The majority of the contracts relates to grazing. With this method of forest land usage, the Republic of Croatia, as the owner of the land, wants to achieve several strategic goals, such as retaining the population in rural and karst areas, increasing the security of food supply, ensuring economic sustainability in the livestock sector, protecting biological diversity, preserving the landscape and others. The public forest owner who manages forestland acquires additional income, but also encounters hitherto unknown problems in business. It is still not fully defined whether and how the lessee may fence the area he uses for grazing purposes. The Management Board of the company Croatian Forests has issued an Instruction on the conditions for installing an electric fence on a leased property, but it is not yet in use in the field. Installing electric fences causes major problems in the field because the wires are also placed across forest roads, which hinders traffic of the vehicles of Croatian Forests. Even worse, fire engines have no free passage in the event of fire, which is not a rare occurrence in spring and summer months. Wires placed over living trees damage them. On surfaces next to leased areas trees become damaged and bark is peeled off by horses, probably due to insufficient food. Such trees will eventually die. Forest offices calculate forest damage, but this does not solve the problem. The only solution is to terminate contracts with such lessees. Very little attention is paid to the control of leased forestland. Grass-

land vegetation in parts of these areas is often completely destroyed due to excessive numbers of livestock in a small area. These areas provide water, food and night shelter to cattle. It will take a long time for such areas to revert to their original state; however, karst areas will never recover. The Regulation stipulates that a lease may be obtained if the lessee has less than 3.3 ha per head of cattle, which means that the optimal area per cattle is 3.3 ha, but this happens very rarely. The problem is that there are many more cattle over 3.3 ha than necessary, which destroys the used surface. It should also be stressed that fires breaking out in agricultural areas in spring, and less in summer months, spread to forests. Fires almost always affect surfaces leased for the purpose of grazing. None of the lessees participates actively in extinguishing fires or in any way protects the leased area from fires. All this raises a suspicion that the grass in leased areas is burned on purpose because these areas are not used in accordance with the contract, or in other words, they are not used for cattle grazing but solely for the purpose of receiving financial incentives. It is up to the Agency for Incentives in Agriculture, Fishery and Rural Development to control the areas for which incentives are being paid.

Mountaineers, hikers and other visitors to areas such as nature parks often report threats of attacks by cattle and dogs that roam freely over both leased and unleased surfaces. There have been cases of attacks on mountain trails with severe consequences.

Since time immemorial cattle has grazed in forests and forest meadows, but always under surveillance, which prevented the occurrence of these and similar problems. Implementing better control in the field by the Agency for Incentives in Agriculture, Fisheries and Rural Development and imposing sanctions on users would improve the situation in the field. It has also been observed that the livestock in certain areas is in a rather bad condition due to droughts and thirst in the summer and cold and lack of food in the winter. This calls for more intensive involvement of animal protection associations.

Editorial Board

GENETSKA RAZNOLIKOST REPRODUKTIVNIH I FENOLOŠKIH SVOJSTAVA I NJIHOVI MEĐUODNOSI U KLONSKOJ SJEMENSKOJ PLANTAŽI DIVLJE TREŠNJE (*Prunus avium* L.)

GENETIC DIVERSITY OF REPRODUCTIVE AND PHENOLOGICAL TRAITS AND THEIR INTERRELATIONSHIPS IN A CLONAL SEED ORCHARD OF WILD CHERRY (*Prunus avium* L.)

Ida Katičić BOGDAN¹, Višnja JURKIĆ², Ivana BRLEK¹, Marko BAČURIN¹ Saša BOGDAN^{*1}

SAŽETAK

Divlja trešnja (*Prunus avium* L.) vrsta je diskontinuiranog areala koja raste u mješovitim šumama južne, središnje i zapadne Europe. U šumarstvu dugoročni programi oplemenjivanja teže poboljšanju kvalitete i proizvodnje njenog drveta. U Hrvatskoj je na osnovi osam fenotipskih kriterija kvalitete drvne mase, na području tri sjemenske regije, provedena selekcija i odabранo 27 stabala divlje trešnje, te je 2002. godine osnovana klonska sjemenska plantaža na području šumarije Kutina. Za potrebe ovog istraživanja u plantaži je odabran uzorak od 24 klonova, predstavljenih sa po tri ramete (Tablica 1). Na svakoj je rameti odabrana i obilježena po jedna primjerna grana. Izmjerena je puna dužina odabrane grane i svih njenih izbojaka koji su nosili cvjetove i plodove. Izmjerena je opseg rameta na 50 cm visine i preračunat u promjer. U proljeće 2013. godine na primjernim su granama, na svakoj rameti u ožujku prebrojani svi generativni pupovi (PUP) prije otvaranja. U travnju su prebrojani cvjetovi (CV), te na uzorku 20 cvatova, broj cvjetova u cvatu (BRC). U lipnju su na primjernim granama prebrojani svi plodovi. Broj pupova, cvjetova ili plodova je za sve izmjerene ramete sveden na 100 cm dužine grane. Varijabla Iskorištenje pupova (IPUP) izračunata je za svaku rametu kao omjer stvarnog broja cvjetova i potencijalnog broja cvjetova (formula u Materijal i metode). Zametanje plodova (ZPL) izračunato je kao omjer cvjetova i plodova. U periodu od 10. travnja do 06. lipnja 2013., na istim rametama na kojima su izvršene izmjere, provedena su fenološka opažanja cvjetanja divlje trešnje (Slika 1). Izvedene fenološke varijable su OP – početak otvaranja pupova – broj dana od 1. siječnja 2013. do dana kada je rameta ušla u fenofazu 1, PR – početak receptivnosti – broj dana do dana kada je rameta ušla u fenofazu 2, ZR – završetak receptivnosti – broj dana do dana kada je rameta ušla u fenofazu 6, TR – razlika ZR – PR, tj. broj dana koji je rameta provela u fenofazama 2 – 6, PVR – početak vrhunca receptivnosti – broj dana do dana kada je rameta ušla u fenofazu 3, ZVR – završetak vrhunca receptivnosti – broj dana do zadnjeg dana koji je rameta provela u fenofazi 5, TVR – trajanje vrhunca receptivnosti – razlika ZVR – PVR, tj. broj dana koji je rameta provela u fenofazama 3 – 5, KR – količina receptivnosti – zbroj koeficijenata ženske plodnosti za pojedine fenofaze u kojima je rameta zatečena na dane opažanja. Koeficijenti su izračunati na temelju tablice postotaka ženske plodnosti iz Diaz i Merlo (2008) (Tablica 2.). Rezultati deskriptivne statistike za varijable PUP, CV, IPUP, PL i ZPL prikazani su u Tablici 3 i na Slici 2, zajedno sa grafikonom prosječnih koeficijenta unutarklonske varijabilnosti. Na temelju meteoroloških podataka za Kutinu 2012. i 2013. godine izračunati su parametri zadovoljenja potreba biljaka za zimskim inaktivnim temperaturama (Winter chilling), kao i proljetnim temperaturama potrebnim za pokretanje sokova i početak vegetacijskog

¹ Doc. dr. sc. Ida Katičić Bogdan, Ivana Brlek, mag. ing. silv., Marko Bačurin, mag. ing. silv., Prof. dr. sc. Saša Bogdan, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Sveučilište u Zagrebu, Faculty of Forestry and Wood Technology, University of Zagreb

² Višnja Jurkić, mag. ing. silv., Hrvatske šume d.o.o., Zagreb, Croatian Forests Ltd, Zagreb

* – dopisni autor (corresponding author)

perioda i (Forcing), po Luedeling i dr. 2013. (The Chilling Hours Model, The Utah Model za „Winter chilling“ i Growing Degree Hours Model za „Forcing“). Na temelju zemljopisnih koordinata utvrđene su nadmorske visine izvornih majčinskih stabala. Cilj istraživanja bio je utvrditi raznolikost nekih reproduktivnih svojstava na klonovima divlje trešnje iz klonske sjemenske plantaže Kutina, utvrditi međusoban odnos tih svojstava, odnos sa svojstvima vegetativnog rasta i fenološkim svojstvima. Pritom se nastojalo zapažene odnose staviti u kontekst podataka o okolišnim uvjetima u vrijeme cvatnje i plodonošenja. Od promatranih generativnih svojstava i početka otvaranja pupova (OP) klonovi su se statistički značajno razlikovali u svim svojstvima (CV, BRC, IPUP, ZPL, PL, OP) osim broja generativnih pupova (PUP) (ANOVA – Tablica 4). Te su razlike kod BRC i CV bile uzrokovanе razlikama između klonova sa eks tremnim vrijednostima, dok se veći Oroslavje na ostalih klonova međusobno nije statistički značajno razlikovala (Tukey Kramer test), ali statistička značajnost međuklonskih razlika rasla je po varijablama od stadija pupa do konačnog plodonošenja. Statistički najznačajnije razlike među klonovima ustanovljene su za početak otvaranja pupova (OP) (Tablica 5), gdje je i unutarklonska raznolikost bila značajna. Meteorološke prilike u 2012. i 2013. godini bile su relativno povoljne i biljke su zadovoljile svoje potrebe (Winterchilling i Forcing). Vrijednosti zametanja plodova (ZPL) bile su u skladu s drugim istraživanjima ili čak više, što upućuje na zadovoljavajući rodni potencijal ovih klonova u slučaju povoljnih vremenskih uvjeta, prisustva polinatora i pravovremenog suzbijanja štetnika. U ovom smo istraživanju utvrdili pozitivnu korelaciju između početnog broja generativnih pupova, te naknadnog broja cvjetova i, konačno, plodova. Početni broj pupova bio je pozitivno koreliran i sa samim zametanjem plodova. Isto se tako pokazalo da su klonovi koji su ranije ušli u vrhunac receptivnosti (PVR) bili uspješniji u plodonošenju i zametanju plodova (Tablica 6). Međutim, iskorištenje pupova kao omjer stvarnog i potencijalnog broja cvjetova pokazalo je suprotan trend, što nije u skladu sa spomenutim istraživanjem, ali odgovara čestom opažanju o međusobnoj kompeticiji ne samo vegetativnih i generativnih organa biljke, nego i međusobnoj kompeticiji generativnih organa. Fenološke varijable bile su značajno korelirane sa nadmorskom visinom, ukazujući na to da kasniji klonovi dolaze izvorno sa viših nadmorskih visina. Kasniji klonovi statistički značajno imaju ramete manjih promjera. Fenološke varijable uglavnom nisu bile značajno korelirane sa reproduktivnim svojstvima, sa izuzetkom IPUP i ZPL. Kod svojstva IPUP, kasniji klonovi, kod kojih je kasnije i nastupio početak otvaranja pupova i receptivnosti cvjetova (PR – ulazak u fenofazu 2) imali su bolje iskorištenje pupova, međutim naknadno slabije zametanje plodova (ZPL).

KLJUČNE RIJEČI: *Prunus avium*, cvjetanje, plodonošenje, fenologija, korelaciјe, zametanje plodova, međuklonska varijabilnost

UVOD INTRODUCTION

Divlja trešnja (*Prunus avium* L.) vrsta je diskontinuiranog areala koju nalazimo u manjim grupama ili kao pojedinačna stabla u mješovitim šumama u južnoj, središnjoj i zapadnoj Europi. Vrlo je cijenjena zbog visokokvalitetnog drveta koje se koristi za proizvodnju namještaja i muzičkih instrumenata. Zbog zadovoljavanja potreba za kvalitetnim drvnim materijalom u nekim su državama ustanovljeni dugoročni programi oplemenjivanja divlje trešnje, s ciljem optimizacije kvalitete i osiguravanja potrebnih količina drveta (Diaz i Merlo, 2008; Kobliha, 2002.). U Hrvatskoj je također pokrenut sličan program oplemenjivanja osnivanjem klonske sjemenske plantaže divlje trešnje na području šumarije Kutina 2002. godine. Izvršena je fenotipska selekcija plus stabala, uzimajući u obzir osam kriterija selekcije i u plantažu su uključene ramete 27 fenotipski najpoželjnijih stabala s tog područja (Kajba et al., 2011.). Kriteriji su uzimali u obzir pokazatelje kvalitete drveta, vegetativnog rasta, te zdravstvenog stanja odabranih jedinki.

Sjemenska plantaža ima osnovnu funkciju proizvodnje velikih količina genetski oplemenjenog reproduktivnog ma-

terijala, nastalog međusobnim opršivanjem odabranih kvalitetnih jedinki. Kao što je spomenuto, plus stabla uključena u plantažu odabrana su na temelju svojih vegetativnih kvaliteta, bez saznanja o njihovom reproduksijskom potencijalu. S obzirom da su neka istraživanja pokazala da vrste roda *Prunus*, gdje spada i divlja trešnja, pokazuju mogućnost konkurencije vegetativnog rasta s ulaganjem stabla u reprodukciju (Mićić et al., 2008.), postoji mogućnost da selekcija plus stabala baš na izražena svojstva vegetativnog rasta rezultira odabirom stabala lošijih reproduksijskih sposobnosti. S ciljem dovođenja vegetativnog rasta u ravnotežu s optimalnom proizvodnjom sjemena, zadržavajući genetski potencijal za kvalitetna vegetativna svojstva, koriste se metode cijepljenja plemki na manje ili više bujne podloge, te se vegetativni rast regulira rezidbom za optimalni urod sjemena (Mićić et al., 2008; Kajba et al., 2007.).

Mnoge vrste šumskog drveća „kalkuliraju“ ulaganje u proizvodnju sjemena, ovisno o dostupnim resursima i uvjetima okoliša. Međutim, česta je pojava stvaranje velikog broja cvjetova, od kojeg značajno manji postotak rezultira konačnom proizvodnjom plodova (Stephenson, 1981). Jedna od teorija prepostavlja da si proizvodnjom velikog broja cvje

tova stablo osigurava širu osnovu za nastanak i opstanak najkvalitetnijeg potomstva prirodnom selekcijom, a ujedno stvara i veće zalihe jajnih stanica u slučaju optimalnih uvjeta u vrijeme plodonošenja (Guitian, 1993.). Brojna reproduktivna svojstva, poput broja generativnih pupova, cvjetova ili plodova po jedinici dužine ili površine, odbacivanje u fazi pupa, cvijeta ili ploda, po nekim su istraživanjima značajno određena genotipom i u jakoj su i složenoj interakciji s okolišnim uvjetima (Zhang et al., 2018; Li et al., 2010; Ruiz and Egea, 2008; Hedhly et al., 2012; Alburquerque et al., 2004; Rodrigo and Herrero, 2002.; Wang et al., 2000.; De Souza et al., 1998.). I u prethodnom istraživanju na uzorku klonova iz klomske sjemenske plantaže Kutina, kroz dvije godine izmjera postojala je statistički značajna međuklonska varijabilnost između klonova, iako uzrokovana razlikama između manjeg broja klonova. Također je postojala i značajna korelacija između broja plodova po klonovima u dvije različite godine, što ukazuje na utjecaj genotipa. Postojanje statistički značajne interakcije između godine i klena za broj plodova ukazalo je pak na različit utjecaj okolišnih prilika u dатoj godini na plodonošenje pojedinačnih klonova (Katičić et al., 2015.). Do sada nisu bili objavljeni rezultati fenoloških istraživanja cvjetanja u ovoj plantaži, ali po prethodnim istraživanjima brojnih autora na vrstama roda *Prunus* za očekivati je da su ova svojstva pod jakom genetskom kontrolom (Vander Mijnsbrugge et al., 2020; 2016.).

Cilj ovoga istraživanja je nastavak istraživanja međuklonske i unutarklonske varijabilnosti nekih svojstava vegetativnog rasta, cvjetanja, plodonošenja i fenologije cvjetanja, kao i međusobnog odnosa tih svojstava na svim klonovima uključenim u plantažu kod kojih je bilo moguće provesti izmjere. Dodatno se nastojalo praćena svojstva staviti u kontekst meteoroloških prilika u vrijeme formiranja cvjetova, cvjetanja i plodonošenja.

MATERIJAL I METODE MATERIAL AND METHODS

Izmjere – Measurements

U klomskoj sjemenskoj plantaži divlje trešnje (*Prunus avium* L.) u Kutini odabrane su po tri ramete od 24 klena prikazana u Tablici 1.

Na odabranim rametama, 2013. godine izmjereni su opsezi na 50 cm visine debla. Izmjerom opsega obuhvaćaju se moguće nepravilnosti debla. Izmjereni opsezi naknadno su preračunati u promjere za svaku rametu. Za procjenu generativnih svojstava na svakoj je rameti odabrana i obilježena po jedna primjerna grana. Izmjerena je puna dužina odabrane grane i svih njenih izbojaka na kojima su se nalazili pupovi, cvjetovi odnosno plodovi. Na primjernim su granama, na svakoj rameti, u ožujku prije početka cvatnje

Tablica 1. Klonovi divlje trešnje uključeni u istraživanje

Table 1 – Wild cherry clones included in this research

| Oznaka klena (Clone) | Uprava šuma podružnica (Forest district) | Šumarija (Forest office) | Gospodarska Jedinica (Management unit) | Odjel/odsjek (Department) | Nadmorska visina ortete (Elevation of the orthete) |
|-------------------------|---|-----------------------------|---|------------------------------|---|
| ĐU1 | Bjelovar | Đulovac | Vrani kamen | 13a | 271 |
| ĐU2 | Bjelovar | Đulovac | Vrani kamen | 13a | 276 |
| N1 | Nova Gradiska | Novska | Novsko brdo | 28a | 182 |
| N3 | Nova Gradiska | Novska | Novsko brdo | 28a | 165 |
| KP2 | Koprivnica | Kloštar Podravski | Seča | 46e | 215 |
| KP3 | Koprivnica | Kloštar Podravski | Seča | 46e | 227 |
| KC1 | Koprivnica | Koprivnica | Novigradska planina | 25c | 279 |
| KC2 | Koprivnica | Koprivnica | Novigradska planina | 40a | 272 |
| R1 | Koprivnica | Koprivnica | Novigradska planina | 30a | 257 |
| R2 | Koprivnica | Koprivnica | Novigradska planina | 30e | 235 |
| NB1 | Koprivnica | Koprivnica | Novigradska planina | 39b | 245 |
| L1 | Zagreb | Lipovljani | Jamaričko brdo | 60a | 178 |
| L2 | Zagreb | Lipovljani | Jamaričko brdo | 60a | 170 |
| L3 | Zagreb | Lipovljani | Jamaričko brdo | 31a | 173 |
| L4 | Zagreb | Lipovljani | Jamaričko brdo | 61a | 168 |
| L5 | Zagreb | Lipovljani | Jamaričko brdo | 61a | 199 |
| K1 | Zagreb | Kutina | Kutinske prigorske sume | 16a | 174 |
| K2 | Zagreb | Kutina | Kutinske prigorske sume | 16a | 162 |
| K3 | Zagreb | Kutina | Kutinske prigorske sume | 16a | 189 |
| K4 | Zagreb | Kutina | Kutinske prigorske sume | 18e | 133 |
| K5 | Zagreb | Kutina | Kutinske prigorske sume | 66a | 172 |
| PŽ | Požega | Požega | Sjeverni Dilj Pleternički | 48e | 211 |
| G1 | Bjelovar | Garešnica | Garjevica | 31b (a) | 172 |
| G2 | Bjelovar | Garešnica | Garjevica | 52c (a) | 255 |

prebrojani generativni pupovi, u travnju su na istim granama prebrojani cvjetovi, a u lipnju plodovi. S obzirom da su primjerne grane različitih dužina, broj pupova, cvjetova ili plodova, zbog usporedivosti rezultata za sve izmjerene ramete, sveden je na 100 cm dužine grane. U travnju je također na svakoj rameti nasumično odabran uzorak od 20 cvatova i prebrojan je broj cvjetova koji ih sačinjavaju. Na temelju tog uzorka izračunat je prosječni broj cvjetova u cvatu za svaku rametu.

Varijable broja pupova, cvjetova odnosno plodova na 100 cm, te prosječnog broja cvjetova u cvatu, opisane su označama kako slijedi: PUP, CV, PL i BRC.

Varijabla - iskorištenje pupova (oznaka IPUP), izračunata je za svaku rametu kao omjer stvarnog broja cvjetova i potencijalnog broja cvjetova po formuli:

$$IPUP_i = \frac{CV_i}{PUP_i * BRC_i}$$

gdje je CV_i broj cvjetova na 100 cm, PUP_i broj generativnih pupova, a BRC_i prosječni broj cvjetova u cvatu kod i-te ramete.

Varijabla - zametanje plodova (oznaka ZPL), izračunata je za svaku rametu kao omjer broja plodova i broja cvjetova:

$$ZPL_i = \frac{PL_i}{CV_i}$$

gdje je CV_i broj cvjetova na 100 cm, a PL_i broj plodova i-te ramete

Fenološka opažanja – *Phenological observations*

U periodu od 10. travnja do 06. lipnja 2013. godine, u deset navrata, na istim rametama na kojima su izvršene izmjere, provedena su fenološka opažanja cvjetanja divlje trešnje. Na slici 1 prikazan je ključ po kojemu su bilježene fenofaze. U datom opažanju za svaku je rametu zabilježena najnaprednija fenofaza koju se moglo zamijetiti na stablu. Vrednovanje stupnja ženske plodnosti cvjetova u pojedinoj fenofazi preuzeto je iz Diaz i Merlo (2008) i prikazano je u Tablici 2.

Na temelju fenoloških opažanja definirane su sljedeće varijable:

OP – **početak otvaranja pupova (Bud burst)** – broj dana od 1. siječnja 2013. godine do dana kada je rameta ušla u fenofazu 1;

PR – **početak receptivnosti (Beginning of receptivity)** – broj dana od 1. siječnja 2013. godine do dana kad je rameta ušla u fenofazu 2;



1. Pupovi se otvaraju, naziru se vrhovi latica, ali cvijet je još potpuno zatvoren
(*Bud burst, tips of petals visible, but flower still closed*)
2. Cvjetovi su djelomično otvoreni, između latica naziru se prašnici i tučak, ali vidljivo je da cvjetovi nisu potpuno otvoreni
(*The flowers are partially open, the stamen and pistils are visible between the petals, but it is evident that the flowers are not fully open*)
3. Cvjetovi su potpuno otvoreni, puni cvat. Sve latice još su na cvjetovima
(*Flowers fully open, full bloom, All petals on flowers*)
4. Cvjetovi su potpuno otvoreni, ali već su otpale neke latice. Faza pri kraju punog cvata
(*Flowers fully open, but some petals have fallen off, end of full bloom*)
5. Otpale su sve latice
(*All the petals have fallen off*)
6. Mali zeleni plod
(*Little green fruit*)
7. Još pretežno zeleni plod normalne veličine
(*Full size fruit, but mostly green*)

Slika 1. Fenofaze divlje trešnje (*Prunus avium* L.).

Figure 1. Phenological phases in Wild cherry (*Prunus avium* L.) flowering

ZR – **završetak receptivnosti (End of receptivity)** - broj dana od 1. siječnja 2013. godine do dana kad je rameta ušla u fenofazu 6;

TR – **trajanje receptivnosti (Duration of receptivity)** – razlika ZR – PR, tj. broj dana koji je rameta provela u fenofazama 2 – 6;

PVR – **početak vrhunca receptivnosti (Beginning of receptivity peak)** - broj dana od 1. siječnja 2013. godine do dana kad je rameta ušla u fenofazu 3;

ZVR – **završetak vrhunca receptivnosti (End of receptivity peak)** – broj dana od 1. siječnja 2013. godine do zadnjeg dana koji je rameta provela u fenofazi 5;

TVR – **trajanje vrhunca receptivnosti (Duration of receptivity peak)** – razlika ZVR – PVR, tj. broj dana koji je rameta provela u fenofazama 3 – 5;

KR – **količina receptivnosti (Amount of receptivity)** – zbroj koeficijenata ženske plodnosti za pojedine fenofaze u kojima je rameta zatečena na dane opažanja. Koeficijenti su izračunati na temelju vrednovanja postotaka ženske plodnosti u pojedinoj fenofazi preuzetog iz Diaz i Merlo (2008) i prikazani su u Tablici 2. Najmanji postotak, za Fazu 7, uzet je kao koeficijent 1, a drugi su koeficijenti potom izračunati kao postotak tog koeficijenta.

Količina receptivnosti za pojedinu rametu izračunata je na sljedeći način: ako je rameta kroz osam opažanja u kojima je bila u fenofazi većoj od 1, imala sljedeće vrijednosti fenofaza: 2, 3, 5, 6, 6, 6, 6, 7, njezina KR bit će izračunata kao $1,17+2,11+2,84+1,57+1,57+1,57+1,57+1 = 13,4$.

Meteorološki podaci i nadmorske visine (*Meteorological data and elevation*)

Podaci o srednjim i ekstremnim dnevnim temperaturama, kao i termini temperature za klimatološku stanicu Kutina (2012. i 2013. godina), dobiveni su od Državnog hidrometeorološkog zavoda. Podaci su izraženi kao vrijednosti temperature zraka za svaki sat u danu, izračunate interpolacijom između izmjerениh temperatura u određenim terminima. Na temelju tih podataka izračunati su parametri zadovoljenja potreba biljaka za zimskim inaktivnim temperaturama (*Winter chilling*), kao i proljetnim temperaturama,

potrebnim za pokretanje sokova i početak vegetacijskog perioda (*Forcing*). S obzirom da točno godišnje razdoblje kada trešnja najučinkovitije zadovoljava potrebe za zimskim inaktivnim temperaturama na području Kutine nije moglo biti određeno, zbog nedostatka višegodišnjih fenoških opažanja, razdoblje za zimsko hlađenje (*Winter chilling*), kao i razdoblje za zadovoljenje potreba za proljetnim temperaturama (*Forcing*) preuzeta su iz Luedeling et al. (2013). Prvo razdoblje je od 1. studenog do 11. veljače, a potonje od 12. veljače do 18. travnja.

Potrebe za zimskim inaktivnim temperaturama izračunate su pomoću dva klasična modela:

1) Model sati „hlađenja“ (*The Chilling Hours Model – Chandler1957*) i

2) Model Utah (*The Utah Model -Richardson et al., 1974*).

Prvi model je najstariji model koji je još uvijek u širokoj uporabi i koji uzima u obzir sve sate s temperaturama između 0 i 7.2°C kao jednakoučinkovite za ispunjenje potreba biljke za zimskim hlađenjem. Ukupan broj sati učinkovitog zimskog hlađenja u određenom razdoblju računa se po formuli (preuzeto iz Luedeling i Brown, 2011):

$$CH_t = \sum_{i=1}^t T_{7,2}; \text{ sa } T_{7,2} = \begin{cases} 0^{\circ}\text{C} < 10 \leq 7.2^{\circ}\text{C} : 1 \\ \text{inace} : 0 \end{cases}$$

što znači da se u datom razdoblju zbrajaju svi sati sa vrijednošću temperature između 0 i 7.2°C .

Drugi model je složeniji i pribraja različite vrijednosti različitim intervalima temperatura, pridodavši i negativnu vrijednost previsokim temperaturama koje „poništavaju“ vrijednost akumuliranog zimskog hlađenja. Izračun jedinica po Modelu Utah računa se po formuli (preuzeto iz Luedeling i Brown, 2011):

$$UCU_t = \sum_{i=1}^t T_U; \text{ sa } T_U = \begin{cases} T \leq 1.4^{\circ}\text{C} : 0 \\ 1.4^{\circ}\text{C} < T \leq 2.4^{\circ}\text{C} : 0.5 \\ 2.4^{\circ}\text{C} < T \leq 9.1^{\circ}\text{C} : 1 \\ 1.4^{\circ}\text{C} < T \leq 2.4^{\circ}\text{C} : 0.5 \\ 12.4^{\circ}\text{C} < T \leq 15.9^{\circ}\text{C} : 1 \\ 15.9^{\circ}\text{C} < T \leq 18^{\circ}\text{C} : -0.5 \\ T \geq 18^{\circ}\text{C} : 1 \end{cases}$$

Tablica 2. Postotci i koeficijenti ženske plodnosti u pojedinim fenološkim fazama cvjetanja, preuzeto iz Diaz i Merlo (2008)

Table 2. Percentages and coefficients of female fertility in individual phenology phases, as in Diaz and Marlo (2008)

| Fenološka faza (<i>Phenological Phase</i>) | Postotak ženske plodnosti (<i>Percentage of female fertility</i>) | Koeficijent ženske plodnosti (<i>Coefficient of female fertility</i>) |
|---|--|--|
| 2 | 23 | 1,17 |
| 3 | 41,5 | 2,11 |
| 4 | 73,2 | 3,72 |
| 5 | 55,9 | 2,84 |
| 6 | 31 | 1,57 |
| 7 | 19,7 | 1 |

iz koje se vide vrijednosti koje se pridodaju određenim temperaturama. Zbroj svih tih vrijednosti u određenom razdoblju predstavlja ukupan broj jedinica potrebnih za zadovoljenje potreba biljke za zimskim hlađenjem.

Potreba za zadovoljenjem proljetnih temperatura, potrebnih za pokretanje sokova i početak vegetacijskog perioda (Forcing) izračunata je pomoću Modela GDH (*Growing Degree Hours* - Anderson et al., 1986). Jedinice GDH izračunate su iz podataka za temperaturu u svakom satu (T_h) u datom razdoblju kao funkcija bazne (T_b), optimalne (T_u) i kritične temperature (T_c) po formulama (preuzeto iz Luedeling i Brown, 2011):

$$GDH = F \frac{T_u - T_b}{2} \left(1 + \cos \left(\pi + \pi \frac{T_h - T_b}{T_u - T_b} \right) \right)$$

za temperature između T_b i T_u :

$$GDH = F(T_u - T_b) \left(1 + \cos \left(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{2} \left(\frac{T_h - T_u}{T_c - T_u} \right) \right) \right)$$

za temperature između T_u i T_c :

Ukupan broj potrebnih jedinica je zbroj vrijednosti za svaki sat u datom razdoblju.

Uobičajeno se za voćkarice uzima $T_b = 4^{\circ}\text{C}$, $T_u = 25^{\circ}\text{C}$ i $T_c = 36^{\circ}\text{C}$, a koeficijent $F = 1$, ako biljka nije pod nikakvim posebnim stresom.

Nadmorske visine izvornih majčinskih stabala (orteta) očitane su pomoću aplikacije Google Earth (verzija 9.162.0.2), pomoću geografskih koordinata položaja izvornih stabala.

Statistička obrada podataka – Statistical analysis

Statistička obrada podataka provedena je pomoću statističkog paketa SAS (SAS Studio software, a free version of SAS OnDemand for Academics by SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) i Microsoft Excel.

Deskriptivna statistika za varijable PUP, CV, BRC, PL, IPUP i ZPL provedena je pomoću PROC MEANS procedure. Zavisnost između svih varijabli testirana je korelacijskim analizama po metodama Pearsona i Spearmana, pomoću PROC CORR procedure. Analiza varijance za varijable

PUP, CV, BRC, PL, IPUP, ZPL i OP provedena je pomoću PROC GLM procedure. Značajnosti najmanjih signifikantnih razlika između sredina klonova za sve varijable testirane su pomoću Tukey-Kramerovog testa. Svi grafikoni i obračuni meteoroloških podataka napravljeni su u Excelu.

REZULTATI

RESULTS

Deskriptivna analiza – Descriptive analysis

Na Slici 2 prikazani su parametri deskriptivne statistike za sljedeće varijable: broj generativnih pupova na 100 cm duljine (PUP), prosječni broj cvjetova u cvatu (BRC), broj cvjetova na 100 cm duljine (CV), iskorištenje pupova (IPUP), broj plodova na 100 cm duljine (PL) i zametanje plodova (ZPL). Klonovi su kod svih varijabli poredani silazno. U Tablici 3 prikazane su maksimalne i minimalne vrijednosti pojedinog svojstva i pripadajući klonovi kod kojih su zabilježeni, te maksimalni i minimalni koeficijenti unutarklonske varijabilnosti s pripadajućim klonovima, kao i srednji koeficijent varijabilnosti za to svojstvo.

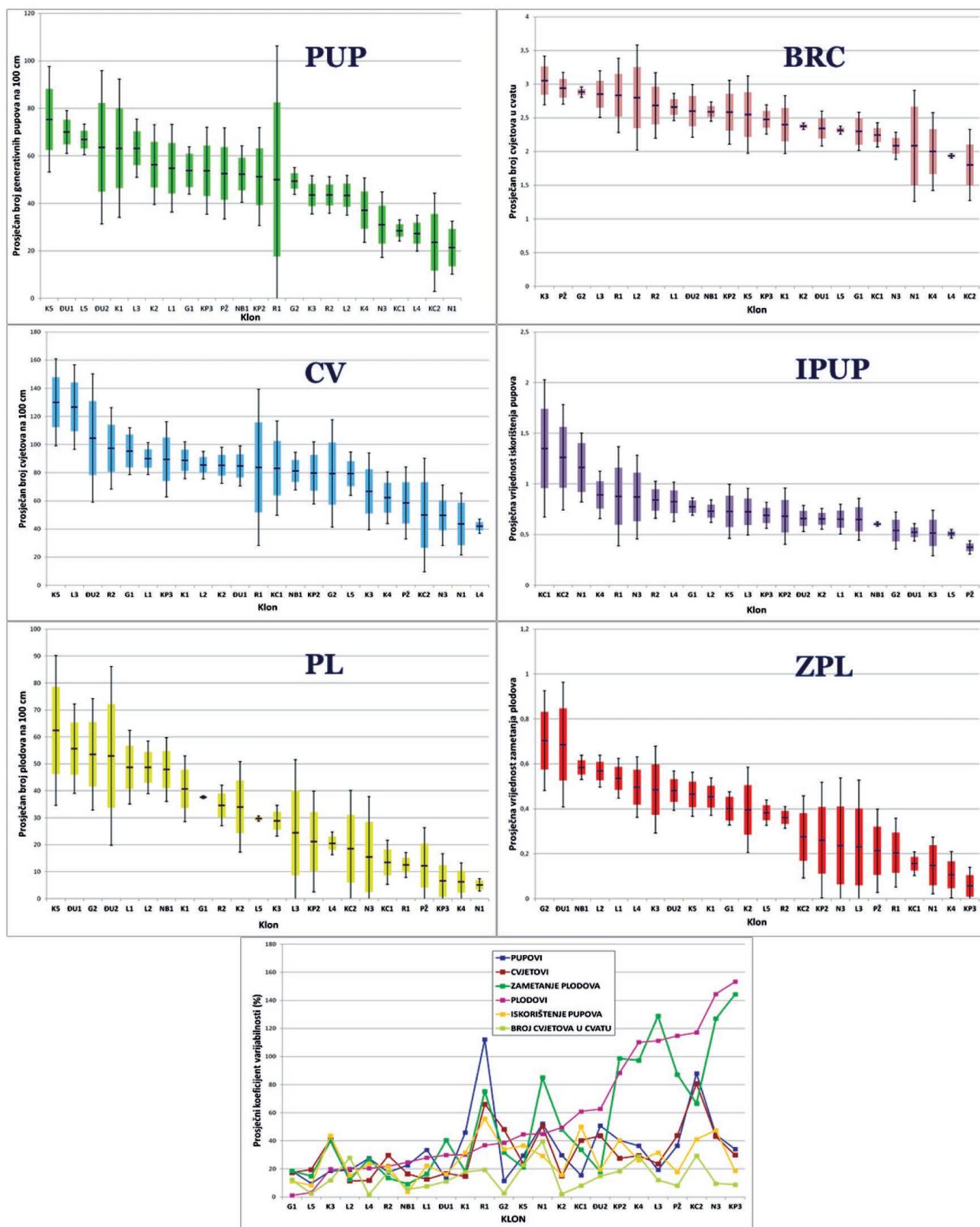
Analiza varijance ANOVA – Analysis of variance ANOVA

Rezultati analize varijance za varijable: PUP, BRC, CV, IPUP, PL, ZPL i OP prikazani su u Tablici 4. Analiza varijance broja generativnih pupova na 100 cm nije pokazala statistički značajne razlike između klonova, a Tukey-Kramerov test dodatno je pokazao da između niti jednog para klonova nisu postojale statistički značajne razlike u ovom svojstvu. Za sva su ostala svojstva ustanovljene statistički značajne razlike različitog stupnja statističke značajnosti, s tendencijom porasta međuklonske varijabilnosti u procesu od nastanka pupova do konačnog plodonošenja. Tako je post hoc Tukey-Kramerov test za BRC pokazao statistički značajnu razliku samo između dva ekstremna klena, dakle K3 i KC2. Slično je bilo i sa Varijablom CV, gdje je ustanovljeno da je statistički značajna međuklonska varijabilnost opet uzrokovana jedino razlikom između ekstremnih klonova K5 i L4. U slučaju varijable IPUP značajnost je uzro-

Tablica 3. Minimalne i maximalne vrijednosti varijabli PUP, BRC, CV, IPUP, PL i ZPL sa pripadajućim klonovima te maksimalni i minimalni koeficijenti unutarklonske varijabilnosti (KV) s pripadajućim klonovima, kao i srednji koeficijent varijabilnosti za tu varijablu.

Table 3. Minimum and maximum values of the variables PUP, BRC, CV, IPUP, PL and ZPL with the associated clones and the maximum and minimum coefficients of intraclonal variability with the associated clones, as well as the mean coefficient of variability (CV) for that variable.

| Varijabla (Variable) | Klon / max (Clone / max) | Klon / min (Clone / min) | KV klon / max (%) (CV clone / max (%)) | KV klon / min (%) (CV clone / min (%)) | KV sr (CV average %) | | | | |
|----------------------|--------------------------|--------------------------|--|--|----------------------|--------|-----|-------|-------|
| PUP | K5 | 75,38 | N1 | 21,35 | R1 | 112,2 | L5 | 9,61 | 34,4 |
| BRC | K3 | 3,05 | KC2 | 1,80 | N1 | 31,9 | K2 | 2,05 | 14,2 |
| CV | K5 | 130,08 | L4 | 41,93 | KC2 | 80,81 | L2 | 11,47 | 31,56 |
| IPUP | KC1 | 1,35 | PŽ | 0,37 | R1 | 55,74 | NB1 | 3,63 | 27,56 |
| PL | K5 | 62,41 | N1 | 5,11 | KP3 | 153,27 | G1 | 1,13 | 57,36 |
| ZPL | G2 | 0,70 | KP3 | 0,06 | KP3 | 144,30 | NB1 | 9,21 | 53,07 |



Slika 2. Prikaz varijabli: prosječni broj pupova na 100 cm (PUP), prosječni broj cvjetova u cvatu (BRC), prosječni broj cvjetova na 100 cm (CV), iskorištenje pupova (IPUP), prosječni broj plodova na 100 cm (PL) i zmetanje plodova (ZPL) poredano silazno po klonovima i koeficijenti unutar-klonske varijabilnosti navedenih varijabli. Horizontalna crtica prikazuje aritmetičku sredinu klona, pravokutnik (box) prikazuje standardnu pogrešku sredine, a vertikalne linije (whiskers) standardnu devijaciju.

Figure 2. Display of variables: average number of buds per 100 cm (PUP), average number of flowers in inflorescence (BRC), average number of flowers per 100 cm (CV), average realisation of buds (IPUP), average number of fruits per 100 cm (PL) and fruit set (ZPL) for clones in descending order and coefficients of variation for these variables. Horizontal hyphen represents the arithmetic mean of a clone, the box represents the standard error of the mean, and whiskers the standard deviation.

Tablica 4. Analiza varijance (ANOVA) za prosječni broj pupova na 100 cm (PUP), prosječni broj cvjetova u cvatu (BRC), prosječni broj cvjetova na 100 cm (CV), iskorištenje pupova (IPUP), prosječni broj plodova na 100 cm (PL), zametanje plodova (ZPL) i početak otvaranja pupova (OP). *** statistički značajno na razini $p < 0,0001$, ** na razini $0,001 > p > 0,0001$, a * $p < 0,05$.

Table 3. Analysis of Variance (ANOVA) for average number of buds per 100 cm (PUP), average number of flowers in inflorescence (BRC), average number of flowers per 100 cm (CV), average realisation of buds (IPUP), average number of fruits per 100 cm (PL), fruit set (ZPL) and bud burst (OP), *** statistically significant at the $p < 0,0001$ level, ** – at $0,001 < p < 0,0001$ level and * – at the $p < 0,05$ level

| Varijabla (Variable) | Izvor Variabilnosti (Source of variability) | Stupnjevi Slobode (Degrees of freedom) | Suma kvadrata (Sum of squares) | Srednji kvadrati (Average squares) | F | p |
|-------------------------|--|---|-----------------------------------|---------------------------------------|---------|-------------|
| PUP | klon | 23 | 14468,71 | 629,07 | 1,62082 | 0,0811 |
| BRC | klon | 23 | 7,722 | 0,3357 | 2,14318 | 0,0138* |
| CV | klon | 23 | 33660,4 | 1463,49 | 1,99079 | 0,0234* |
| IPUP | klon | 23 | 3,6596 | 0,15911 | 2,0996 | 0,0161* |
| PL | klon | 23 | 20854,17 | 906,703 | 3,4545 | 0,00017** |
| ZPL | klon | 23 | 2,2171 | 0,0964 | 3,5136 | 0,00014** |
| OP | klon | 23 | 282,67 | 12,289 | 6,9130 | < 0,0001*** |

kovana razlikama između klonova KC1 i PŽ, te KC2 i PŽ. Kod varijable PL međuklonska varijabilnost je značajna na stupnju $0,001 > p > 0,0001$ i uzrokovana je statistički značajnim razlikama između klonova: K5 i N1, K5 i K4, K5 i KP3 i ĐU1 i N1. Isti slučaj je i sa ZPL, gdje je značajnost također na razini $0,001 > p > 0,0001$ i uzrokovana je statistički značajnim razlikama između klonova: G2 i KP3, G2 i K4, G2 i N1 i G2 i KC1, kao i ĐU1 i KP3 i ĐU1 i K4. Kod početka otvaranja pupova (OP) međuklonska varijabilnost statistički je značajna na razini $p < 0,0001$ i uzrokovana je razlikama između više parova klonova, čije je grupiranje s obzirom na značajnost međusobnih razlika prikazano u Tablici 5.

Korelacije između promatranih svojstava

U Tablici 6 prikazani su korelacijski odnosi između promatranih varijabli. Vrijednosti korelacijskih koeficijenata za oba tipa korelacija s najvišim stupnjem statističke značajnosti očekivano su ustanovljene između različitih fenoloških varijabli, te međusobno između reproduktivnih svojstava (PUP, CV, PL). Dakle, bez obzira na odnose između tih varijabli s varijablama iskorištenje pupova (IPUP) i zametanje plodova (ZPL), biljke koje su imale najviše generativnih pupova, imale su u konačnici i više cvjetova, te konačno plodova. Međutim, varijabla iskorištenje pupova u negativnoj je korelaciiji s brojem pupova, plodova, brojem cvjetova u cvatu (BRC) i zametanjem plodova. To nam govori da se kod rameta koje su proizvele velik broj generativnih pupova, manji broj tih pupova uspješno razvio u cvatove, nego kod biljaka koje su u startu proizvele manje pupova. Ramete kod kojih je nastanak cvjetova iz pupova bio uspješniji, naknadno su pokazale manju učinkovitost u zametanju plodova tj. suvišak nastalih cvjetova nije se manifestirao u većoj prozvodnji plodova. Ramete koje su ranije započele sa cvatnjom bile su manje uspješne u iskoristenju pupova, ali zato uspješnije u plodonošenju i zametanju plodova.

Tablica 5. Grupiranje klonova po Tukey Kramer post hoc testu za Analizu varijance varijable Početak otvaranja pupova (OP)

Table 5. Grouping of clones by Tukey Kramer post hoc test for Analysis of variance for variable Bud burst (OP)

| KLON (Clone) | PRSNK (Estimate of least square means) | GRUPE PO TK (Grouping by Tukey Kramer) |
|-----------------|---|---|
| R2 | 107,67 | a |
| R1 | 106,33 | a b |
| NB1 | 105,33 | a b c |
| G1 | 105 | a b c d |
| KC1 | 105 | a b c d |
| KC2 | 105 | a b c d |
| DjU2 | 104 | a b c d |
| PZ | 104 | a b c d |
| N1 | 103,5 | a b c d |
| DjU1 | 103 | b c d |
| KP3 | 103 | b c d |
| L4 | 103 | b c d |
| N3 | 103 | b c d |
| KP2 | 102,33 | b c d |
| G2 | 102 | b c d |
| L3 | 102 | b c d |
| L1 | 101,33 | c d |
| K2 | 100,67 | d |
| K1 | 100 | d |
| K3 | 100 | d |
| K4 | 100 | d |
| K5 | 100 | d |
| L2 | 100 | d |
| L5 | 100 | d |

Ustanovljena je i visoka korelacija između nadmorske visine i nekih fenoloških varijabli, u smislu da biljke izvorno sa viših nadmorskih visina, u pravilu kasnije započinju s otvaranjem pupova, cvatnjom i plodonošenjem. Također je ustanovljena i neobična statistički značajna korelacija

Tablica 6 Korelacijski odnosi između varijabli. Simboli objašnjeni u poglavljiju Materijali metode, osim D (promjer rame) i NV (nadmorska visina na kojoj se nalazi izvorno uzorkovano plus stablo. Gornja dijagonala – korelacijska analiza po Spearmanu, donja dijagonala – po Pearsonu. U svakoj kućički broj predstavlja koeficijent korelacije. *** statistički značajni korelacijski odnosi na razini $p < 0,0001$, ** na razini $0,001 > p > 0,0001$, * $p < 0,05$.

Table 6. Correlation between variables. Symbols are explained in Material and Methods, except for D (ramete diameter) and NV (elevation of the original mother tree location (orthetel)). Upper diagonal – correlation by Spearman, lower diagonal – correlation by Pearson. Numbers are correlation coefficients – *** statistically significant at the $p < 0,0001$ level, ** at $0,001 < p < 0,0001$ level, * at the $p < 0,05$ level

| Variable | D | PUP | CV | PL | BRC | ZPL | IPUP | PR | ZR | TR | PVR | ZVR | TVR | KR | OP | NV |
|----------|---------|----------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|---------|---------|----|
| D | 0,19 | 0,20 | 0,22 | 0,20 | 0,24* | -0,18 | -0,44*** | -0,30* | 0,00 | -0,44*** | -0,19 | 0,17 | 0,34* | -0,39** | -0,373* | |
| PUP | 0,10 | 0,67*** | 0,54*** | 0,38* | 0,30* | -0,71*** | -0,26* | -0,22 | -0,12 | -0,24* | -0,25* | -0,12 | 0,11 | -0,293* | -0,01 | |
| CV | 0,13 | 0,70*** | 0,54*** | 0,49*** | 0,13 | -0,14 | -0,10 | -0,14 | -0,11 | -0,11 | -0,07 | -0,01 | 0,01 | -0,12 | 0,04 | |
| PL | 0,18 | 0,54*** | 0,53*** | 0,324* | 0,85*** | -0,35* | -0,21 | -0,22 | -0,08 | -0,31* | -0,14 | 0,11 | 0,13 | -0,23 | 0,03 | |
| BRC | 0,22 | 0,42** | 0,55*** | 0,37* | 0,20 | -0,46*** | -0,03 | -0,05 | -0,08 | 0,02 | 0,01 | -0,01 | 0,02 | -0,05 | 0,16 | |
| ZPL | 0,25* | 0,26* | 0,08 | 0,83*** | 0,19 | -0,39* | -0,25* | -0,18 | 0,01 | -0,347* | -0,10 | 0,20 | 0,238* | -0,24* | 0,00 | |
| IPUP | -0,23 | -0,64*** | -0,13 | -0,35* | -0,46*** | -0,37* | 0,27* | 0,16 | 0,02 | 0,21* | 0,21* | 0,08 | -0,19 | 0,28* | -0,03 | |
| PR | -0,42** | -0,22 | -0,10 | -0,23 | -0,02 | -0,21* | 0,25* | 0,68*** | 0,09 | 0,88*** | 0,63*** | -0,02 | -0,64*** | 0,85*** | 0,58*** | |
| ZR | -0,28* | -0,24* | -0,12 | -0,22 | -0,09 | -0,18 | 0,26* | 0,72*** | 0,78*** | 0,74*** | 0,92*** | 0,51*** | -0,05 | 0,71*** | 0,64*** | |
| TR | 0,00 | -0,13 | -0,08 | -0,10 | -0,11 | 0,00 | 0,12 | 0,07 | 0,74*** | 0,28* | 0,70*** | 0,66*** | 0,42** | 0,23 | 0,37* | |
| PVR | -0,40** | -0,19 | -0,09 | -0,28* | 0,00 | -0,307* | 0,27* | 0,92*** | 0,79*** | 0,24* | 0,68*** | -0,08 | -0,60*** | 0,68*** | 0,60*** | |
| ZVR | -0,15 | -0,24 | -0,04 | -0,13 | -0,02 | -0,10 | 0,26* | 0,65*** | 0,91*** | 0,69*** | 0,70*** | 0,67*** | 0,03 | 0,73*** | 0,60*** | |
| TVR | 0,21 | -0,13 | 0,03 | 0,11 | -0,03 | 0,19 | 0,08 | -0,06 | 0,45*** | 0,71*** | -0,07 | 0,66*** | 0,68*** | 0,32* | 0,21 | |
| KR | 0,36* | 0,03 | 0,02 | 0,13 | -0,02 | 0,24 | -0,12 | -0,64*** | -0,07 | 0,52*** | -0,58*** | 0,09 | 0,74*** | -0,28* | -0,20 | |
| OP | -0,36* | -0,24* | -0,09 | -0,20 | -0,06 | -0,19 | 0,26* | 0,85*** | 0,68*** | 0,16 | 0,70*** | 0,69*** | 0,22 | -0,34* | 0,56*** | |
| NV | -0,35* | 0,00 | 0,04 | 0,09 | 0,09 | 0,12 | 0,60*** | 0,64*** | 0,35* | 0,60*** | 0,63*** | 0,25* | -0,15 | 0,56*** | | |

promjera s nekim fenološkim varijablama, za- metanjem plodova i nadmorskom visinom. Naime, ramete manjih promjera u pravilu su kasnije počinjale s cvatnjom, potjeću sa većih nadmorskih visina i bile su umjerenog lošije u zametanju plodova. Fenološke varijable očekivano su većim međusobno značajno korelirane, ali nisu uglavnom pokazale statistički značajnu korelaciiju sa svojstima cvjetanja i plodonošenja. Izuzetak su svojstva iskorištenja pupova (IPUP) i zametanja plodova (ZPL), gdje se javlja statistički značajna korelacija na razini $p < 0,05$ sa svojstvima PR, KR, OP, PVR, s malim razlikama između Pearsona i Spearmana. Vrijednosti su zaista na granici statističke značajnosti, pa je u vrlo malim vrijednostima razlika između statistički značajnog i neznačajnog. Npr. slučaju svojstva IPUP, kasniji klonovi, kod kojih je kasnije i nastupio početak otvaranja pupova i receptivnosti cvjetova (PR – ulazak u fenofazu 2) imali su bolje iskorištenje pupova, međutim naknadno slabije zametanje plodova (ZPL). U slučaju Spearmana koji se odnosi na poredak klonova u datom svojstvu, i ukupna količina receptivnosti pozitivno je korelirana sa zametanjem plodova (ZPL).

RASPRAVA DISCUSSION

Na putu od razvoja generativnog pupa, do konačnog plodonošenja, dolazi do velike selekcije na brojnim razinama. Kod divlje trešnje, a i nekih drugih vrsta istoga roda, razvoj cvjetova, funkcionalnost njihovih dijelova i sam proces oplodnje ovisi o brojnim vanjskim čimbenicima. Posebno je značajan utjecaj ekstremnih uvjeta, kao što je npr. pojava kasnog proljetnog mraza (Rodrigo, 2000) ili pak pojava ekstremno visokih temperatura u periodu kada se formiraju cvjetovi u generativnim pupovima (Li et al., 2010; Rodrigo i Herrero, 2002; Mićić et al., 1992). Važnu ulogu u pravilnoj diferencijaciji pupova također ima i zadovoljenje potreba za zimskim inaktivnim temperaturama (winter chilling).

Divlja trešnja uobičajeno preferira nešto hladnije uvjete karakteristične za veće nadmorske visine i njezin mehanizam cvatnje osjetljiv je na pojavu previšokih temperatura. Nepovoljni utjecaji uključuju prebrzi rast polenovih mješinica, kao i smanjenje njihovog broja. Također dolazi do smanjene i skraćene vrijabilnosti jajnih stanica i u konačnici do slabijeg zametanja plodova

(Zhang et al., 2018.; Hedhly et al., 2007; Beppu et al., 1997). U ovom istraživanju stoga se može primijetiti da su u uvjetima klomske sjemenske plantaže Kutina, koja se nalazi na nižoj nadmorskoj visini od gotovo svih izvornih uzorkovanih stabala, upravo stabla sa najviših nadmorskih visina nešto slabije plodonosila od stabala sa nižih nadmorskih visina. Niže nadmorske visine su vezane s prosječno višim temperaturama, pa su stoga upravo stabla prilagođenija na niže temperature manje uspješna pri višim temperaturama.

Veći broj pupova po jedinici dužine, njihovo manje odbacivanje i bolje zametanje plodova u istraživanju Alburquerque et al. (2004) povezano je uz fenološki ranije kultivare marellice. Autori navode kako je, uz druge razloge, broj pupova, kao i njihovo odbacivanje, uvjetovano i genotipom, međutim Wang et al. (2000) na višnji nisu uspjeli identificirati konkretne lokuse za kvantitativna svojstva (QTL) zametanja plodova i odbacivanja pupova. U ovom smo istraživanju utvrdili pozitivnu korelaciju između početnog broja generativnih pupova, te naknadnog broja cvjetova i, konično, plodova. Početni broj pupova bio je pozitivno koreliran i sa samim zametanjem plodova. Isto se tako pokazalo da su klonovi koji su ranije ušli u vrhunac receptivnosti (PVR) bili uspješniji u plodonošenju i zametanju plodova (Tablica 6 – korelacije). Međutim, iskorištenje pupova kao omjer stvarnog i potencijalnog broja cvjetova pokazalo je suprotan trend, što nije u skladu sa spomenutim istraživanjem, ali odgovara čestom opažanju o međusobnoj kompeticiji ne samo vegetativnih i generativnih organa biljke, nego i međusobnoj kompeticiji generativnih organa. Tako Racsko et al (2007) navode da pretežana proizvodnja cvjetova, kao i plodnih zametaka ne pogoduje optimalnom akumuliranju organskih tvari i u koničnici dovodi do slabijeg zametanja, odnosno većeg odbacivanja plodova, pogotovo kod kasnijih kultivara. U našem se slučaju potvrdilo da su kasniji kultivari nešto (iako za većinu fenoloških svojstava ne statistički značajno) slabije plodonosili i imali slabije zametanje plodova od ranijih, iako su imali nešto bolje iskorištenje pupova. Selekcija se odvija, kao što je već spomenuto, na više razina; od same diferencijacije cvjetova u pupovima, pa kasnije u oplodnji i zametanju plodova. Moguće je da su 2013. godine za kasnije klonove vladali povoljniji uvjeti u fazi diferencijacije cvjetova u pupovima, pa su stoga imali bolje iskorištenje pupova od ranijih, ali lošiji uvjeti u fazi oplodnje i zametanja plodova, pa se tu izjednačio konačni omjer između ranijih i kasnijih klonova na putu pup – plod.

Što se tiče vremenskih uvjeta, potrebe za inaktivnim temperaturama, odnosno „zimskim hlađenjem“ u jesensko-zimskom periodu 2012. i 2013. godine bile su zadovoljene. U periodu od 1. studenog 2012. godine do 11. veljače 2013. godine, biljke su akumulirale 1231 sati učinkovitog zimskog hlađenja po modelu „Chilling Hours“ tj. 1168 jedinica po Utah modelu. Luedeling et al., 2013. godine navode da je po

njihovim procjenama na temelju višegodišnjih fenoloških opažanja u datom razdoblju trešnji potrebno oko 1375 ± 178 sati, odnosno 1410 ± 238 Utah jedinica, ali trešnja u njihovom istraživanju je izrazito kasna sorta, pa su njene potrebe i nešto veće od prosječnih potreba divlje trešnje. Potreba za proljetnim temperaturama za pokretanje sokova također je bila zadovoljena sa 4410,07 GDH, naspram prosječno potrebnih 3473 ± 1236 GDH (Luedeling et al., 2013.).

Količina oborina u 2013. godini bila je dostatna za zadovoljenje potreba biljaka. Prema autorima Kähner et al. (2012.), električna provodljivost tla, uvelike uvjetovana sadržajem vode u tlu, u značajnoj je korelaciji sa proizvedenim brojem plodova kod vrste *Prunus domestica*. Tako se u sušnoj 2011. godini moglo primijetiti slabije prosječno zametanje plodova (0,30), nego u normalno vlažnoj 2010. godini (0,38) (Katičić Bogdan et al., 2015.) i 2013. godini (0,37). Za usporedbu, u periodu od 1. veljače do približnog početka plodnošenja (20.5.) u 2011. godini palo je samo 75,2 mm oborina, dok je u istom periodu 2010. godine palo 314,9 mm, a 2013. godine 319,8 mm oborina.

Vrijednosti zametanja plodova u ovom istraživanju, kao i u nekim od prethodnih godina na istoj plantaži (Katičić Bogdan et al., 2015.) odgovaraju, često i nadmašuju vrijednosti u istraživanjima pojedinih autora na komercijalnim kultivarima trešnje (Szpadzik et al., 2019; Li et al., 2010; Lech, 2008; Hedhly et al., 2007.). Visoko značajni korelacijski odnosi između broja cvjetova i broja plodova, te broja plodova i zametanja (Tablica 6) u skladu su sa istraživanjima drugih autora na vrstama roda *Prunus* (Ruiz i Egea, 2008; Diaz i Merlo 2008; De Souza et al., 1998.). Za spomenuta svojstva ustanovljene su i umjerene do visoke nasljednosti (Diaz i Merlo, 2008., nasljednost u širem smislu za broj cvjetova $H^2 = 0.81 - 0.84$, za broj plodova $H^2 = 0.84 - 0.90$, De Souza et al. (1998.), nasljednost u užem smislu za broj cvjetova po jedinici dužine $h^2 = 0.41$, broj plodova $h^2 = 0.47$ i zametanje plodova $h^2 = 0.43$). Na temelju vrijednosti korelacije i nasljednosti, najjači odaziv za svojstvo koničnog broja plodova predviđa se selekcijom na broj cvjetova po jedinici dužine, čak značajnije nego selekcijom na sami broj plodova (De Souza et al., 1998.). Od fenoloških svojstava kod nekih vrsta roda *Prunus*, istraživanih u genetičkim testovima, upravo se fenologija cvjetanja pokazala svojstvom najveće nasljednosti i najmanje unutarklonske varijabilnosti (razlike između rameta) među različitim fenološkim svojstvima (Vander Mijnsbrugge et al., 2020; 2016.). U ovom se istraživanju potvrdila velika i visoko statistički značajna međuklonska varijabilnost za svojstvo otvaranja cvjetnih pupova, ali je i unutarklonska varijabilnost također bila statistički značajna.

Usporedbom promjera rameta sa fenološkim i generativnim svojstvima, pronađena je neobična korelacija između promjera rameta i fenologije, u smislu da su ramete manjih

promjera u prosjeku fenološki kasnije. Razlike u fenologiji, kao i u vegetativnom prirastu mogu biti uzrokovane različitim podlogama, ali u ovom slučaju većina rameta je naci-jejpljena na isti tip podloge (PA), a samo manjak na neke druge (PA max, max1 i max2, te PF), pa podloga vjerojatno nema utjecaja na ova svojstva. Moguće je da su kasniji klonovi lošije uspjevali, pa su naknadno nadopunjavani, te su stoga u prosjeku manjih promjera, ali takve teorije bi morale biti potvrđene uvidom u evidenciju nadopunjavanja planataže. Uglavnom, zasada nemamo pouzdanog tumačenja za-paženog korelacijskog odnosa između promjera i fenologije.

Kao i u prethodnom istraživanju, provedenom na uzorku klonova iz plantaže (Katić Bogdan et al., 2015.), zbog ve-like unutarklonske varijabilnosti za većinu praćenih svojstava (Slika 2), značajne razlike između klonova, uočene za sva svojstva, osim broja generativnih pupova uglavnom su uzrokovane razlikama između klonova sa ekstremnim vrijednostima, međutim postaju sve izraženije u procesu od formiranja pupova, pa do nastanka plodova. Analiza varijance pokazuje značajnije razlike između klonova u prosječnom broju cvjetova na 100 cm u usporedbi sa brojem generativnih pupova, te još značajnije u prosječnom broju plodova u usporedbi sa cvjetovima i pupovima (Tablica 4). Klonovi u KSP Kutina se statistički značajno razlikuju i po fenološkim svojstvima. U literaturi se često navode statistički značajne razlike između klonova, jedinki ili kultivara roda *Prunus* za reproduktivna svojstva (Ruiz i Egea, 2008; Alburquerque et al., 2004; Diaz i Merlo, 2008). U uzorcima devet odabralih klonova sa klonske sjemenske plantaže Kutina zapažene su i statistički značajne razlike između klonova u vegetativnom razmnožavanju metodom mikropropagacije, točnije u svojstvima zapaženog stadija rasta biljčice na 40. dan od uvođenja u kulturu tkiva, kao i u preživljaju uzgojenih biljčica (Brlek, 2021.). S obzirom da su majčinska stabla tj. ortete klonova u plantaži Kutina sa relativno uskog područja (sjemenske regije Koprivnica, Bjelovar i Zagreb), moguće je da je izostanak još značajnije međuklonske varijabilnosti (tj. statistički značajnih razlika između većeg broja parova klonova potvrđenih *post hoc testom*) rezultat prilagodbe na slične stanišne uvjete. Iako su se tri regije iz koje potječu klonovi u plantaži značajno diferencirale pomoću molekularnih mikrosatelitskih biljega, 96 % ukupne raznolikosti otpadalo je na unutarregijsku varijabilnost (Tančeva Crmarić et al., 2011)

ZAKLJUČAK CONCLUSION

U klonskoj sjemenskoj plantaži divlje trešnje u Kutini potvrđene su međuklonske razlike u reproduktivnim i fenološkim svojstvima, ukazujući na genetsku uvjetovanost većine istraživanih svojstava. U ovom je istraživanju primijećena gradacija genetske uvjetovanosti na putu od

generativnog pupa prema plodu, a najizraženije međuklonske razlike primjećene su kod fenoloških svojstava. Za dobivanje još kvalitetnijih rezultata i donošenje zaključaka o optimalnom gospodarenju plantažom potrebno je sustavno praćenje fenologije i reproduktivnih svojstava i stavljanje istih u kontekst meteoroloških prilika u samoj plantaži. Od velike je važnosti i postavljanje genetičkih testova potomstva iz plantaže zbog dobivanja konkretnih podataka o kvaliteti selekcioniranih stabala kroz njihovo potomstvo, kao i svrstavanje šumskog reproduksijskog materijala proizvedenog u plantaži u najvišu kategoriju „testiran“.

LITERATURA

REFERENCES

- Alburquerque, N., L. Burgos & J. Egea, 2004: Influence of flower bud density, flower bud drop and fruit set on apricot productivity. *Sci Hortic*, 102(4), 397-406., Amsterdam
- Anderson, J. L., E. A. Richardson, & C. D. Kesner, 1985: Validation of chill unit and flower bud phenology models for 'Montmorency' sour cherry. In I International Symposium on Computer Modelling in Fruit Research and Orchard Management, *Acta Hortic* 184, 71-78, Leuven
- Beppu, K., S. Okamoto, A. Sugiyama & I. Kataoka, 1997: Effects of temperature on flower development and fruit set of "Satohnishiki" sweet cherry [*Prunus avium*]. *J Jpn Soc Hortic Sci (Japan)*, 65(4) 707-712: Kyoto
- Brlek, I., 2021. Utjecaj genetskih i okolišnih razlika na mikropropagaciju divlje trešnje (*Prunus avium* L.) (Diplomski rad). Preuzeto s <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:617904>
- Chandler, WH, 1957:Deciduous orchards, Henry Kimpton, 492p., London
- De Souza, V. A., D. H. Byrne, & J. F. Taylor, 1998:: Heritability, genetic and phenotypic correlations, and predicted selection response of quantitative traits in peach: II. An analysis of several fruit traits. *J Am Soc Hortic Sci*, 123(4), 604-611., Alexandria
- Diaz, R., & Merlo, E., 2008: Genetic Variation in Reproductive Traits in a Clonal Seed Orchard of *Prunus avium* in Northern Spain. *Silvae Genet*, 57(3), 110., Bad Orb
- Guittian, J., 1993: Why *Prunus mahaleb* (Rosaceae) produces more flowers than fruits. *Am J Bot*, 1305-1309., St Louis
- Hedhly, A., Hormaza Urroz, J. I., & Herrero Romero, M. 2007: Warm temperatures at bloom reduce fruit set in sweet cherry. <https://core.ac.uk/download/pdf/36016479.pdf>
- Hedhly, A., J. I. Hormaza, & M. Herrero, 2012: Warm temperatures at bloom reduce fruit set in sweet cherry. *J Appl Bot Food Qual*, 81(2), 158-164., Göttingen
- Kajba, D., N. Pavičić, S. Bogdan & I. Katić, 2007: Pomotehnički zahvati u klonskim sjemenskim plantažama listača. *Sumar List*, 131(11-12), 523-528., Zagreb
- Kajba, D., I. Katić, I. Šumanovac & M. Žgela, 2011: Važnost klonskih sjemenskih plantaža u sjemenarstvu i očuvanju genofonda šumskih vrsta drveća u Hrvatskoj. *Radovi (Hrvatski šumarski institut)*, 44(1), 37-51., Jastrebarsko
- Käthner, J., P. Rozzi & M. Zude, 2012: Correlation analyses of high resolution 3D soil electrical conductivity and the development of fruit trees. *CIGR-AgEng International Conference of*

Agricultural Engineering, Valencia, In Proceedings (69-72.), Valencia

- Katičić Bogdan, I., Švorinić, K., Bogdan, S., & Kajba, D. (2015). Generativna i vegetativna aktivnost divlje trešnje (*Prunus avium* L.) u klonskoj sjemenskoj plantaži. *Sumar List*, 139 (7-8), 339-348., Zagreb
- Kobliha, J., 2002: Wild cherry (*Prunus avium* ild cherry (L.) breeding program aimed at the use of this tree in the Czech forestry. *J. For. Sci.*, 48(5), 202-218., Prag
- Lech, W., M. Malodobry, E. Dziedzic, M. Bieniasz & S. Doniec, 2008: Biology of sweet cherry flowering. *J. Fruit Ornam. Plant Res.*, 16, 189-199., Skierniewice
- Li, B., Z. Xie, A. Zhang, W. Xu, C. X. Zhang, Q. Liu, & S. Wang, 2010: Tree growth characteristics and flower bud differentiation of sweet cherry (*Prunus avium* L.) under different climate conditions in China. *Hortic. Sci.*, 37, 6-13., Prag
- Luedeling, E., & P. H., Brown, 2011: A global analysis of the comparability of winter chill models for fruit and nut trees. *Int J Biometeorol*, 55(3), 411-421., New York
- Luedeling, E., A. Kunz, & M. M. Blanke, 2013: Identification of chilling and heat requirements of cherry trees—a statistical approach. *Int J Biometeorol*, 57(5), 679-689., New York
- Mićić N., G. Đurić, G. Dabić, 1992: Odbacivanje cvijetnih populjaka koštičavih voćaka kao posljedica prekida diferencijacije začetaka cvjetova. Radovi Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Sarajevu. God. XL, 44: 87 – 97: Sarajevo
- Mićić, N., G. Đurić, M. Cvetković, & D. Marinković, 2008: Savremeni sistemi gajenja trešnje. *Zbornik naučnih radova*, 14(5), 33-47., Beograd
- Racskó, J., Leite, G. B., Petri, J. L., Zhongfu, S., Wang, Y., Szabó, Z., ... & Nyéki, J., 2007. Fruit drop: The role of inner agents and environmental factors in the drop of flowers and fruits. *Int. J. Hortic. Sci.*, 13(3), 13-23, UK
- Richardson, E., S. Seeley & D. Walker, 1974: RA model for estimating the completion of rest for Red haven and Elbert peach tree. *Hortic. Sci.*, 9, 331-332: Prag
- Rodrigo, J., 2000: Spring frosts in deciduous fruit trees—morphological damage and flower hardiness. *Sci Hortic*, 85(3), 155-173., Amsterdam
- Rodrigo, J., & M. Herrero, 2002: Effects of pre-blossom temperatures on flower development and fruit set in apricot. *Sci Hortic*, 92(2), 125-135., Amsterdam
- Ruiz, D. & J. Egea, 2008: Analysis of the variability and correlations of floral biology factors affecting fruit set in apricot in a Mediterranean climate. *Sci Hortic*, 115(2), 154-163., Amsterdam
- Szpadzik, E., Krupa, T., Niemiec, W., & Jadczuk-Tobjasz, E. 2019. Yielding and fruit quality of selected sweet cherry (*Prunus avium*) cultivars in the conditions of central Poland. *Acta Scientiarum*, 18(3), 117-126., Olsztyn
- Stephenson, A. G., 1981: Flower and fruit abortion: proximate causes and ultimate functions. *Annual review of ecology and systematics*, 253-279., Palo Alto
- Vander Mijnsbrugge K, Moreels S. 2020: Varying Levels of Genetic Control and Phenotypic Plasticity in Timing of Bud Burst, Flower Opening, Leaf Senescence and Leaf Fall in Two Common Gardens of *Prunus padus* L.. *Forests*. 11(10):1070.
- Vander Mijnsbrugge, K., Turcsán, A., Depypere, L., & Steenackers, M. 2016: Variance, genetic control, and spatial phenotypic plasticity of morphological and phenological traits in *Prunus spinosa* and its large fruited forms (*P. x fruticans*). *Frontiers in plant science*, 7, 1641.
- Tančeva Crmarić, O., S. Štambuk, & D. Kajba, 2011: Genotypic Diversity of Wild Cherry (*Prunus avium* L.) in the Part of its Natural Distribution in Croatia. *Sumar List*, 135(11-12), 543-554., Zagreb
- Wang, D., R. Karle & A. F. Iezzoni, 2000: QTL analysis of flower and fruit traits in sour cherry. *Theor Appl Genet*, 100(3-4), 535-544., New York
- Zhang, L., Ferguson, L., & Whiting, M. D. 2018: Temperature effects on pistil viability and fruit set in sweet cherry. *Scientia Horticulturae*, 241, 8-17.

SUMMARY

Wild cherry (*Prunus avium* L.) is a species of discontinuous range that grows in the mixed forests of southern, central and western Europe. In forestry, long-term breeding programs aim to improve the quality and production of its wood. In Croatia, on the basis of eight phenotypic criteria of wood mass quality, a selection was carried out in the area of three seed regions and 27 wild cherry trees were selected. A clonal seed orchard was established in the area of the Kutina Forestry office in the year 2002. For the purpose of this research, a sample of 24 clones, represented by three ramets each, was selected in the orchard (Table 1). One exemplary branch was selected and marked on each ramet. The full length of the selected branch and all its shoots bearing flowers and fruits was measured. The circumference of the ramet was measured at a height of 50 cm and converted into a diameter. In March of 2013, all generative buds (PUP) were counted on exemplary branches, on each ramet, before opening. In April, flowers (CV) were counted, and on a sample of 20 inflorescences, the number of flowers in inflorescence (BRC). In June, all the fruits on the exemplary branches were counted. The number of buds, flowers or fruits was reduced to 100 cm of branch length for all measured ramets. The variable Bud realisation (IPUP) was calculated for each ramet as the ratio of the actual number of flowers to the potential number of flowers (formula in Material and Methods). Fruit set (ZPL) was calculated as the ratio of flowers to fruits. In the period from April 10 to June 6, 2013, on the same ramets on which the measurements were made, phenological observations of the flowering of wild cherry were carried out (Figure 1). Derived phenological variables are OP - beginning of bud opening (bud burst) - num-

ber of days from January 1, 2013 until the day when the ramet entered phenophase 1, PR - beginning of receptivity - number of days until the day when the ramet entered phenophase 2, ZR - end of receptivity - number days until the day when the ramet entered phenophase 6, TR – the difference ZR – PR, i.e. the number of days the ramet spent in phenophases 2 – 6, PVR – the beginning of the peak of receptivity - the number of days until the day when the ramet entered phenophase 3, ZVR - the end of the peak of receptivity - the number of days until the last day that the ramet spent in phenophase 5, TVR - the duration of the peak of receptivity - the difference ZVR - PVR, i.e. the number of days that the ramet spent in phenophases 3 - 5, KR - the amount of receptivity - sum coefficients of female fertility for individual phenophases in which the ramet was found on given observations. The coefficients were calculated based on the table of female fertility percentages from Diaz and Merlo (2008) (Table 2). The results of descriptive statistics for the variables PUP, CV, IPUP, PL and ZPL are shown in Table 3 and Figure 2, together with a graph of the average intraclonal variability coefficients. On the basis of meteorological data for Kutina in 2012 and 2013, the parameters for meeting the needs of plants for winter inactive temperatures (Winter chilling), as well as spring temperatures, necessary for the initiation of juices and the beginning of the vegetation period (Forcing), according to Luedeling et al. 2013, were calculated. (The Chilling Hours Model, The Utah Model for "Winter chilling" and the Growing Degree Hours Model for "Forcing"). Based on geographical coordinates, the altitudes of the original mother trees were determined. The goal of the research was to determine the diversity of some reproductive traits on wild cherry clones from the clonal seed orchard Kutina, to determine the relationship between these traits, the relationship with vegetative growth traits and phenological traits. In doing so, an effort was made to place the observed relationships in the context of data on environmental conditions at the time of flowering and fruiting. From the observed generative variables and bud burst (OP), the clones differed statistically significantly in all variables (CV, BRC, IPUP, ZPL, PL, OP) except for the number of generative buds (PUP) (ANOVA - Table 4). These differences in BRC and CV were caused by differences between clones with extreme values, while most of the other clones did not differ statistically significant from each other (Tukey Kramer test), but the statistical significance of interclonal differences increased by variables from bud stage to final fruiting. The most statistically significant differences between clones were found for the bud burst (OP) (Table 5), where intrACLONAL diversity was also significant. The weather conditions in 2012 and 2013 were relatively favorable and the plants met their needs (Winterchilling and Forcing). Fruit setting values (ZPL) were in line with other researches or even higher, which indicates a satisfactory reproductive potential of these clones in case of favorable weather conditions, presence of pollinators and timely control of pests. In this research, we found a positive correlation between the initial number of generative buds, and the subsequent number of flowers and, finally, fruits. The initial number of buds was positively correlated with fruit set itself. It was also shown that clones that entered the peak of receptivity earlier (PVR) were more successful in fruiting and fruit setting (Table 6). However, the realisation of buds (IPUP) as a ratio of the actual and potential number of flowers showed the opposite trend, which is not in accordance with the mentioned research, but corresponds to the frequent observation about the mutual competition of not only the vegetative and generative organs of the plant, but also the mutual competition of the generative organs. Phenological variables were significantly correlated with altitude, indicating that the later clones came originally from higher altitudes. Later clones have statistically significantly smaller diameter ramets. Phenological variables were mostly not significantly correlated with reproductive traits, with the exception of IPUP and ZPL. With the IPUP trait, later clones, which had a later onset of bud burst (OP) and flower receptivity (PR – entry into phenophase 2), had better bud realisation, but subsequently weaker fruit set (ZPL).

KEY WORDS: *Prunus avium*, flowering, fruiting, phenology, correlations, fruit set, interclonal variability



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.

ODABIR PRILAGODLJIVOГ MODELA GOSPODARENJA NA TEMELJU DUGOROČNE PROJEKCIJE RAZVOJA DINARSKIH JELOVO-BUKOVIH SASTOJINA

CHOICE OF ADAPTIVE FOREST MANAGEMENT MODEL BASED ON LONG-TERM PROJECTION IN DINARIC FIR-BEECH STANDS

Krunoslav TESLAK¹, Marijana ANDABAКА¹, Andrea MERTINI², Karlo BELJAN¹, Mislav VEDRIŠ¹

SAŽETAK

Raznодобне јелово-букове шуме у Републици Хрватској заузимају око 157 000 ha. Тijekom povijesti njima se upravljalo različitim načinima gospodarenja, od jednodobnog do prebornog gospodarenja. Kao rezultat povijesne integracije hrvatskog šumarstva u njemačku šumarsku školu i uz jedinstvene ekološke značajke dinarskog područja, primarno se primjenjuje preborni način gospodarenja. U današnje vrijeme zbog različitih biotskih i abiotiskih utjecaja, većina bukovo-jelovih šuma u Hrvatskoj ima prijelaznu strukturu između jednodobne i one preborne. Strukturu karakterizira velika drvna zaliha, mali prirast, loša vitalnost, slaba obnova jеле i sve veći udio obične bukve. Takav ogledni primjer je i stalna pokusna ploha koja se nalazi u sjevernom dinarskom području Hrvatske i kojom gospodare "Hrvatske šume" d.o.o. Zagreb, a ujedno je i predmet ovog istraživanja. Cilj članka jest istražiti različite modele određivanja сjeća koji će usmjeriti šumu u stabilniju prebornu strukturu s optimalanim prirastom i s odgovarajućim volumnim udjelom jеле. Ulazni podaci dobiveni su suksesivnim mjerjenjima na stalnoj pokusnoj plohi u bukovo-jelovoj sastojini. Simulator šumske stabala i sastojina, MOSES version 3.0, testiran je na primjenjivost u lokalnim uvjetima i korišten je za projekciju budućeg gospodarenja. Četiri scenarija temeljena na različitim modelima izračuna сjeća korištena su za simulaciju mogućih smjerova budućeg gospodarenja s naglaskom na ciljani volumen udio jеле, prirodnu obnovu jеле, uspostavu i održavanje preborne strukture. Svi scenariji predviđaju smanjenje volumena jеле praćeno agresivnom regeneracijom obične bukve te djelomično postizanje preborne strukture. Krajnje strukture šumske sastojine (nakon 110 godina) uspoređene su i rangirane na temelju sastojinskih i ekonomskih pokazatelja. S gledišta ekološke, šumsko-gospodarske i ekonomske održivosti, model izračuna сjeća koji je temeljen na trenutnoj drvnoj zalihi i desetogodišnjem prirastu pokazao se kao najbolji među istraženim scenarijima.

KLJUČNE RIJEČI: bukovo-jelove šume, drvna zaliha, procjena etata, model gospodarenja, MOSES simulator rasta

UVOD INTRODUCTION

U Hrvatskoj preborno gospodarenje vezano je uz rasprostranjenost obične jеле. Šume u kojima se javlja jela zauzi-

maju površinu 315 000 ha ili oko 12% površine šuma, dok preborne jelove šume čine oko 157 000 ha (Čavlović 2010). Dolaze u više tipova ovisno o matičnom supstratu, nadmorskoj visini, bioklimatskoj zoni te posljedično biljnoj zajednici (Tablica 1).

¹ izv. prof. dr. sc. Krunoslav Teslak, dr. sc. Marijana Andabaka, doc. dr. sc. Karlo Beljan, izv. prof. dr. sc. Mislav Vedriš. Fakultet šumarstva i drvene tehnologije, Sveučilište u Zagrebu, Svetosimunska cesta 23, HR-10000 Zagreb

² Andrea Mertini, univ. bacc. ing. silv., Krležina 9, HR-52100 Pula
Korespondencija: Karlo Beljan, e-mail: kbeljan@sumfak.unizg.hr

Tablica 1. Strukturna obilježja jelovih i bukovo-jelovih šuma u Hrvatskoj (Čavlović 2010).

Table 1. Current characteristics and structure of fir and beech-fir forests in Croatia (Čavlović 2010).

| Regija Region | Tip šume Forest type | Fitocenoza Plant association | Površina (ha) Area (ha) | | Vrsta drveća Tree species | Drvna zaliha ($m^3 ha^{-1}$) Growing stock ($m^3 ha^{-1}$) | | | Ukupno Total | | |
|------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|-----------------|---------------------------------|---|-------|------|-----------------|--|--|
| | | | Preborne Selection | Ukupno Total | | Debljinski razred Diameter classes (cm) | | | | | |
| | | | | | | 10–30 | 31–50 | 51+ | | | |
| Dinarska <i>Dinaric</i> | Jela <i>Fir</i> | Blechno– Abietetum | 14739 | 28350 | Fir <i>Jela</i> | 45,4 | 82,5 | 98,3 | 226,2 | | |
| | | | | | Other | 26,6 | 48,5 | 57,7 | 156,1 | | |
| | Jela i bukva <i>Fir and beech</i> | Omphalodo– Fagetum | 137191 | 276491 | Fir <i>Jela</i> | 19,7 | 42,2 | 37,6 | 99,6 | | |
| | | | | | Other | 46,1 | 85 | 60,1 | 191,1 | | |
| Panonska <i>Pannonian</i> | Bukva i jela <i>Beech and fir</i> | Festuco– Abietetum | 5040 | 10020 | Fir <i>Jela</i> | 20,7 | 44,5 | 25,6 | 90,9 | | |
| Ukupno <i>Total</i> | | | 156970 | 314861 | Fir <i>Jela</i> | 22 | 45,9 | 42,7 | 110,7 | | |
| | | | | | Other | 44,4 | 82,3 | 59,8 | 186,4 | | |

Unutar prikazanih tipova jelovih šuma Hrvatske (Tablica 1) objedinjene su gospodarske šume na kvalitetnijim staništima, ali i visokogorske bukovo-jelove šume zaštitnoga karaktera u kojima su gospodarski zahvati svedeni na minimum. Značajne površine bukovo-jelovih šuma u nekom su obliku zaštite, počevši od nacionalnog parka, preko parkova prirode do zaštitnih šuma, što ukazuje na njihovu općekorisnu vrijednost u osjetljivom i zahtjevnom staništu gorskih šuma hrvatskog dijela Dinarida. Na teške stanišne uvjete određene plitkim i kamenitim tlom te kratkim vegetacijskim periodom, ukazuje i relativno mala drvna zaliha te prosječno III bonitet staništa (MP 2016.). Unatoč tomu, gotovo dvije trećine površine bukovo-jelovih šuma ima dominantnu funkciju proizvodnje drvnih sortimenata za koje je u Hrvatskoj uvriježen naziv gospodarske šume. Uglavnom su to sve jelove šume na silikatnoj geološkoj podlozi te dio jelovo bukovih šuma produktivnijeg staništa na vapneno-dolomitnoj podlozi. U takvim šumama veći je i udio jеле u strukturi sastojina, a povijesno gledano sustavnije gospodarenje njima započinje osnivanjem šumarije u Krasnu 1765. godine, te se razvija kroz 19. stoljeće, prometnim otvaranjem Gorskog kotara i Like, ali i razvojem metoda uređivanja šuma posebno razvoja metoda prebornog gospodarenja šumama. Još od kraja 19 stoljeća za šume Karlovačkog generalata uvedeno je preborno gospodarenje, pa takav model ima dugu tradiciju u šumarstvu Hrvatske, kao posljedica povijesne integriranosti u austro-ugarsko šumarstvo (Frančićković 1927.). U početku pod utjecajem njemačkog šumarstva podržava se razvoj četinjača, a iskorjenjuje se obična bukva (Kern 1898, 1909.). Strani privatni vlasnici često izostavljaju potpunu provedbu prebornog gospodarenja te šume odr-

žavaju kao neaktivni (mrtvi) kapital, a što je izraženije u dijelovima Gorskog kotara. Značajan dio šuma cijelog područja u državnom vlasništvu također nije bio intenzivno gospodaren zbog nepristupačnosti (Božić 2001.).

Navedene okolnosti i pristup oblikuju šume strukturalno slične jednodnodobnim čistim sastojinama četinjača. Slični negativni trendovi razvoja strukture jelovih šuma zabilježeni su istraživanjima u Hrvatskoj (Klepac 1995, Čavlović i Mraović 1997, Čavlović i dr. 2006.), ali i u drugim državama srednje Europe (Schütz 1975, 1992, Korpel 1982, Bončina i dr. 2002, 2011, Diaci 2006, Ficko i dr. 2011.). Najznačajnije strukturne promjene ogledaju se u povećanju udjela obične jеле u drvnoj zalihi (na štetu svih ostalih vrsta), namjilanje drvne zalihe koju čine pretežno prestara i slabо vitalna stabla jеле, te izostanak prirodne regeneracije jеле. Pretpostavka je da su nedostaci u načinu gospodarenja vodeći uzrok negativnih promjena u strukturi sastojina (Matić i dr. 2006.), iako su slične promjene uočene i u negosподarenim šumama (Roženberger et al. 2007, Diaci et al. 2011.). Slabointenzivno gospodarenje očekivano formira i trajno podržava strukturu sastojine istovjetnu jednodobnoj fazi prašume.

Posebice zabrinjavajući problem je slaba obnova jеле, što je obuhvaćeno brojnim istraživanjima (Korpel 1985, Roženberger i dr. 2007, Teslak i dr. 2020.), ali i sušenje jеле (Larsen 1986, Elli i Luhmann 1996, Linares i Camarero 2012, Ugarković i dr. 2021a.). Za uzroke sušenja navode se klimatske promjene i zagađenost zraka, no teško je razlučiti koliko je proteklo gospodarenje, odnosno postojeca starosna struktura stabala i povezano vitalnost stabala (Ugarković i dr. 2011.) doprinijela sušenju. Novija istraživanja uka-

zuju na određeni opravak stabala jele uslijed smanjenja emisija štetnih plinova osvremenjavanjem i gašenjem energana i druge industrije (Čavlović i dr. 2015). U okolnostima nagomilane, prezrele drvne zalihe logičan i očekivani slijed događaja je značajnija pojava slučajnih prihoda (Ugarković i dr. 2021a, Čavlović i dr. 2021a) kao posljedica prirodnih procesa težnje šume za obnovom i mogućom izmjenom vrsta. Slučajni prihodi nepredvidivi su po iznosu, i po prostoru i u vremenu te iznimno otežavaju planiranje i samu provedbu gospodarenja šumama, kao i činjenicu da udaljavaju strukturu šume od ciljanih optimalnih modela prebornog gospodarenja.

Preborni model gospodarenja posebno je pogodan za bukovo-jelove šume Dinarida (Bončina 1994, Klepac 1995, Čavlović 2006, Bončina i dr. 2002, Čavlović i dr. 2021a i 2021b.) koje i prirodno uspostavljaju strukturu nalik prebornoj (Diaci i dr. 2011.). Nagle i česte izmjene u dubini tla na malom prostoru i velika kamenitost uzrokuju izmjenu pojedinačnih ili malih grupa stabala različitih dimenzija na malom prostoru, što u prašumskim sastojinama nalikuje na strukturu preorno gospodarene sastojine, odnosno trajnu prebornu fazu u razvoju prašume (Anić i Mikac 2008.).

Osjetljivost i zahtjevnost staništa, posebno potreba očuvanja šumskog tla te ekološka obilježja skiofilne jele, neosporno nameću potrebu primjene modela gospodarenja koje osigurava trajnu pokrivenost zemljišta i znatnudrvnu zalihu. Iznova je to prepoznao akademik Klepac te objavom „Novog sustava gospodarenja prebornim šumama“ 1961. godine te uspostavom primjene tog sustava u svim šumama koje u strukturi imaju jelu ponovno promovira preorno gospodarenje u Hrvatskoj. Osnovno obilježje teoretskog modela preornog gospodarenja je periodička sječa jednakizaunosu volumnog prirasta cijele šume (Schütz 1989, O'Hara i dr. 2007.). Sječa se ne provodi na cijeloj površini šume svake godine već periodički (ophodnjica), u Hrvatskoj svakih 10 godina na desetini ukupne površine šume. U takvom obliku gospodarenja iznimno je važno precizno utvrditi prirast sastojina, jer je etat iznosom jednak prirastu samo u šumama u kojima je uspostavljena idealna preorna struktura predstavljena padajućom distribucijom broja stabala po debljinskim stupnjevima. S obzirom da u gospodarskim šumama obične jele i obične bukve u Hrvatskoj više-manje nikada nije uspostavljena idealna struktura, sječa iznosom jednakom aktualnom prirastu neće omogućiti pokretanje procesa transformacije u dijelu šuma s obilježjima jednodobne strukture. Stoga je prilikom određivanja količine sječe uvedena korekcija odnosa prirast-etat pomoću obrasta sastojine (Klepac 1961.).

Sve navedeno primjenjuje se proteklih 60 godina ili 6 ophodnjica po 10 godina te bi bilo za očekivati pozitivne promjene u smislu uspostave stabilne preorne strukture, trajne regeneracije u sastojinama i zadovoljavajuću produktivnost u smislu proizvodnje drvnih sortimenata. Međutim strukturni

pokazatelji (Čavlović i dr. 2021b) te stanje obnove (Teslak i dr. 2016, Ugarković i dr. 2018.) ukazuju na suprotno zbog nedosljedne primjene deklariranog modela u operativnoj praksi. Nedostaci se ogledaju u izgradnji normala za koje su korištene strane korelacije u prebornim šumama, a posebno pri određivanju drvne zalihe prije i poslije sječe na temelju vremena prelaska (Klepac 1961.). Vremena prelaska zadiru dublje u povijest dinamike šume, a za izgradnju teoretskih modela nužno je da uzorak potječe iz preborne šume teoretske optimalne strukture. U suprotnom prirast, a time i iznos sječe bit će podcijenjen, a gospodarenje neprikladno. Primjer za treću Klepčevu normalu gdje je zaliha prije sječe npr. $V_1 = 394 \text{ m}^3/\text{ha}$, a nakon sječe $V_0 = 299 \text{ m}^3/\text{ha}$, ako primijenimo ispravnu Leibnitzovu formulu (Formula 1)

$$p = 100 * \left(\sqrt[l]{\frac{V_l}{V_0}} - 1 \right)$$

Formula 1 – Equation 1

postotak volumnog prirasta nakon 10 godina ($l=10$) iznosi $p = 2,8\%$ koji je iskazan složenim kamatnim računom (godišnji iznos). Dalje ako primijenimo Klepčevu formulu (Klepac 1961. tj. Formulu 2) za etat;

$$E = V_K * \left(1 - \frac{1}{1,0p^l} \right) * \frac{V_K}{V_N}$$

Formula 2 – Equation 2

gdje je:

V_K – drvna zaliha sastojine pred sječu,

p – složeni postotak godišnjeg volumnog prirasta u toj sastojini u proteklih deset godina,

V_N – teoretska drvna zaliha sastojine pred sječu sukladno odabranom BDq modelu,

l – duljina ophodnjice

dolazimo do etata od $95 \text{ m}^3/\text{ha}$ što na zalihu neposredno pred sječu čini intenzitet od $2,45\%$ godišnje (jednostavan kamatni račun), odnosno $24,5\%$ nakon 10 godina. Problem je što je u sastojinama narušene preorne strukture prirast znatno manji, a u sastojinama pri operativnom uređivanju izmjerena drvna zaliha u većini sastojina nije ona koja će biti u trenutku neposredno prije sječe. Na primjer V_K tri godine nakon sječe je $505 \text{ m}^3/\text{ha}$, a postotak prirasta uteviljen na volumnom prirastu na temelju vremena prelaska za proteklo razdoblje u sastojinama (problem vezanja na povijesnu strukturu preko vremena prelaska koje može ići i do 50 pa i više godina unazad) iznosi primjerice $1,6\%$. Tada prirast iznosi $74,12 \text{ m}^3/\text{ha}$, a etat uz korekciju obrastom iznosi ponovno $95 \text{ m}^3/\text{ha}$. Kada se tako izračunat etat primjeni na zalihu koju očekujemo pred sječu ($612,7 \text{ m}^3/\text{ha}$) dobijemo intenzitet preorne sječe od $15,5\%$. To je razini intenziteta njege sastojine prorjedom i ne može promovirati procese uspostave preorne strukture, što više pro-

blem se sa svakom sljedećom ophodnjicom produbljuje i intenzitet sječa s vremenom opada. Na dugoročnu neodrživost i produbljivanje problema te nužnost prilagodbe modela gospodarenja, odnosno uvođenje prilagodljivog, dinamičnog modela gospodarenja upozoravaju brojni stručni i znanstveni radovi (O'Hara 2001, Bončina i dr. 2002, Čavlović i dr. 2006, Bončina 2011, Diaci i dr. 2011.).

Početkom novog tisućljeća prepoznati su nedostaci primjene Klepčevog modela (1961.) u praktičnom šumsko-gospodarskom planiranju te se predlaže uvođenje teoretskog prirasta u Klepčevu formulu (Formula 2) kako bi se odredio iznos sječe (Čavlović i dr. 2000, Čavlović i dr. 2006, Čavlović i dr. 2021a.). Za spomenuti primjer uz teoretski postotak prirasta od 3 % intenzitet sječe bi iznosio oko 27 %. Na temelju toga prilagođava se i regulativa povećanjem dozvoljenog intenziteta preborne sječe na 30 % (NN 111/2006, NN 97/2018.).

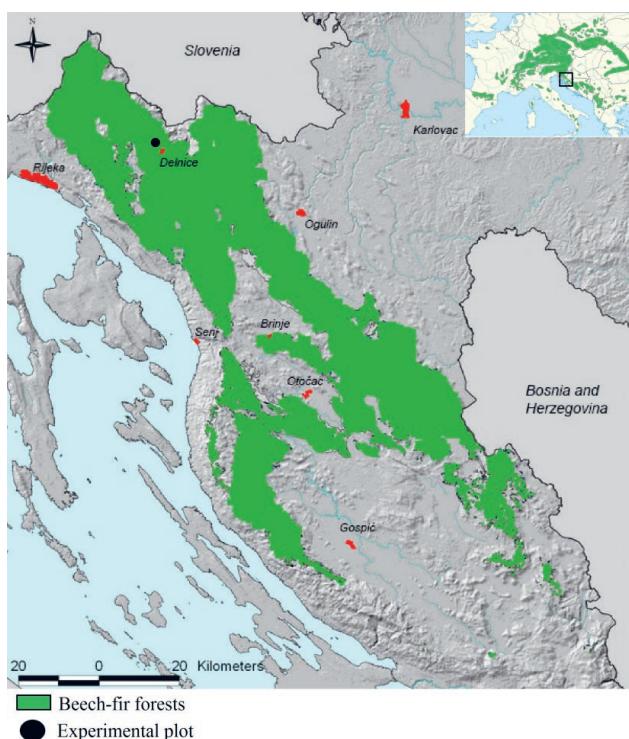
Primjena novog pristupa dugoročno je održiva samo ako šuma istovremeno reagira intenzivnim prirastom i još intenzivnjom regeneracijom. U suprotnom postoji opasnost od pojave regresije sastojine kroz pojavu pionirskih, pa i invazivnih vrsta drveća uslijed prenaglog gubitka strukture sastojine te izmjene u strukturi vrsta, jer navedeno više odgovara regeneraciji obične bukve. Udio listača ograničen je pojavom ledenih oluja u kojemu one u usporedbi prema četinjačama značajno više stradavaju (Nagel i dr. 2016, Těslák i dr. 2020, Klopčić i dr. 2020.). Stoga je potrebno istražiti dugoročne posljedice primjene različitih modela preborne gospodarenja te njihov utjecaj na unaprjeđenje postojeće strukture i poticanje regeneracije u jelovo-bukovim šumama, a također koji su alternativni modeli određivanja iznosa sječe, ali i njene raspodjele u prostoru.

Primarni cilj ovoga rada je istražiti buduće scenarije gospodarenja bukovo-jelovim šumama u ukviru mogućih modusa određivanja i provedbe preborne sječe. Dok se sekundari cilj odnosi na obabir najprihvatljivijeg modela koji bi se trebao provoditi u praksi. Dugoročno provjeriti primjenu pojedinog scenarija te u kratkom vremenu dobiti rezultate, moguće je samo u simulatorima razvoja sastojina. Stoga su temeljni zadaci ovoga rada: i) projekcija razvoja strukture bukovo-jelove sastojine nepravilne strukture uz primjenu različitih modela određivanja i provedbe preborne sječe, ii) usporedba projiciranih razvoja strukture s teoretskom tj. normalnim razvojem strukture, iii) međusobna usporedba i vrednovanje pojedinih modela tj. scenarija razvoja.

MATERIJAL I METODE MATERIAL AND METHODS

Područje istraživanja – Research area

Trajna pokusna ploha površine 0,36 hektara (Slika 1) nalazi se u Gorskom kotaru unutar gospodarske jedinice Delnice.



Slika 1. Raspostranjenost obične jеле u Europi i dinarske jelovo-bukove šume u Hrvatskoj (Jelaska 2005).

Figure 1. Distribution area of silver fir in Europe and in Croatia Dinaric region (Jelaska 2005).

Gospodarska jedinica Delnice prostire se sjeverno od grada Delnice, obuhvaća zaravan na tri umjereno visoke gore, nadmorske visine u rasponu od 680 do 710 m s tipičnim prebornim gorskim šumama obične bukve i obične jеле (*Omphalodo – Fagetum* (Tregubov 1957.) Marinček i dr. 1957.) (Anon 2011.).

Klimatska i stanišna obilježja Gorskog kotara kao šireg područja istraživanja ovoga rada detaljno su prikazana u već postojećim objavama (Ugarković i dr. 2018.). Samu pokusnu plohu obilježava smjeđe tlo na vapneno dolomitnoj podlozi umjerene do male kamenitosti, što predstavlja vrlo produktivno stanište posebno za običnu jelu gdje najviša stabla dosežu visinu i do 40 m.

Terenska izmjera – Field measurements

Pokusna ploha predstavlja tipične strukturne i stanišne karakteristike gospodarski najvjernijih jelovo-bukovih sastojina te je uspostavljena za trajno praćenje njihovog razvoja. Prvi put je mjereno u proljeće 1992., zatim 2002. i 2012. godine. Na pokusnoj plohi evidentirana su i obrojčana sva stabla ($d_{1,30} > 10$ cm) neovisno o razvojnem stadiju te je bojom označeno mjesto za opetovanu izmjenu prsnog promjera. Svakom stablu određen je prostorni položaj na pokusnoj plohi u relativnom koordinatnom sustavu, položaj s obzirom na nadmorskiju visinu, izmjerena je prsni promjer, visina i visina početka krošnje. Posjećena stabla,

kao i godina njihove sječe, također su detaljno zabilježena. Pri svakoj izmjeri s posebnom pozornošću evidentira se pomladak koji se pojavi unatrag 10 godina ili od prošle izmjere.

Proteklo gospodarenje i teoretski model – Past management and the theoretical model

Dosadašnji postupci gospodarenja provedeni su prema prisu Odjela za uređivanje šuma Uprave šuma-podružnice Delnice, a proveli su ih djelatnici šumarije Delnice. Gospodarski postupci sukladni su standardnom gospodarenju prebornim šumama (Klepac 1961.) a provedeni su jednakom kao i u okolnoj, pripadajućoj sastojini. Glede boniteta staništa (jela II, bukva III) konstruirana je teoretska padajuća distribucija stabala (normalna) na temelju odnosa između broja stabala dva susjedna debljinska stupnja (q), promjera sječive zrelosti (D_{max}) te optimalne temeljnica (BD q model). Optimalni, ciljani omjer smjese je 80% drvne zalihe obične jeli i obične smreke, 20% obične bukva i druge listače. Prema tomu, teoretska distribucija za običnu jelu određena je sa $q=1,6$ $D_{max}=70$ cm, i $G=27,7$ m²/ha, odnosno za običnu bukvu i ostale listače $q=1,44$. $D_{max}=50$ cm, i $G=7,9$ m²/ha. Na temelju tarifa (Pranjić 1966.) izračunata je ukupna teoretskadrvna zaliha prosječnog hektara u sredini ophodnjice (V_{N_5}) od 431,7 m³/ha, odnosno neposredno pred sjeću (V_N) od 461,5 m³/ha. Iznos ukupne preborne sječe (E) na razini sastojine standardno se izračunava prema Formuli 2.

Raspodjela sječe prema debljinskim razredima i vrstama drveća određuje se usporedbom stvarne i teoretske debljinske strukture, razmatrajući dinamiku strukture sastojine, a u skladu s generalnom strategijom gospodarenja prebornim šumama jeli (Klepac 1961.). Prema tomu, obrazcu predmetna sastojina gospodarena je u proteklom, 50-godišnjem razdoblju, tj. do 2012. kada je napravljena posljednja sječa.

Projekcija razvoja sastojine – Projection of stand development

Za projekciju budućeg razvoja sastojine izabrana su četiri različita scenarija budućeg gospodarenja. Scenariji se međusobno razlikuju prema načinu određivanja iznosa preborne sječe kao osnovnog alata usmjeravanja razvoja prema strukturi sastojine određenoj odabranim teoretskim modelom optimalne strukture preborne sastojine.

Scenarij 1 obilježava periodička (svakih 10 godina) primjena sječe (E) u iznosu jednakom teoretskom ukupnom postotku prirasta od 25% drvne zalihe (V) (sukladno odabranom BD q modelu):

$$E = V * 0,25$$

Formula 3 – Equation 3

U scenariju 2 sječa (E) je jednak periodičkom prirastu ostvarenom u prethodnom 10 godišnjem razdoblju (I_v) uve-

ćnom za razliku između stvarne (V_K) i teoretske drvne zalihe (V_N) sastojine:

$$E = I_v + (V_K - V_N)$$

Formula 4 – Equation 4

Za scenarij 3 iznos preborne sječe je jednak proteklom periodičkom (10-godišnjem) prirastu (I_v) uvećanom za iznos drvne zalihe iznad dimenzije sječive zrelosti 70 cm ($V_{DBH>70}$).

$$E = I_v + V_{DBH>70cm}$$

Formula 5 – Equation 5

Određivanje ukupnog iznosa preborne sječe u scenariju 4 istovjetno je standardnom teoretskom postupku u gospodarenju prebornim jelovim šumama u Hrvatskoj, tj. prema već opisanoj Formuli 2.

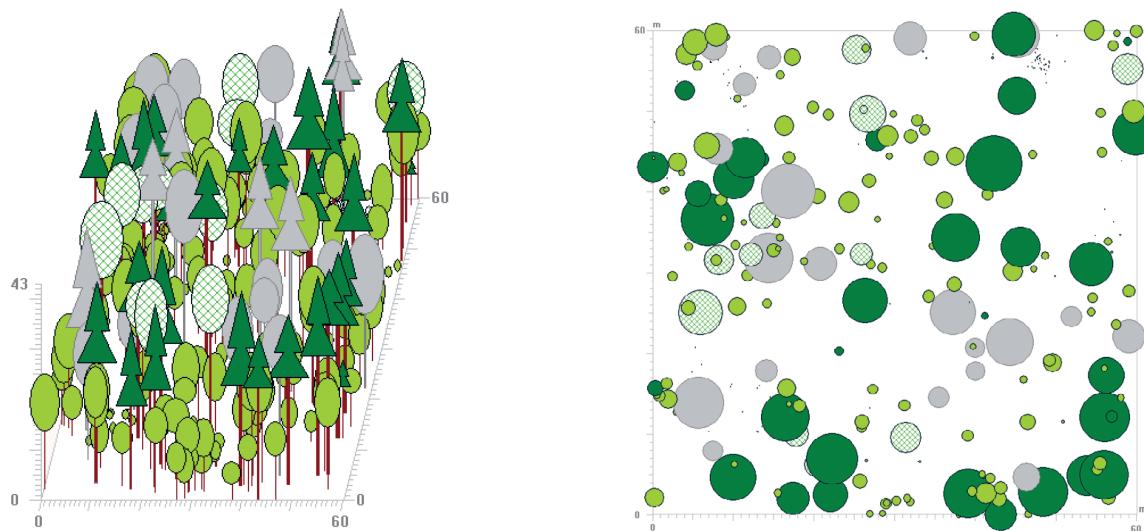
U sva četiri scenarija raspodjela izračunatog etata (doznaka) po vrstama drveća i debljinskoj strukturi određena je prema pretpostavljenim temeljnim ciljevima (načelima) preborog gospodarenja u Hrvatskoj:

1. Što skorija uspostava i podržavanje preborne strukture
2. Održavanje udjela jeli radi osiguravanja prirodne obnove
3. Iniciranje i održavanje pomlađivanja jeli
4. Uspostava teoretskog omjera drvne zalihe prema vrstama drveća
5. Podržavanje razvoja najkvalitetnijih stabala obične bukve uz reduciranje njene prekobrojnosti
6. Poticanje razvoja plemenitih listača (gorskog javora)

Projekcija razvoja sastojine za sva četiri scenarija provedena je programom MOSES 3.0. (Hasenauer i dr. 2006, Mikac i dr. 2013, Thurnher i dr. 2017.). Prije primjene program MOSES prilagođen je za obračun prema lokalnim volumnim jednadžbama za običnu jelu i običnu bukvu (Špiranec 1975, 1976.) te je prirast testiran za lokalne uvjete na temelju evidentiranog proteklog razvoja i razvoja projiciranog pomoću modela. Postupak i rezultati testiranja primjenjivosti simulatora MOSES 3.0 opisani su u radu Čavlović i dr. (2021b.). Kako su sva četiri scenarija projicirana istim modelima razvoja, mortaliteta i regeneracije, pretpostavka je da su pogreške u projiciranom budućem prirastu podjednake kod svih scenarija. Prema tomu, buduća struktura za sva četiri scenarija pogodna je za međusobnu usporedbu.

Vizualizacija stanja strukture na istraživanoj plohi koju za svaki korak projekcije prikazuje MOSES, omogućava odabir stabala za sjeću slično ili bolje nego u realnim uvjetima (Slika 2).

Za svaki korak projekcije kao rezultat predikcije gospodarenja primjenom pojedinog scenarija dobivene su dimenzije (prsni promjer i visina) stabala svih razvojnih stadija i vrsta drveća, kao i posjećenih i odumrlih stabla te priljev stabala. Iz navedenih osnovnih varijabli izvedene su sve



Slika 2. Prikaz strukture sastojine (aksonometrija i tlocrt) na dijelu plohe sa simuliranim odabirom stabala za prebornu sječu prema scenariju 4 (tamno zeleno: obična jela, svjetlo zeleno: obična bukva, svjetlo zeleno šrafirano: gorski javor, sivo: doznaka svih vrsta drveća).

Figure 2. Stand structure overview (axonometry and layout) including trees marked for felling according to scenario 4 (dark green: silver fir, light green: common beech, light hatched: Sycamore maple, gray: marked for removal (all tree species)).

ostale varijable kao što su temeljnica, drvna zaliha, prirast, iznos sječe, sve po vrstama drveća i debljinskim stupnjevima. Razvoj strukture sastojine projiciran je za 12 budućih desetogodišnjih gospodarskih razdoblja, uz korak prikaza podataka i sječe svakih 10 godina.

Vrednovanje scenarija – *Evaluation of scenarios*

Suvremeni model gospodarenja mora biti sveobuhvatno prihvatljiv, stoga i njegovo vrednovanje mora biti višekriterijsko. Zato je za usporedbu uspješnosti scenarija izdvojeno 9 obilježja: drvna zaliha (m^3/ha), broj stabala (n/ha), prsnji promjer srednjeplošnog stabla (cm), udio jelovine u drvnoj zalihi (%), postotak volumognog prirasta (%), priljev stabala ($n/ha/godišnje$), vrijeme prelaska (godina), etat ($m^3/ha/10$ godina), neto sadašnja vrijednost (NPV) (eur/ ha). Indikatori su izabrani iz niza ekonomskih, strukturalnih i šumskogospodarskih obilježja uz pomoć standardizacije varijabli i klasterse analize, kako bi se izbjeglo preklapanje njihova utjecaja. Za svaki pokazatelj izračunata je prosječna vrijednost tijekom 11 projekcijskih razdoblja, dok je za ekonomski pokazatelj NPV izračunat ukupno ostvareni prihod tijekom cijelokupnog razdoblja projekcije.

Nadalje, izračunat je indeks prosječnog odstupanja od teoretskog modela (I_{DEV}) za svaki pojedini pokazatelj na temelju Formule 6 (Čavlović i dr. 2012.):

$$I_{DEV} = \frac{\sum_{t=1}^{11} |X_{SC_t} - X_N|}{\sum_{t=1}^{11} X_{N_t}}$$

Formula 6 – *Equation 6*

gdje je t - broj gospodarskih polurazdoblja, X_{SC} - promatrani kriterij ostvaren primjenom pojedinog scenarija i X_N - teoretska vrijednost promatranoj čimbenika. Za sva četiri scenarija na temelju prosječnog indeksa odstupanja odvojeno po skupinama vrsta drveća i ukupno napravljeno je njihovo rangiranje. Vrednovanje svakog scenarija provedeno je usporedbom istovjetnih indikatora odabranog, ciljanog teoretskog modela. Sagledavajući višekriterijski i kritički na taj način je omogućeno vrednovanje svakog pojedinog scenarija tj. modela gospodarenja obilježenog načinom određivanja iznosa i same provedbe preborne sječe.

REZULTATI

RESULTS

Godine 2012. (početne godine za simulaciju budućih scenarija gospodarenja) na plohi je evidentirano ukupno 500 stabala promjera iznad 10 cm koja imaju drvnu zalihu od $704 m^3/ha$ (Tablica 3). Ukupno gledano temeljnica (6,7%) i drvna zaliha (52,6%) veći su, a broj stabala (19,6 %) manji je odnos na postavljeni teoretski model neposredno prije sječe (BDq), prema kojem se načelno gospodari proteklih 50 godina. Još značajniji problem je u odstupanju postojeće distribucije stabala po debljinskim stupnjevima u odnosu na teoretsku. Dvije trećine (oko 70%) stabala jele promjera je iznad 50 cm. S druge strane gotovo sva stabala obične bukve tanja su od 30 cm. Udio drvne zalihe stabala promjera iznad 50 cm je gotovo 65 %, značajno iznad teoretskog (45 %) (Tablica 3). Listače sudjeluju u drvnoj zalihi s oko 30%, što je nešto više od odabranog teoretskog modela (20 %).

Tablica 2. Struktura pomlatka na plohi 2012. godine (početak projekcijskog razdoblja) po hektaru.

Table 2. Regeneration on the plot (n/ha) in the year 2012 (beginning of the simulation period).

| | Mala stabalca <i>Small seedlings</i> ($h \leq 0,5$ m) | Viša stabalca <i>Tall seedlings</i> ($h = 0,5$ to $1,3$ m) | Mlađa stabalca <i>Saplings</i> ($dbh \leq 5$ cm) | Mlada stabla <i>Young trees</i> ($dbh 5 - 10$ cm) |
|-------------------------------|--|--|---|--|
| Obična jela – Silver Fir | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Obična bukva – Common Beech | 45 | 48 | 61 | 122 |
| Gorski javor – Sycamore Maple | 156 | 3 | 0 | 3 |
| Ukupno – Total | 201 | 51 | 61 | 125 |

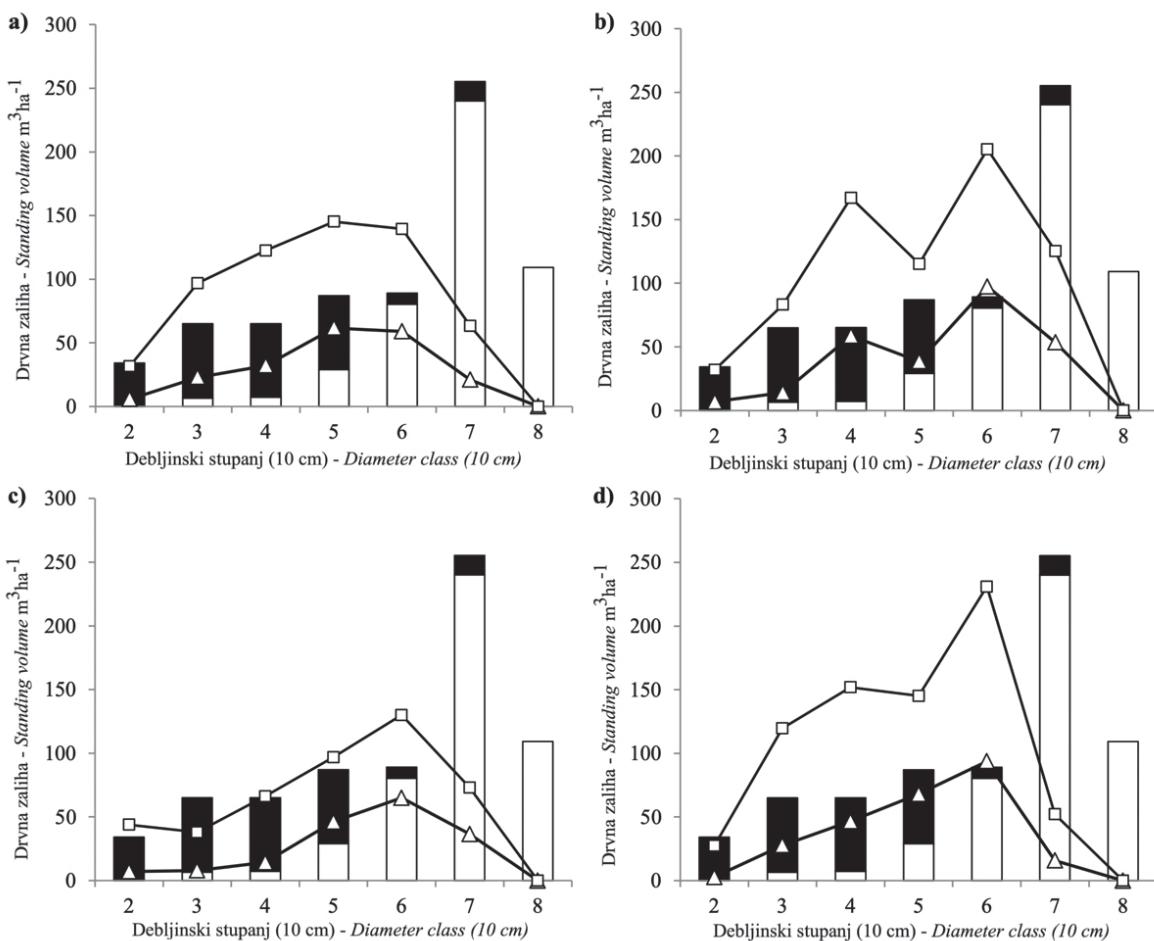
Izostanak tanjih stabala jele ukazuje na slabu obnovu tijekom proteklog dužeg razdoblja. S druge strane obična bukva se vrlo intenzivno obnavlja unatrag posljednjih nekoliko desetljeća. Na stanje obnove sastojine ukazuje i zatečen broj pomladaka tijekom izmjere na plohi 2012. godine: nije evidentirano niti jedno stablo jelovog pomladaka bilo koje kategorije, dok se listače intenzivno obnavljaju (Tablica 2). Provedena sječa tijekom 2012. godine u intenzitetu od 26%drvne zalihe usmjerena je na uklanjanje prezrelih i slabo vitalnih stabala jele, ali i sječu debljih stabala obične bukve (Tablica 3).

Prema četiri različita scenarija izračuna iznosa sječe (etata) te simulacije primjene sječe pomoću simulatora MOSES version 3.0, projiciran je razvoj sastojine kroz budućih 110 godina. Odabirom stabala za sječu u okviru iznosa izračunatog etata za svaki pojedini scenarij nastojalo se primijeniti navedena temeljna načela prebornog gospodarenja u Hrvatskoj. S obzirom na početnu strukturu sastojine, glavnina simulirane sječe odnosi se na uklanjanje prestarih i slabo vitalnih stabala jele promjera iznad 50 cm, a zbog obilatog pomlađivanja listača, ponajprije obične bukve, velik dio sječe odnosio se na uklanjanje prekobrojnih i krošnjatih (nekvalitetnih)

Tablica 3. Početna, strukutra u sastojini i provedena sječa 2012. godine prema važećem uređajnom elaboratu.

Table 3. Initial stand structure and harvest performed according to forest management plan in the year 2012.

| Struktura sastojine neposredno pred sječu <i>Stand structure before harvest</i> | | | | | | | | | | Ukupno <i>Total</i> | |
|--|------------------------------|---|-------------------------------------|---|------------------------------|---|------------------------------|---|------------------------------|---|--|
| Vrsta drveća <i>Tree species</i> | | | | | | | | | | Ukupno <i>Total</i> | |
| Obična jela <i>Silver fir</i> | | | Obična bukva <i>Common beech</i> | | | Gorski javor <i>Sycamore maple</i> | | | | | |
| Prsni promjer <i>DBH</i> | Broj stabala <i>Trees</i> | Zaliha Growing stock <i>m³/ha</i> | Broj stabala <i>Trees</i> | Zaliha Growing stock <i>m³/ha</i> | Broj stabala <i>Trees</i> | Zaliha Growing stock <i>m³/ha</i> | Broj stabala <i>Trees</i> | Zaliha Growing stock <i>m³/ha</i> | Ukupno <i>Total</i> | | |
| (cm) | ha ⁻¹ | | ha ⁻¹ | ha ⁻¹ | ha ⁻¹ | ha ⁻¹ | ha ⁻¹ | ha ⁻¹ | ha ⁻¹ | ha ⁻¹ | |
| 10-30 | 22,2 | 7,6 | 319,4 | 91,4 | 2,8 | 0,2 | 344,4 | 99,2 | | | |
| 31-50 | 16,7 | 36,4 | 33,3 | 57,7 | 27,8 | 58 | 77,8 | 152,1 | | | |
| 50< | 72,2 | 429,8 | | | 5,6 | 23,7 | 77,8 | 453,5 | | | |
| | 111,1 | 473,8 | 352,7 | 149,1 | 36,2 | 82 | 500 | 704,8 | | | |
| Struktura sječe <i>Structure of harvest</i> | | | | | | | | | | | |
| Vrst drveća <i>Tree species</i> | | | | | | | | | | Ukupno <i>Total</i> | |
| Obična jela <i>Silver fir</i> | | | Obična bukva <i>Common beech</i> | | | Gorski javor <i>Sycamore maple</i> | | | | | |
| Prsni promjer <i>DBH</i> | Broj stabala <i>Trees</i> | Zaliha Growing stock <i>m³/ha</i> | Broj stabala <i>Trees</i> | Zaliha Growing stock <i>m³/ha</i> | Broj stabala <i>Trees</i> | Zaliha Growing stock <i>m³/ha</i> | Broj stabala <i>Trees</i> | Zaliha Growing stock <i>m³/ha</i> | Broj stabala <i>Trees</i> | Zaliha Growing stock <i>m³/ha</i> | |
| (cm) | ha ⁻¹ | | ha ⁻¹ | ha ⁻¹ | ha ⁻¹ | ha ⁻¹ | ha ⁻¹ | ha ⁻¹ | ha ⁻¹ | ha ⁻¹ | |
| 10-30 | | | 22,2 | 19 | | | | | 22,2 | 19 | |
| 31-50 | | | 25 | 42 | 5,6 | 14,1 | 30,6 | 56,1 | | | |
| 50< | 16,7 | 109,2 | | 0 | | | 16,7 | 109,2 | | | |
| | 16,7 | 109,2 | 47,2 | 61 | 5,6 | 14,1 | 69,5 | 184,3 | | | |



Legenda - Legend

- Trenutna zaliha listača - Current broadleaf stock
- Trenutna zaliha jеле - Current fir stock
- Ukupna simulirana zaliha - Total predicted stock
- △- Simulirana zaliha jеле - Predicted fir stock

Slika 3. Projicirana struktura drvne zalihe na kraju projekcijskog razdoblja prema: a) scenariju 1, b) scenariju 2, c) scenariju 3 i d) scenariju 4. Obična bukva i gorski javor prikazani su u zajedničkoj kategoriji listača

Figure 3. Projected standing volume at the end of the projection period according to: a) scenario 1, b) scenario 2, c) scenario 3 and d) scenario 4. Beech and maple are presented together as broadleaf.

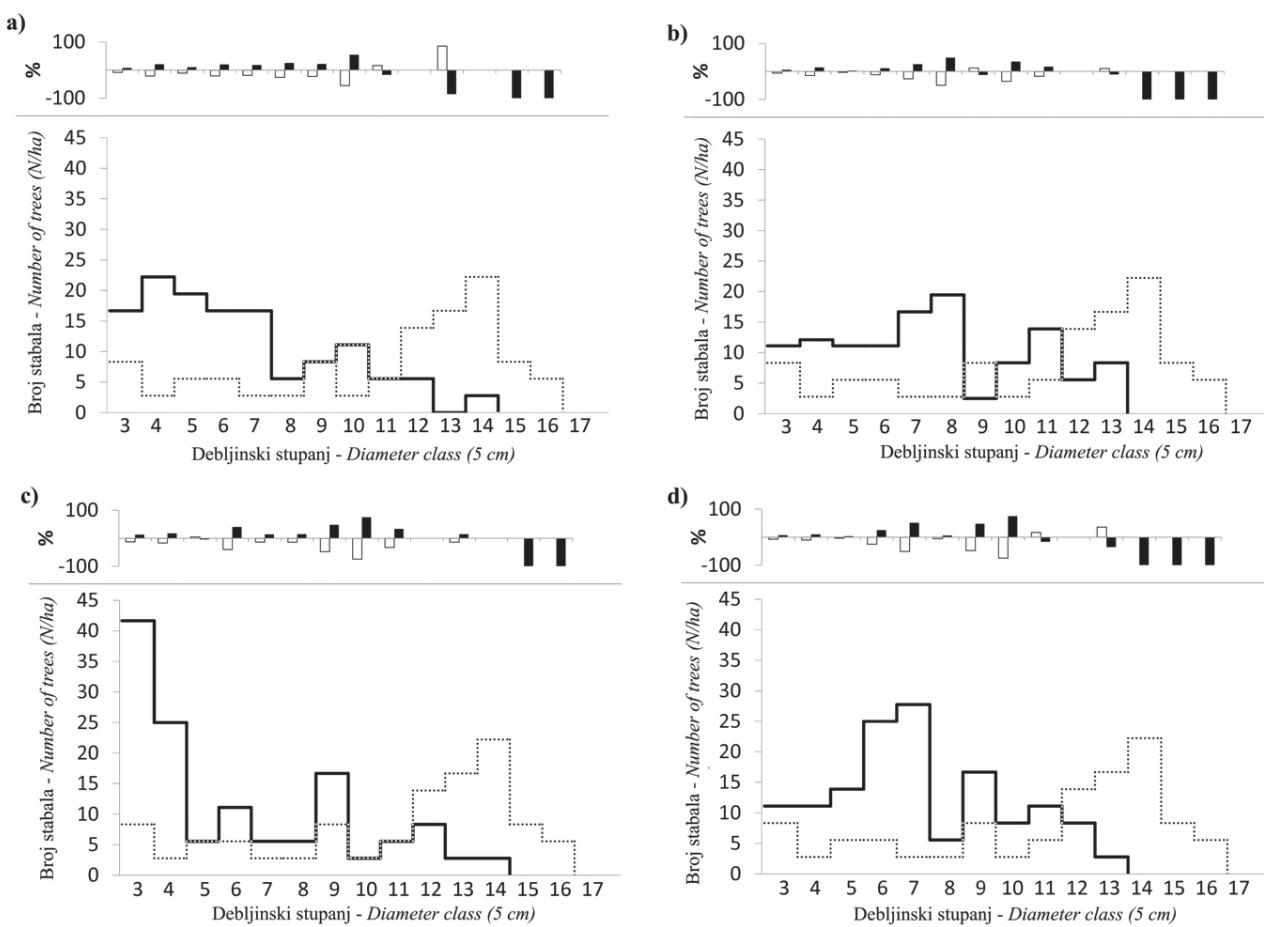
stabala obične bukve i gorskog javora. Sam iznos i dinamika sječe različita je za svaki od scenarija te je ovisna o projiciranom stanju sastojine u pojedinom trenutku.

Trend projiciranog razvoja strukture sastojine (Slika 3) pokazuje smanjenje drvne zalihe sastojine, posebice drvne zalihe stabala jеле promjera iznad 70 cm. S druge strane ni nakon 110 godina prema projekcijama ne bi se u sastojini uspostavila dovoljna zastupljenost tankih i srednjedebelih stabala jеле. Dijelom bi njihovo mjesto zauzele obična bukva i gorski javor, čime bi ona značajno povećala udio u smjesi (Slika 3).

Promatraljući pojedinačno scenarije na kraju projekcijskog razdoblja, povoljnju prebornu i međusobno sličnu strukturu ostvarili bi scenariji 1, 2 i 4. Projekcija uz primjenu scena-

rija 3 na kraju projekcijskog razdoblja rezultirala bi strukturu obilježenom manjkom srednje debelih stabala. Izuvez nekoliko preostalih starih stabala prema scenariju 3, jela bi gotovo nestala iz sastojine. Zanimljivo da dugoročno sva četiri scenarija uspostavljaju sličnu strukturu s manjim udjelom jelovine (Slika 3).

Sva četiri scenarija predviđaju značajno intenzivniju sječu nego što je bila kroz povijest gospodarenja ovom sastojinom. Tijekom budućih razdoblja značajno bi se smanjio broj prezrelih stabala obične jеле, a pred kraj razdoblja pojavio bi se i priljev jеле, što je posebno izraženo u scenariju 3 (Slika 3 i Slika 4). Iako obična bukva pokazuje smanjenje u broju stabala (Slika 4) raste njen udio u drvnoj zalihi (Slika 3).



Legenda - Legend

- Bukva i javor - Beech and maple
- Jela - Fir
- Jela u 2022. godini - Fir in year 2022
- Jela u 2122. godini - Fir in year 2122

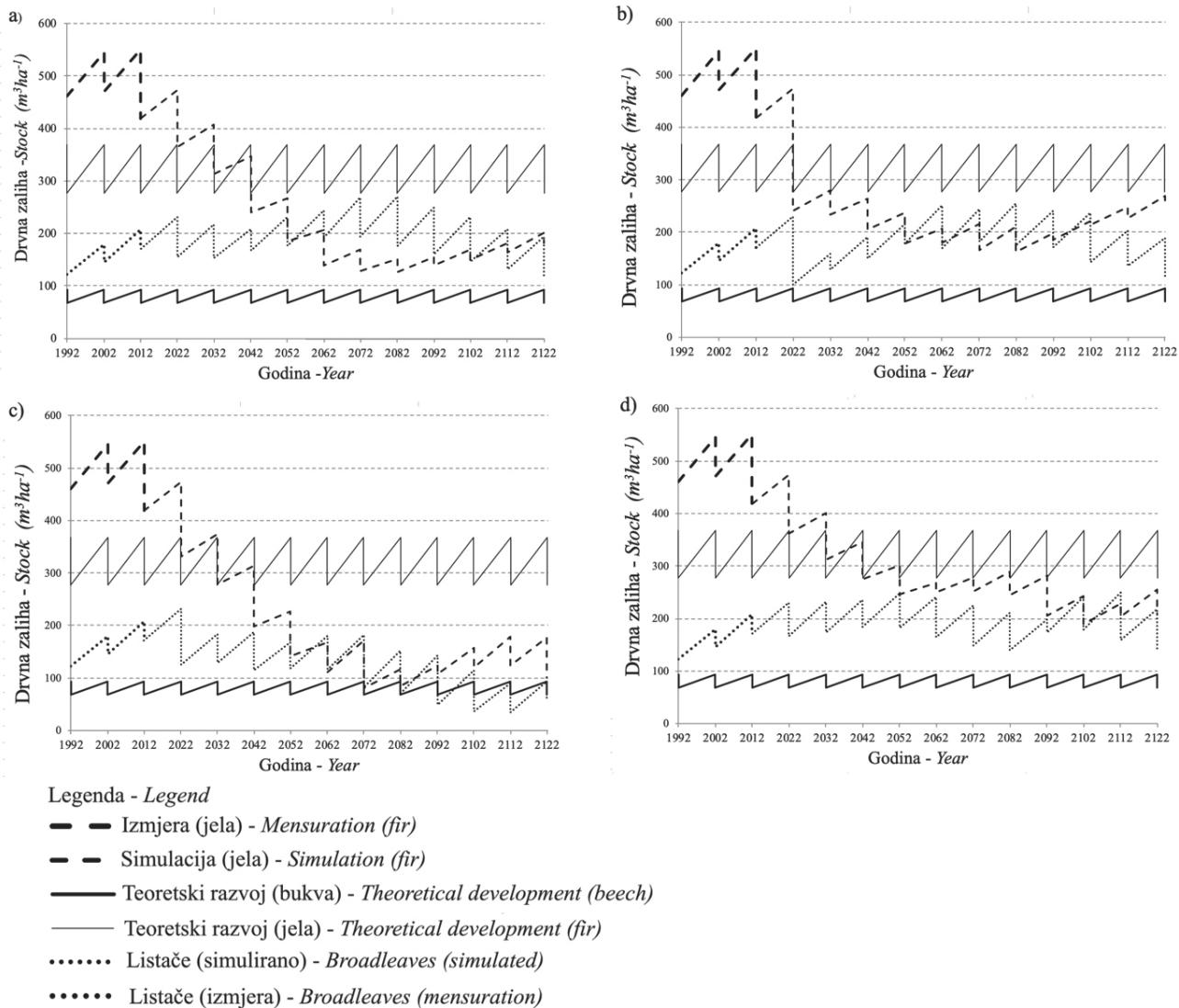
Slika 4. Distribucija prsnih promjera stabala jele po 5-cm debljinskim stupnjevima na početku i na kraju projekcijskog razdoblja prikazano u apsolutnom iznosu (n/ha) i kao postotna promjena u odnosu na stanje na početku projekcije (manji grafikoni gore): a) scenarij 1, b) scenarij 2, c) scenarij 3 i d) scenarij 4.

Figure 4. Diameter distribution of silver fir trees (by 5 cm classes) at the beginning and end of the projection period shown in absolute terms (n/ha) and as a percentage difference between final and initial structure (smaller graphs above): a) scenario 1, b) scenario 2, c) scenario 3 and d) scenario 4.

Osim obilježja strukture na kraju razdoblja projekcije još je važnija dinamika razvoja strukture sastojine tijekom cijelog razdoblja projekcije po vrstama drveća te odnos projicirane zalihe prema teoretskoj (Slika 5). Prvi scenarij postupno smanjuje zalihu jelovine, a bukovinu održava gotovo na istoj razini tijekom cijele projekcije. Drugi scenarij odmah u prvom razdoblju projekcije drastično otvara sastojinu intenzivnom sjećom te nakon toga u dalnjim projekcijskim razdobljima sjećom prirasta održava uspostavljenu strukturu sastojine. Treći scenarij izrazito smanjuje drvnu zalihu jelovine te ju održava vrlo niskom sve do kraja projekcije, ali na kraju rezultira izrazitom obnovom jele (usporedi Sliku 4 i Sliku 5). Četvrti scenarij slično kao i prvi, ali nešto blaže, smanjuje zalihu jelovine te se pred kraj projekcije nazire ponovno po-

većanje udjela jele u smjesi. Prema scenariju 3 zaliha na kraju projekcijskog razdoblja od 110 godina bila bi manja od teoretske. Izuzev dijelom scenarija 3, uz primjenu svih scenarija udio listača bio bi znatno iznad teoretskog, iako je znatan dio etata tijekom projekcijskog razdoblja usmjeren na sjeću prekobrojnih bukovih stabala (Slika 5).

Osim analize razvoja drvene zalihe sastojine primjenom pojedinog scenarija intenziteta sjeće, simuliranje potpune strukture sastojine omogućava izračun i analizu brojnih drugih pokazatelja stanja strukture, ali i ostvarenih prihoda tijekom projekcijskog razdoblja. Važne su prosječne vrijednosti pokazatelja za sva četiri scenarija te njihova odstupanja od teoretskog. Vrijednosti prosječnih indeksa odstupa-



Slika 5. Razvoj ukupne drvne zalihe (izmjereni do 2012. te projicirani 2012-2122. godine) uz primjenu pojedinog scenarija gospodarenja u odnosu na teoretski model prema: a) scenariju 1, b) scenariju 2, c) scenariju 3 i d) scenariju 4. (prirosti unutar 10-godišnjih razdoblja prikazani su linearno).

Figure 5. Development of growing stock (recorded until 2012. and projected 2012-2122) by individual management scenario and its relation to the theoretical model according to: a) scenario 1, b) scenario 2, c) scenario 3 and d) scenario 4. (increments within one period are shown linearly).

nja pojedinih kriterija od teoretskog modela (Formula 6) razlikuju se ovisno koji scenarij i koji kriterij pojedinačno ili skupno promatramo (Tablica 4).

Drvna zaliha, slično kao i postotak prirasta sastojine najmanje oscilira uz primjenu scenarija 2, a najviše uz primjenu scenarija 3. Razlike u oscilacijama ostalih kriterija ne ostvaruju tako velike razlike između scenarija. Najveći sječivi prihod ostvario bi se uz primjenu scenarija 3 (oko $1600 m^3/ha$), ali uz velike oscilacije tijekom projekcijskog razdoblja (Slika 5, Tablica 4). Prema preostala tri scenarija ostvario bi se sličan sječivi prihod (oko $1350 m^3/ha$) uz najmanje oscilacije po razdobljima uz primjenu scenarija 4 (Tablica 4).

Razlike između dvije skupine vrsta drveća su također značajne. Za listače (običnu bukvu i gorski javor) prosječna

odstupanja su znatno veća u komparaciji s odstupanjem kriterija promatrajući samo običnu jelu. Razlog leži u stalnom povećanju udjela listača u smjesi sastojine, a koju postavljeni i odabrani ciljani teoretski model ne predviđa. Posebno su velika odstupanja u drvnoj zalihi, broju stabala i etatu promatraljući samo listače (Slika 3, Tablica 4).

Analizirajući objedinjeno sve kriterije ocjenjivanja (odvojeno po vrstama drveća ili ukupno) prema osciliranju oko teoretskog modela, kao prosječne pokazatelje stanja strukture sastojine, prirasta, regeneracije i ostvarenih prihoda kao optimalan izdvaja se scenarij 4. Vrlo mu je sličan scenarij 1. Projekcije prema prostala dva scenarija prikazuju moguće ostvarenje većih prihoda, no prema ostalim kriterijima nisu prihvatljivi (Tablica 4).

Tablica 4. Vrednovanje modela gospodarenja (scenarija) usporedbom prosječno (ukupno) ostvarenih iznosa pojedinih pokazatelja gospodarenja tijekom projekcijskog razdoblja i odstupanja od teoretskog modela (I_{DEV}).

Table 4. Evaluation of the management approaches (scenarios) by the comparison of average (total) amounts of indicator variables during the projection period and the deviations from theoretical model (I_{DEV}).

| Pokazatelj gospodarenja Indicator variable | | Scenarij Scenario | | | | | | | |
|--|---|----------------------|-----------|-----------------------|-----------|-----------------------------------|-----------|---|-----------|
| | | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | |
| | | $E = V^*0,25$ | I_{DEV} | $E = I_v * (V - V_T)$ | I_{DEV} | $E = I_v + V_{DBH < 70\text{cm}}$ | I_{DEV} | $E = V_K * (1 - \frac{1}{1,0^p}) * \frac{V_K}{V_N}$ | I_{DEV} |
| Drvna zaliha <i>Growing stock</i> | [m ³ ha ⁻¹] | 480,8 | 0,169 | 477,1 | 0,064 | 382,8 | 0,321 | 535,6 | 0,161 |
| Broj stabala <i>Number of trees</i> | [n ha ⁻¹] | 522 | 0,160 | 493,7 | 0,206 | 547,2 | 0,208 | 522,5 | 0,159 |
| Promjer srednjeplošnog stabla <i>Quadratic mean DBH</i> | [cm] | 27,6 | 0,102 | 27,9 | 0,060 | 25,1 | 0,177 | 28,6 | 0,066 |
| Udio jele u drvnoj zalihi <i>Volume share of Fir</i> | [%] | 49,46 | 0,378 | 53,28 | 0,334 | 57,3 | 0,284 | 56,49 | 0,294 |
| Volumni prirast <i>Volume Increment</i> | [%] | 2,4 | 0,181 | 2,5 | 0,166 | 3,9 | 0,548 | 2,1 | 0,291 |
| Priljev <i>Recruitment</i> | [n ha ⁻¹ year ⁻¹] | 8,42 | 0,337 | 8,26 | 0,367 | 16,42 | 0,650 | 7,96 | 0,420 |
| Vrijeme prelaska <i>Transition time</i> | [years] | 21,4 | 0,336 | 20,3 | 0,268 | 17,7 | 0,188 | 23,1 | 0,442 |
| Sječivi etat <i>Harvest volume</i> | [m ³ ha ⁻¹ /10 years] | 126 | 0,176 | 122,8 | 0,349 | 145,5 | 0,277 | 121,2 | 0,128 |
| NPV* | [Euro] | 25138* | 0,302 | 27699* | 0,611 | 29773* | 0,516 | 23563* | 0,218 |

*Neto sadašnja vrijednost je prikazana u ukupnom iznosu (ne u prosjeku)

RASPRAVA

DISCUSSION

Preborno gospodarenje prisutno je u hrvatskom šumarstvu već više od stoljeća (Kern 1909.). Brojni su modeli gospodarenja bukovo-jelovim šumama razvijeni u okviru klasične škole prebornog gospodarenja (Hufnagl 1893, Liocourt 1898, Meyer 1952, Klepac 1961, Schütz 1989.). No, značajnije i ustaljeno preborno gospodarenje u Hrvatskoj nije provođeno sve do nakon Drugog svjetskog rata (Božić 2001, Bončina 2011.). Polovinom prošlog stoljeća značajno je izmijenjen koncept gospodarenja za sastojine koje u svom sastavu imaju običnu jelu te se za njih uvodi preborno gospodarenje prema izmjenjenoj BDq metodi, zasnovanoj na optimalnoj padajućoj distribuciji stabala i određivanju iznosa sječe na temelju realnog volumnog prirasta i korigiranjem obrastom sastojine (Klepac 1961.). Za sva staništa definirana je jedinstvena ophodnjica (razmak između dvije preborne sječe) od 10 godina. U razdoblju uvođenja prebornog gospodarenja dio jelovo-bukovih sastojina obilježava je gotovo jednodobna čista struktura (Klepac 2001, Božić 2001 Čavlović i dr. 2006). Slično je zabilježeno i u drugim zemljama srednje Europe (Schütz 1975, 1992, Korpel 1982, Bončina i dr. 2002, Bončina 2011.). Na području hrvatskih Dinarida obilježje je to gospodarskih šuma na staništu većih proizvodnih mogućnosti (Božić 2000), a koje odgovara stajnju strukture na pokusnoj plohi ovoga istraživanja.

Za određivanje iznosa sjeće u prebornoj sastojini optimalne strukture odlučujuću ulogu ima iznos njenog volumnog prirasta. Periodički se sijeće cijeli akumulirani prirast ostvaren tijekom perioda raspoređen na stabla različitih promjera padajuće (negativne eksponencijalne) distribucije stabala (Schütz 1989-). Uz strukturu, koja značajno odstupa od preborne, iznos sjeće mora biti veći, odnosno manji od prirasta sastojine (Klepac 1961-). Kako bi se razvoj sastojine usmjerio prema prebornoj strukturi prema modelu korištenom u Hrvatskoj (Klepac 1961.) iznos sjeće u odnosu na ostvareni volumni prirast nastoji se korigirati pomoću obrasta – kroz omjer izmjereni i optimalne drvne zalihe (vidi Formulu 2). Osnovni problem je što odabrani model nije jednostavno primjeniti u praksi s obzirom da se pri operativnim inventurama i donošenju propisa budućeg gospodarenja u većini sastojina drvna zaliha utvrđuje u različitom trenutku u odnosu na prethodnu prebornu sječu. Orginalni model predviđa korištenje drvne zalihe neposredno pred sjeću u procesu određivanja iznosa (intenziteta) preborne sječe. Drugi problem je potreba za određivanjem postotka prirasta. Postotak prirasta korišten u operativnoj praksi odnosi se na udio volumnog prirasta u drvnoj zalihi utvrđenoj u trenutku izmjere. Kako se volumni prirast određuje posredno iz vremena prelaska metodom izvtakta, značajno se zadire dublje u povjesnu strukturu sastojine nego što je to 10-godišnje proteklo go-

spodarsko polurazdoblje. Naime pojedinačna vremena prelaska stabala obične jele često su duža i od 40 godina, kao posljedica zagušene strukture sastojine povezano s pretvodnom poviješću gospodarenja i spomenutim (ne)primjenjivanim modelima gospodarenja. Predviđeni teoretski model zahtijeva i uspostavu trajnih sjekoreda u šumama kojih se potrebno dosljedno pridržavati. Često puta u praksi sjekoredi nisu uspostavljeni, a poseban problem predstavlja rastavljanje preborne sječe na dvije vremenski odvojene sječe – u jednoj se sijeku listače, a u drugoj četinjače s obzirom na organizacijske i trenutne tržišne okolnosti.

Na temelju navedenog, uz nedosljednu primjenu Klepčevog modela gospodarenja prebornim šumama (Klepac 1961) izračunavani su i primjenjivani intenziteti sječe na razini od oko 15 % ili manje drvene zalihe u sastojini u trenutku sječe. Glavnina posjećenog volumena usmjerena je na svega nekoliko pojedinačnih stabla po hektaru površine, što nije bilo dovoljno otvaranje za preživljavanje pomlatka obične jele, ali niti za znatnije promjene u strukturi prema ciljanoj prebornoj višedimenzijskoj i mješovitoj strukturi. Posljedice provedenog modela gospodarenja u prošlosti vidljive su na trenutnoj strukturi jelovo-bukovih šuma. Iako se njima načelno gospodari isključivo preorno više od pola stoljeća (Božić 2001, Klepac 2001, Čavlović 2006.) stanje jelovo-bukovih šuma u Hrvatskoj nije optimalno. Aktualna struktura sastojine na plohi istraživanja obilježena je prevelikom zastupljenosti prezrelih i slabovitalnih stabala obične jele te slabim prirastom i obnovom obične jele (Tablica 3). U Hrvatskoj je to izraženije u bukovo-jelovim i sastojinama obične jele na najproizvodnjem staništu u Gorskem kotaru (Božić 2000.). Izrazit problem dugoročno predstavlja slaba obnova obične jele (Čavlović i dr. 2006.). U pregustim sastojinama gomila se nerazgrađeni humus te se stvaraju suhi uvjeti pri razini tla, što onemogućava razvoj pomladka obične jele (Čavlović 2000.). Obična bukva, od prirode konkurenčnija vrsta bolje se nosi s takvim uvjetima te se uspješnije obnavlja, što je u Hrvatskoj uočio već Šafar (1954, 1965.). Iz toga slijedi činjenica je da je obična bukva u posljednjih 30 godina znatno povećala udio u bukovo-jelovim šumama Dinarida (Čavlović 2000, 2006, Poljanec i dr. 2010.). Uspoređujući stanje bukovo-jelovih šuma na drugim područjima Dinarske regije (Bončina 2011.) ono je nedvojbeno vrlo slično, a i drugdje je zapažena slaba regeneracija obične jele (Korpel 1985, Andrzejzyk et al. 1987, Roženbergar et al. 2007.). Prema nekim autorima (Bončina i dr 2002, 2003, Diaci i dr. 2011.) dio je to prirodnih procesa dinamičnih međuvrsnih odnosa, no dijelom uzrok je i napuštanje favoriziranja četinjača koje je bilo prisutno do polovice prošloga stoljeća (Diaci i dr. 2011.). S obzirom da je u scenariju 4 dosljedno primjenjen Klepčev model, on je samo naizgled istovjetan onome primjenjivanom u operativnoj praksi tijekom posljednjih desetljeća. Stoga nije neочекivano da se spomenuti scenarij pokazao značajno bol-

jim nego što je to modificirani model primjenjivan u praksi (Slika 5, Tablica 4). Preciznije gledano, vrlo je sličan krutom modelu sječe jednak teoretskom prirastu (Scenarij 1), no Klepčev model je povoljniji, jer osim prirasta uključuje i obrast kao „osigurač“ prenaglog otvaranja strukture sastojine (Slika 5, Tablica 4).

Problematika niskih intenziteta sječe prepoznata je početkom ovoga tisućljeća (Čavlović 2000, Čavlović i dr. 2006, Čavlović i dr. 2021b.) te se posljedično interveniralo u regulatorne propise (NN 111/2006) podizanjem maksimalno dozvoljenog intenziteta sječe na 30%, ali se i u operativnoj praksi uslijed različitih okolnosti (povećana potražnja za drvom, tržišno gospodarstvo, uspostava vlastite države) potiču intenzivnije sječe u bukovo-jelovim šumama. Pretpostavka je da bi se intenzivnijim otvaranjem sastojina te pravilnjim raspoređivanjem etata u prostoru i po debljinskim stupnjevima moglo potaknuti prirodnu regeneraciju obične jele (Čavlović i dr. 2006, Čavlović i dr. 2021a.), što je i potvrđeno u istraživanjima Teslak i dr. 2016. Ovakav pristup primjenjuje se u dijelu šuma sada već drugu ophodnjicu te su mnoge sastojine značajnije otvorenenog sklopa. Pritom problem predstavlja slučajni prihodi vezani za elementarne nepogode i šumske štetnike i bolesti (Teslak i dr. 2020, Ugarković i dr. 2018.). Ledolom 2014. godine te propadanje smreke uslijed suše i napad potkornjaka te nekoliko vjetroloma (Ugarković i dr. 2021a, Ugarković i dr. 2021b.) do datno su poremetile provedbu redovnog, planiranog gospodarenja. Pitanje je koliko je naglo otvaranje sastojina (dva uzastopna intenziteta od 30 %) doprinijelo štetama od ledoloma i vjetroloma jer stabla, posebno tanka i srednjedebela, nisu bila habitusno pripremljena za štetne utjecaje (Teslak i dr. 2020, Klopčić i dr. 2020.).

Model uspostavljen nakon 2000. godine utemeljen na trajnoj primjeni sječe iznosom jednakoj teoretskom volumenom prirastu simuliran je scenarijem 1. Pritom je prilikom planiranja predviđen nešto manje intenzivan prirast (2,5%, a ne 3,0 % godišnje) s obzirom na za prirast otežavajuće klimatske promjene i pojavu niza štetnika i biljnih bolesti. Uz sad već evidentne klimatske promjene, predviđa se znatno smanjenje staništa za običnu jelu na području Hrvatske u budućnosti (Anić i dr. 2009). Velik broj istraživanja usmjerjen je na promjene u staništu kojima su šume obične jele izložene u Hrvatskoj (Ugarković i dr. 2021a), ali i u drugim dijelovima areala (Larsen 1986, Ell i Luhmann 1996.). S druge strane često se izostavlja važnost primjenjivanog modela gospodarenja te njegov utjecaj na stabilnost šume i njene mogućnosti prilagodbe promjenama u staništu. Postavlja se pitanje treba li u budućnosti primjenjivati isključivo modele gospodarenja koji slijede (prate) prirodnu dinamiku bukovo-jelovih šuma, kako to predlažu neki autori (Bončina i dr. 2002, 2003, Bončina 2011, Diaci i dr. 2011, Čavlović et al. 2021b.), odnosno možemo li u postojećim okolnostima govoriti o prirodnoj dinamici. Alternativa

može biti postavljanje realnih, okvirnih i dugoročniji modela i nastojati usmjeriti razvoj sastojina prema modelu koji uvažava stanje i dinamiku strukture na razini pojedine sastojine, ali i omogućava dugoročnije planiranje gospodarenja uz usmjeravanje razvoja prema jasno postavljenom cilju na razini šume.

Provedene projekcije razvoja sastojinske strukture uz primjenu više scenarija gospodarenja predstavljenih različitim modelima izračunavanja ukupnog iznosa sječe, korištene su za analizu dugoročnog razvoja bukovo-jelovih šuma. Rezultati projekcije razvoja strukture sastojine primjenom različitih modela određivanja ukupnog iznosa sječe ukazuju na primjenjivost modela utemeljenih na prirastu sastojine bilo teoretskom (Scenarij 1) ili stvarnom (Scenarij 4). U skladu je to s temeljnim postavkama prebornog gospodarenja (Hufnagl 1893, Meyer 1952, Klepac 1961, Schütz 1989.). Naši rezultati dugoročnih projekcija pokazuju da se dugoročno ta dva modela gotovo izjednačavaju s obzirom da je drugi korigiran obrastom, te nakon nekoliko godina uspostavom teoretske strukture stvarni prirast postaje teoretski (optimalan). Jedina, ali važna razlika je u postupnosti i dugoročnoj primjenjivosti modela. Naime scenarij 1 je nešto agresivniji (Slika 5) i u okolnostima izostanka regeneracije u sastojinama može dovesti do gubitka strukture sastojina i pojačane pojave slučajnih prihoda. Pod pretpostavkom da se sjećom u iznosu jednakom optimalnom prirastu s vremenom postiže optimalna struktura (O'Hara 2002) projekcije razvoja strukture pokazuju slične rezultate kao i model primjenjivan u prošlosti. Uz takav model nešto bi se brže potaknule pozitivne promjene u strukturi sastojine.

Ekonomski komponenta, odnosno ekonomski rezultat gospodarenja šumom, prikazan je neto sadašnjom vrijednošću kako jednom od osnovnih alata budžetiranja kapitala (Orsag i Dedi 2011.). Ta vrijednost za svaki od scenarija (Tablica 4) predstavlja diskontiranu neto vrijednosti između ostvarenog prihoda i troškova, i to u početnoj godini simulacije (2012. god.). Prihodi kao i troškovi pojavljuju se svakih 10 godina, odnosno u vrijeme preborne sječe, a izračunati su pomoću sortimentnih tablica, kalkulacija troškova gospodarenja i cjenika glavnih šumskih proizvoda Hrvatskih šuma d.o.o. Zagreb. Kako bi se spomenute neto vrijednosti mogle sumirati i prikazati u 2012. godini, diskontirane su sa 2% prema Sabadi i dr. 2001 (Tablica 4). U slučaju kada je preborna sastojina u normali, odnos prihoda i troška (iznos ekonomске dobiti) bit će jednak svake preborne sječe. Međutim, kako niti jedan od ispitanih scenarija ne podrazumijeva gospodarenje normalnom sastojinom, već su svi usmjereni na uspostavu takve željene strukture, iznosi su znatno varirali od one normalne (Tablica 4). Bitno je naglasiti da za razliku od svih ostalih elemenata (npr. temeljnica, drva zaliha) veća ekonomска dobit predstavlja željeni efekt za vlasnika šuma. Međutim, preborna sastojina/šuma koja svojom strukturom zadovoljava normalitet i svake ophod-

njice generira jednaku dobit, polučit će veću dugoročnu ekonomsku dobit od bilo koje druge strukture (čak bolju i od gospodarenja prebornim sastojinama ogromnih drvnih zaliha). Ovo načelo poznato je kao teorem beskonačne rente (Klemperer 1996), ispitano je i u arealu šuma obične jele u Hrvatske (Beljan 2015), te ide u prilog cilju uspostave normalnih prebornih struktura.

Modeli gospodarenja, odnosno određivanja iznosa sječe ne bi trebali biti statični u vremenu, posebice na razini sastojine (Klepac 1961, Čavlović i dr. 2006, Bončina i dr. 2002, Bončina 2011, Diaci i dr. 2011.). U posljednje vrijeme naglasak je stavljen na prednost prilagodljivih, dinamičnih modela gospodarenja (O'Hara i Gersonde 2004, O'Hara i dr. 2007.). Istim se prednosti raznодobne mješovite strukture prebornog gospodarenih bukovo-jelovih šuma, kao prirodi bližeg gospodarenja (Mlinšek 1991.), adaptivnog gospodarenja (Bončina i dr. 2002.), slobodnog stila (Mlinšek 1968.). Kritičari klasične škole odnosno tkzv. BDQ metode ističu nedostatke postavljanja trajnog teoretskog modela optimalne distribucije broja stabala prebornih šuma (O'Hara 2001.) koji se ne može prilagoditi promjenjivosti u strukturi bukovo-jelovih šuma. Optimalni BDQ model odnosi se na uske stanišne uvjete određenog područja te stabilne strukturne odnose u sastojini (Seymour i Kenefic 1998, O'Hara i Gersonde 2004.). S druge strane takav sustav gospodarenja ima i određene prednosti koje se ogledaju u praktičnosti i jednostavnosti. Stalnost u gospodarenju olakšava planiranje radova, ali i prihoda te zahtijeva manje stručnosti i odgovornosti neposrednih provoditelja šumskouzgojnih radova, jer je konačan cilj jasno postavljen. Takav način vrlo je prihvatljiv u okolnostima kad je oko 75% površina šuma u državnom vlasništvu (Hrvatska) ili velikim privatnim šumoposjedima gdje potpuna provedba propisanih šumskouzgojnih radova i dugoročnost gospodarenja nije upitna. Metoda koju nazivaju „slobodan stil“ (engl. free-style) (Bončina 2011.) uvažava dinamičnost strukturnih odnosa, ali teško je jasno razlučiti generalni cilj gospodarenja. Planiranje je vrlo okvirno i neizravno. Od provoditelja gospodarenja mora se očekivati izrazita stručnost i odgovornost. Takav model prikladnije je za male privatne šumoposjede gdje je interes vlasnika, iako često kratkoročan, prioritet (Teslak i dr. 2018.).

Tradicija šumarstvu u Hrvatskoj vrlo je duga i povjesno je okrenuta klasičnoj školi šumarstva (Frančišković 1927, Božić 2001, Klepac 2001-). No u dalnjem razvoju šumarske znanosti i struke uvedene su korekcije klasičnih metoda kako bi se izbjegla kruta primjena teško ostvarivih optimalnih ili teoretskih modela. Više od pola stoljeća u hrvatskom šumarstvu deklarirana je metoda koja objedinjava dijelove, odnosno prednosti i klasične i nove metode prebornog gospodarenja. Naime, Klepčeve normale (teoretske modele) moguće je konstruirati za različite stanišne (predstavljene bonitetnom razredom odvojeno za četinjače i listače), sasto-

jinske (različit omjer smjese vrsta) te gospodarske prilike (ciljana dimenzija zrelosti odvojeno po vrstama drveća). Nažalost nije se dosljedno primjenjivala kako ju je autor postavio, čime su djelom izgubljene njene prednosti (Klepac 1995, Čavlović i dr. 2006, Čavlović i dr. 202b.) i izgubljeno značajno vrijeme. Ovdje je važno napomenuti da se prema teoretskom modelu određuje i planira ukupan iznos sječa, dok se raspodjela po deblijinskim razredima i vrstama drveća radi na temelju uvida u strukturu sastojine. Osim toga provoditelji gospodarenja slobodno raspoređuju etat po prostoru sastojine, distribuciji prsnih promjera stabala i vrstama drveća u okviru propisa planiranog za prosječan hektar sastojine. Time je osigurana prikladna prilagodljivost gospodarenja stvarnom prostorno-vremenskom i strukturnom stanju svakog dijela šume. Tijekom posljednjih desetljeća intenzivnije se obnavljaju listače ponajprije obična bukva (Čavlović i dr. 2012.). Postojeće teoretske modele potrebno je stalno preispitivati te prilagoditi trendovima povećanja udjela listača u strukturi sastojine, a što je barem dijelom posljedica izmjena u staništu. S obzirom na strukturu šuma Hrvatske prema vrstama drveća (Čavlović 2010.), potrebno je zadržati običnu jelu sa značajnim udjelom (iznad 50 %) na staništu na kojem je to moguće. Rezultati projekcija razvoja ukazuju na vrlo dugo vrijeme (i više od 100 godina) da se pokrenu procesi regeneracije i uspostavi preborna struktura (Čavlović i dr. 2021b.). Stoga buduće napore u gospodarenju, tj. određivanju iznosa i provedbi prebornih sječa treba usmjeriti prema poticanju regeneracije obične jеле te formiraju strukturalnih odnosa u sastojinama koji će to omogućiti. Sve to pod uvjetom da ne dođe do daljnog narušavanja obilježja staništa, ponajprije šumskog tla.

Simulacija sječe napravljena je stabilno u skladu s dosadašnjom praksom. Slično se predlaže za cijelo dinarsko područje (Bončina 2011.). Za bukovo-jelove šume na kvalitetnijem staništu Hrvatskoj stabilnična sječa nije najbolja opcija. U analiziranim simulacijama gospodarenja obilježenog stabilničnom sječom, regeneracija obične jеле bila je nedovoljna, a što je u skladu s iskustvima iz dosadašnjeg realnog gospodarenja. Grupimično otvaranje sastojina i formiranje grupimične strukture te iskoristavanje prednosti takvog oblika gospodarenja (O’Hara i dr. 2007.) čini se optimalnim te bi dugoročno omogućilo bolju obnovu obične jеле. Samo za šume na najtežem staništu (izrazit nagib i kamenitost) stabilnična sječa ima prednost. U tom kontekstu ne treba izostaviti ni mogućnost raznодobnog načina gospodarenja u okviru privatnih šuma kao ni jednodobno gospodarenje bukovo-jelovim šumama u najboljim stanišnim uvjetima (silikatna geološka podloga). Narančno to uključuje sastojine malih površina te duga pomladna razdoblja (40 godina) te oplodne sječe s više od 5 sjekova. Također mogla bi se preispitati održivost i potreba jedinstvene ophodnjice (10 godina) za sve stanišne i gospodarske uvjete. Jasno uz ophodnjicu je vezan intenzitet

gospodarenja – što je ona kraća gospodarenje je intenzivnije, a na panju u šumi iste površine veća jedrvna zaliha. U okolnostima izmijenjenih stanišnih okolnosti ko npr. klimatskih promjena i emisije štetnih tvari te posljedično sve manjoj vitalnosti postojećih stabala obične jеле, formiranje stabilnih prebornih jelovih šuma nove generacije bit će još zahtjevnije. Primjenom opisanog modela gospodarenja koji je propisan moguće je objediniti prednosti klasične škole i suvremenog adaptivnog pristupa gospodarenju. S obzirom da slični problemi s regeneracijom obične jеле i nastavno problemima u gospodarenju postoje na mnogim područjima u Europi (Larsen 1986, Ell i Luhmann 1996, Bončina i dr. 2003, Korpel 1985.) slični modeli mogu se primjeniti i izvan Hrvatske. U tom smjeru planira se nastaviti istraživanja simulacijom razvoja virtualno generiranih struktura kao optimalnih predstavnika prebornih šuma različitim vlasnika (povijesti gospodarenja) i stanišnih obilježja.

ZAKLJUČAK

CONCLUSION

U radu je istražena primjenjivost različitih modela prebornog gospodarenja predstavljenih načinom određivanja intenziteta preborne sječe. Kao optimalni izdvjili su se modeli utemeljeni na volumnom prirastu. Postojeći model gospodarenja utemeljen na realnom prirastu uz korekciju obrastom dugoročno je prihvatljiv, no nije najnedostavniji za primjenu u praksi. Iznimno je važno uspostaviti sjekoredne u prebornoj šumi i strikno ih provoditi. Kod izračuna intenziteta sječe po sastojinama potrebno je zalihi projicirati u stanje neposredno prije sječe za svaku sastojinu i tako računati obrast po drvnoj zalihi kao faktor korekcije odnosa prirast-etat. Što preciznije određivanje prirasta sastojine je ključno, a što nije jednostavno u mješovitim sastojinama. Iznimno je važno dosljedno primjenjivati propisani model do namanjeg detalja, pa i određivanja postotka prirasta s obzirom da je kao i svaki postotak iznimno podložan svojoj bazi.

Postojeći model uključuje mogućnost izrade prilagodljivih teoretskih modela, a provoditeljima gospodarenja omogućava veliku slobodu kroz raspodjelu etata po deblijinskim razredima i vrstama drveća te određeno odstupanje od propisanog etata na razini vrste drveća. Prilagodljivost modela gospodarenja posebno je važno u okolnostima značajnih i ubrzanih izmjena u staništu. U tom kontekstu zaseban problem predstavlja narušavanje planiranog gospodarenja uslijed enormne pojave slučajnih prihoda uslijed elementarnih i drugih nepogoda.

Rezultati ukazuju da je vrlo teško iznaći dugoročno primjenjiv univerzalni model. Godinama primjenjivani niski intenziteti sječe (do 15 %) formirali su specifičnu strukturu koju prenaglo otvaranje (dva ili i više uzastopna intenziteta

od 30 %) uz dodatne slučajne prihode i izostanak regeneracije obične jele te nisku dinamiku prirašćivanja može do datno ugroziti. Otežana obnova, posebno obične jele, te neplansko narušavanje strukture sastojine izazovi su budućeg gospodarenja bukovo-jelovim šumama u Hrvatskoj, ali i šire.

ZAHVALA ACKNOWLEDGEMENTS

Istraživanje i objavu ovoga rada pomogle su „Hrvatske šume“ d.o.o. Zagreb, a financirala Hrvatska zaklada za znanost (projekt IP-2018-01-8820). Hrvatskom šumarskom institutu, Jastrebarsko, zahvalni smo za podatke prve terenske izmjere, a recenzentima na dobromanjernim i korisnim primjedbama.

LITERATURA REFERENCES

- Anić, I., S. Mikac, 2008: Struktura, tekstura i pomladivanje dinarske bukovo-jelove prašume Čorkova uvala, Šumar list 132 (11-12): 505.-515.
- Anić I., J. Vukelić, S. Mikac, D. Bakšić, D. Ugarković, 2009: Utjecaj globalnih klimatskih promjena na ekološku nišu obične jele (*Abies alba* Mill.) u Hrvatskoj, Šumar list 133 (3-4): 135.-144.
- Anon 2011: Program gospodarenja za GJ „Delnice“ 2011-2020, Hrvatske šume d.o.o., Delnice.
- Beljan, K., 2015: Ekonomска analiza gospodarenja šumama obične jele (*Abies alba* Mill.) jednodobne strukture, Doktorska disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Bončina, A., 1994: Prebiralni dinarskigozd jelke in bukve, Odelek za gozdarstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, 90 str., Ljubljana
- Bončina, A., J. Diaci, L. Cenčić, 2002: Comparison of the two main types of selection forests in Slovenia: distribution, site conditions, stand structure, regeneration and management, Forestry 75 (4): 365.-373.
- Bončina, A., F. Gašperšič, J. Diaci, 2003: Long-term changes in tree species composition in the Dinaric mountain forests of Slovenia, Forest Chronicle 79(2): 227.-232.
- Bončina, A., 2011: History, current status and future prospects of uneven-aged forest management in the Dinaric region: an overview, A int Jour of For Res, 84 (5):467.-478.
- Božić, M., 2000: Kolika je stvarna zaliha jele u našim šumama?, Šumar list 124 (3-4): 185.-195.
- Božić, M., 2001: Management models applied to fir forests in Gorski kotar, Glasnik šum pokuse 38: 89-135.
- Čavlović, J., T. Marović, 1997: Odnos prirašćivanja stabala jele na NPŠO "Sljemec", Šumar list 121(9-10):473.-478.
- Čavlović, J., 2000: Novi program gospodarenja za G.J. Belevine (2000-2009)- zaustavljanje negativnih trendova i iniciranje povoljnijih procesa u 'razvoju' preborne šume, Šumar list 124 (7-8): 450.-457.
- Čavlović, J., M. Božić, A. Bončina 2006: Stand structure of an uneven-aged fir-beech forest with an irregular diameter struc-
- ture: modeling the development of the Belevine forest, Croatia, Eur J Forest Res ,125: 325.-333.
- Čavlović, J., 2010: Prva nacionalna inventura šuma Republike Hrvatske, Ministarstvo regionalnog razvoja, Šumarstva i vodnog gospodarstva, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 300 str., Zagreb
- Čavlović, J., O. Antonić, M. Božić, K. Teslak, 2012: Long-term and country scale projection of even-aged forest management: a case study for *Fagus sylvatica* in Croatia, Scandin journ for res. 27 (1): 36.-45.
- Čavlović, J., A. Bončina, M. Božić, E. Goršić, T. Simončić, K. Teslak 2015: Depression and growth recovery of silver fir in uneven-aged Dinaric forests in Croatia from 1901 to 2001, Forestry, 88(5):586.-598.
- Čavlović, J., M. Andabaka, M. Božić, K. Teslak, K. Beljan, 2021a: Current Status and Recent Stand Structure Dynamics in Mixed Silver Fir—European Beech Forests in Croatian Dinarides: Are There Differences between Managed and Unmanaged Forests?, Sustainab, 13: 1.-20.
- Čavlović, J., K. Teslak, K. Beljan, M. Vedriš, M. Andabaka, 2021b: Long-term dynamics of stand structure and regeneration in high-stocked selection fir-beech forest stand: Croatian Dinarides case study, iForest, 14 (4): 383.-392.
- Diaci, J., 2006: Gojenje gozdov: pragozdovi, sestoji, zvrsti, nacrtovanje, izabrana poglavila. Biotehnička fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 348 str, Ljubljana
- Diaci, J., D. Roženberger, I. Anić, S. Mikac, M. Saniga, S. Kucbel, C. Višnjić, D. Ballian 2011: Structural dynamics and synchronous silver fir decline in mixed old-growth mountain forests in Eastern and Southeastern Europe, Forestry, 84 (5): 479.-491.
- Ell, R., H.J., Luhmann, 1996: Von den Schwierkeiten der Entdeckung des Waldsterbens in Deutschland. Man sieht nur, was versteht oder Schäden ohne Ursache und Ursachen ohne Schäden, Forstarchiv 67: 103.-107.
- Ficko, A., A. Poljanec, A. Bončina 2011: Do changes in spatial distribution, structure and abundance of silver fir (*Abies alba* Mill.) indicate its decline? Forest Ecol Manag 261(4): 844.-854.
- Frančković, S., 1927: Šume i šumarstvo vlastelinstva Thurn Taxis u zapadnoj Hrvatskoj. Šumar list, 51 (9): 409.-420.
- Hasenauer, H., G. Kindermann, P. Steinmetz, 2006: The tree growth model MOSES 3.0., Sustainable forest management growth models for Europe, Springer, 64.-70. str. Berlin
- Hufnagl, L., 1893: Der Plenterwald, sein Normalbild, Holzvorrat, Zuwachs und Ertrag, Österreichische Vierteljahresschrift für Forstwesen, 117: 117.-132.
- Jelaska, S., 2005: A contribution to classification of dinaric fir-beech forests at fourth level of Croatian national habitat classification. Drypis, (1): 1.-3.
- Kern, A., 1898: Uredjenje prebornih šumah, Šumar list, 22 (8-9): 300.-326.
- Kern, A., 1909: Preračunavanje drvne zalihe i prirasta u prebornim šumama), Šumar list, 33:142.-151.
- Klemperer, D.W., 1996: Forest Resource Economics and Finance, Columbus, McGraw-Hill, 551 str, New York
- Klepac, D., 1961: Novi sistem uređivanja prebornih šuma, Poljoprivredno šumarska komora NR Hrvatske. Sekcija za šumarstvo, Zagreb
- Klepac, D., 1995: Dinamika kretanja drvne zalihe na panju u šumama Gorskog kotara tijekom 40 godina (1950-1990), Šumar list, 119 (3-4): 85.-90.

- Klepac, D., 2001: Razvoj gospodarenja jelovim šumama, Obična jela u Hrvatskoj, Akademija šumarskih znanosti, Hrvatske šume d.o.o., 25.-92., Zagreb
- Klopčić, M., A. Poljanec, M. Dolinar, D. Kastelec, A. Bončina, 2020: Ice-storm damage to trees in mixed Central European forests: damage patterns, predictors and susceptibility of tree species, *Forestry, Int J of For Research*, 93 (3): 430.-443.
- Korpel, S., 1982: Degree of equilibrium and dynamical changes of the forest: an example of natural forests of Slovakia, *Acta Facult For Zvolen*, 24: 9.-31.
- Korpel, S., 1985: Stav a vývoj jedle na Slovensku vo vzťahu k jej odumieraniu. *Acta Fac For*, 27: 79.-102.
- Larsen, J.B., 1986: Das Tannensterben: Eine neue Hypothese zur Klärung des Hintergrundes dieser Rätselhaften Komplexkrankheit der Weisstanne (*A. alba* Mill.), *Forstwiss Centralbl*, 105(5): 381.-396.
- Linares, J.C., J.J. Camarero, 2012: Growth patterns and sensitivity to climate predict silver fir decline in the Spanish Pyrenees, *Eur J Forest Res*, 131: 1001.-1012.
- Liocourt, de F., 1898: De l'amenagement des sapinières. *Bulletin de la Societe forestiere de Franche, Comte et des Provinces de l'Est*, 4: 396.-409.
- Meyer, H.A., 1952: Structure, growth, and drain inbalanced uneven-aged forests, *Forest* 50: 85-92.
- Matić, S., I. Anić, M. Oršanić, 2006: Aktualni problemi gospodarenja običnom jelom (*Abies alba* Mill.) u Republici Hrvatskoj, *Glasnik za šumske pokuse*, pos. izd. (5): 7-27.
- Mikac, S., M. Klop, I. Anić, H. Hasenauer, 2013: Using the tree growth model MOSES to assess the dynamics of Dinaric old-growth mixed beech–fir forest ecosystems, *Plant Biosystems*, 147(3): 664.-671.
- Mlinšek, D., 1968: Sproščena tehnika gojenja gozdov, PZGGO, 117 str, Ljubljana
- Mlinšek, D., 1991: Die naturnahe Waldwirtschaft – ein Gebot und eine Herausforderung zugleich. *Dauerwald* 4: 2.-11.
- MP (Ministarstvo poljoprivrede) 2016: Šumskogospodarska osnova 2016.-2025. (dostupno na linku: <https://poljoprivreda.gov.hr/istaknute-teme/sume-112/sumarstvo/sumskogospodarska-osnova-2016-2025/250>, pristupljeno dana 24. 10. 2022.)
- Nagel, T., D. Firm, D. Roženberger, M. Kobal, 2016: Patterns and drivers of ice storm damage in temperate forests of Central Europe, *Europ. J. For. Res.*, 135(3): 519.-530.
- NN 111/2006: Pravilnik o uređivanju šuma iz 2006. godine
- NN 97/2018: Pravilnik o uređivanju šuma iz 2018. godine
- O'Hara, K.L., 2001: The silviculture of transformation – a commentary, *For Ecol Manag*, 151 (1-3): 81.-86.
- O'Hara, K.L., 2002: The historical development of uneven-aged silviculture in North America, *Forestry* 75(4): 339.-346.
- O'Hara, K.L., R.F. Gersonde, 2004: Stocking control concepts in uneven-aged silviculture, *Forestry* 77(2): 131.-143.
- O'Hara, K.L., H. Hasenauer, G. Kindermann, 2007: Sustainability in multi-aged stands: an analysis of long-term plenter systems, *Forestry* 80 (2): 163.-178.
- Orsag, S., L. Dedi, 2011: Budžetiranje kapitala-Procjena investicijskih projekata, Masmedia, 416 str. Zagreb
- Poljanec, A., A. Ficko, A. Bončina, 2010: Spatiotemporal dynamic of European beech (*Fagus sylvatica* L.) in Slovenia, 1970-2005, *For Ecol Manag* 259 (11): 2183.-2190.
- Pranjić, A., 1966. Interpolirane Šurićeve jednoulazne tablice za jelu – smreku i bukvu, *Šumarski list*, 90 (3-4): 185.-212.
- Roženberger, D., S. Mikac, I. Anić, J. Diaci, 2007: Gap regeneration patterns in relationship to light heterogeneity in two old-growth beech-fir forest reserves in South East Europe, *Forestry*, 80 (4): 432.-443.
- Sabadi, R., B. Prpić, H. Jakovac, 2001: Ukupna vrijednost jelovih šuma u Hrvatskoj, Onična jela u Hrvatskoj, Akademija šumarskih znanosti, Hrvatske šume d.o.o., 792.-812., Zagreb
- Schütz, J.-P., 1975: Dynamique et conditions d'équilibre de peuplements jardines sur les stations de la hêtraie à sapin, *Schweiz Z Forstwes* 126:637.-671.
- Schütz, J.-P., 1989: Der Plenterbetrieb. Fachbereich Waldbau, ETH, 54 str, Zürich
- Schütz, J.-P., 1992: Die waldbaulichen Formen und die Grenzen der Planterug mit Laubbaumarten. *Schweiz Z Forstwes* 143: 637.-671.
- Seymour, R.S., L.S. Kenefic, 1998: Balance and sustainability in multi-aged stands: a northern conifer case study, *J Forest* 96(7): 12.-17.
- Šafar, J., 1954: Problem njege mladog naraštaja u prebornim šumama, *Šumarski list* 78 (11-12): 561.-570.
- Šafar, J., 1965: Pojava proširivanja bukve na Dinaridima Hrvatske, *Šumarski list* 89 (5-6): 198.-217.
- Spirane, M., 1975: Drvnogromadne tablice za hrast, bukvu, obični grab i pitomi kesten, Radovi šum instituta, 22: 1.-262.
- Spirane, M., 1976: Tablice drvnih masa jele i smreke, Radovi šum instituta, 29: 1.-119.
- Teslak, K., M. Vedriš, M. Gašparović, M. Žunić, J. Čavlović, 2016: Stand Regeneration Characteristics of Beech and Fir Forests in Gorski Kotar Region. *SEEFOR* 7 (2): 99.-108.
- Teslak, K., M. Žunić, K. Beljan, J. Čavlović, 2018: Stanje i izazovi gospodarenja privatnim šumama u Hrvatskoj u postojećim ekološkim i sociološkim okolnostima. *Šumarski list*, 142 (9-10): 459.-471.
- Teslak, K., K. Beljan, M. Vedriš, M. Žunić, M. Komarčević, J. Čavlović, 2020: Štetni utjecaj ledoloma na stanje i strukturu šuma Gorskih kotara, *Zbornik radova sa znanstvenog skupa „Gospodarenje šumama u uvjetima klimatskih promjena i prirodnih nepogoda“*, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, str 77.-101., Zagreb
- Thurnher, C., M. Klop, H. Hasenauer, 2017: MOSES – A tree growth simulator for modelling stand response in Central Europe, *Ecol Modell*, 352 (24): 58.-76.
- Ugarković, D.; Tikvić, I.; Seletković, Z.; 2011, Correlation of Habitat and Structural Factors with Dieback and Nutrition of Silver Fir (*Abies alba* Mill.) in Gorski Kotar, *CROJFE*,32, Issue 1: 57-71.
- Ugarković, D., I. Tikvić, K. Popić, J. Malnar, I. Stankić, 2018: Microclimate and natural regeneration of forests gaps as a consequence of silver fir (*Abies alba* Mill.) dieback, *Šumarski list*, 142 (5-6): 235.-245.
- Ugarković, D., I. Seletković, I. Tikvić, M. Ognjenović, K. Popić, M. Orešković, N. Potočić, 2021a: Povezanost mortaliteta obične jele (*Abies alba* Mill.) na području Fužina s klimatskim i strukturnim parametrima, *Šumarski list*, 145 (7-8): 311.-321.
- Ugarković, D; Jazbec, A; Seletković, I; Tikvić, I; Paulić, V; Ognjenović, M; Marušić, M; Potočić, N; 2021b: Silver Fir Decline in Pure and Mixed Stands at Western Edge of Spread in Croatian Dinarides Depends on Some Stand Structure and Climate Factors. *Sustainability*, 13 (11):1-15.

SUMMARY

Uneven-aged beech-fir forests cover approximately 157 000 hectares in Republic of Croatia. During the history they have been managed according to different management systems, varying from even-aged to selection management. As a result of historical integration of Croatian forestry into the German forestry school, alongside with unique ecological characteristics of Dinaric area, selection management system has been practiced in Croatia's forestry ever since. Today, due to various reasons majority of beech-fir forests in Croatia have transitional structure between even-aged and selection structure. It is characterized by large growing stock, small increment, low vitality, poor fir regeneration and increasing share of beech. Example of such case is permanent experimental plot situated in Croatia's north Dinaric area and managed by "Croatian forests" Ltd., which is a subject of this research. The aim of this research is to explore different annual cut models which will in future direct forest into stable and optimal growth rate in selection structure with adequate volume share of fir. Input data have been acquired from successive measurements on permanent experimental plot in beech-fir stand. Tree growth simulator MOSES version 3.0 was tested for applicability in local conditions and has been used for projecting future stand's growth. Four scenarios based on different cutting models have been used to simulate possible types of future management emphasizing fir natural regeneration, establishment and maintenance of selection structure with targeted volume share of fir versus beech, and also supporting valuable broad-leaved species. All scenarios represent fir volume reduction followed by aggressive beech regeneration and partially accomplishment of selection structure in long-term. Thus, obtained different future stand structures were compared and ranked based on stand attributes and economic indicators. Annual cut based on decennial volume increment and stocking has been found best scenario from aspects of ecological, management and economic sustainability.

KEY WORDS: beech-fir forests, growing stock, cut assessment, management model, MOSES tree growth model



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

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

Članovi Komore:

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

Stručni poslovi (Zakon o HKIŠDT, članak 1):

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

Javne ovlasti Komore:

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

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

Ostali poslovi koje obavlja Komora:

- promiče razvoj struke i skrbi o stručnom usavršavanju članova,
- potiče donošenje propisa kojima se utvrđuju javne ovlasti Komore u skladu s kriterijima europske i svjetske prakse,
- zastupa 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 posiztanje 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.

SOCIO-ECONOMIC CHARACTERISTICS OF FORESTRY COMPANIES IN THE REPUBLIC OF SERBIA

SOCIO-EKONOMSKE KARAKTERISTIKE ŠUMARSKIH PODUZEĆA U REPUBLICI SRBIJI

Milica MARČETA¹, Ljiljana KEČA², Stjepan POSAVEC³, Sreten JELIĆ⁴

SUMMARY

Considering that companies in the sector of forestry and the related sector of wood processing exist in a dynamic and changing economic environment, the ability of fast adaptability to the emerging changes is a prerequisite for efficient and effective business. In that sense, a wholesome review of internal factors, as well as the external ones, is important for creating business strategies and achieving a better market and competitive positioning. In order to provide insight into the socio-economic characteristics and the market environment in which they operate, 32 companies from the field of forestry and wood processing in the central Serbia have been analysed. The goal of this research was to gain insight into the opinions and attitudes of the respondents from companies towards particular aspects of the market. The purpose of this research was to acknowledge and understand the market environment in which the analysed companies operate, and to define the recommendations for future management. The object of this research were companies in the field of forestry and wood processing, the opinions and reviews on raw material purchase, product placement, attitudes towards purchase procedures and so on.

KEY WORDS: forestry; companies; socio-economic characteristics; SWOT, A'WOT

INTRODUCTION

UVOD

Despite the increasing importance of the ecological functions of forests, wood remains the primary forest product (Danilović, Gačić, 2014). The use of wood and non-wood forest products for commercial and non-commercial purposes has a long tradition in Serbia (Keča *et al.*, 2015), although it accounts for only 0.2% of Serbia's GDP. Wood processing accounts for 0.3%, furniture industry for 0.4% and paper and cellulose industry for 0.5% of Serbia's GDP (2017). Apart from furniture, sawn timber represents the most important timber product of wood processing industry (Tillman, 2013; Wieruszewski *et al.*, 2017).

In line with the transition processes, particular economic and political reforms have had impact on the forestry sector as well. One of the changes is reflected in the development of small and medium companies (Ranković *et al.*, 2011). It is estimated that sawmills account for 63% of the total number of wood processing companies in Serbia (PKS, 2017). Based on data from 2020, 3,734 companies based on forest resources have been operating in Serbia, employing 52,041 workers (RAS, 2020, Nedeljković *et al.*, 2021).

The total area of forests in Serbia is 2,252,400 ha, which is 29.1% of the total area of the territory of Serbia (the data does not include the territory of Kosovo and Metohija) (Banković *et al.*, 2009). The contribution of the wood pro-

¹ Milica Marčeta, PhD student, University of Belgrade, Faculty of Forestry, Belgrade, e-mail: milica.marceta@sfb.bg.ac.rs

² Ljiljana Keča, Full Professor at University of Belgrade, Faculty of Forestry, Belgrade, e-mail: ljiljana.keca@sfb.bg.ac.rs

³ Stjepan Posavec, Full Professor at University of Zagreb, Faculty of Forestry and wood technology, Zagreb, e-mail: sposavec@sumfak.hr

⁴ Sreten Jelić, Full Professor at University of Belgrade, Faculty of Agriculture, e-mail: sjelic@agrif.bg.ac.rs

cessing sector to Serbia's GDP is lower than its potential. In addition, the export of products with low added value is particularly emphasized, in addition, utilization of production capacities is weak. Taking into account that the work of forest companies is limited by regulations and dynamics in forest cultivation and exploitation, it can be said that the production of wood assortments is seasonal and often cannot supply the increased demand in certain parts of the year (Posavec, Beljan 2013). Due to obsolete and low production, as well as the lack of capacity and underdeveloped production at higher stages of processing, the total income generated in the wood processing sector, given the potential of raw materials, is relatively low (Pirc *et al.*, 2010).

Wood products, which are a result of primary processing, are intended for further processing, and such products are purchased to satisfy the needs of the production process (Blythe, 2006). The market of wood forest products can be defined as a B2B (business to business) market (Leban *et al.*, 2019), where companies purchase raw materials with the intention of their further sale or the production of other products (Salai, Božidarević, 2001; Milisavljević *et al.*, 2004; Hillebrand *et al.*, 2011; Kotler, Pfoertsch, 2006; Gligorijević 2007; Kotler *et al.*, 2007; Hutt *et al.*, 2012; Lamb *et al.*, 2013). Such market is characterized by "derived demand" where the demand for raw materials is conditioned by the requirements and needs of final consumption (Kotler *et al.*, 2006; Kotler *et al.*, 2007; Kotler, Keler, 2008; Gligorijević, 2011; Lamb *et al.*, 2013; Aleksić, 2015; Jokić, Jevtić, 2017).

The **goal** of this research was to gain insight into the opinions and attitudes of the respondents from companies towards particular aspects of the market. In this way, the macroeconomic environment and the influence of internal and external factors on the operations of the analyzed companies were recognized. The **purpose** of this research was to acknowledge and understand the market environment in which the analysed companies operate, and to define recommendations for future management. The **object** of this research were companies in the field of forestry and wood processing, the opinions and reviews on raw material purchase, product placement, attitudes towards purchase procedures and so on. Apart from that, another object of this research were attitudes towards market opportunities in Serbia, as well as the strengths, weaknesses, opportunities and threats in business. The research was conducted during 2019/2020 and included 32 companies in the field of forestry and wood processing from central Serbia.

The criteria for the selection of companies were to: belong to the private sector; belong to the category of small and medium companies (based on the number of employees); purchase raw materials (more than 50%) from state forests; purchase beech and/or oak and/or poplar. These criteria were chosen because such companies are dominant in the analyzed area and well represent the sample in entrepreneurship based on forest resources.

MATERIALS AND METHODS

MATERIJALI I METODE

Along with descriptive statistics and the classic inference methods such as analysis, synthesis, induction and deduction, SWOT and AHP analysis were used. For the purposes of this research a survey was created, consisting of facts, intentions and opinions of the respondents (Hanić *et al.*, 2010). In combination with a structured interview, a survey for authorized personnel of the analysed companies was conducted. The first part of the survey included basic information about the company, such as: type of ownership, location of the company, the number of employees, gender, education and age structure of the employees. Furthermore, it included questions of whether raw materials are supplied only from "Srbijašume" public enterprise and/or from other sources, what are the final products placed on the market, and on which markets they are placed (national, regional and/or international). On the other hand, the method of distribution on both the domestic and international markets of export-oriented companies was examined, with an indication of the countries in which the products are placed. The last question in the first part of the survey targeted the problems in business that the companies encounter. The second part of the survey focused on the respondents' opinions and attitudes towards particular market characteristics of the companies. For that purpose the Likert scale was used (Havelka *et al.*, 1998; Malhotra, 2007; Aker, 2008), ranging from mark 1 to 10, where 1 represented complete dissatisfaction, and 10 represented exceptional satisfaction concerning the given question. The questions were oriented towards the assessment of satisfaction in terms of quantity, quality and price of raw materials they purchase, the complexity of the purchase procedure, but also in terms of the product placement on the domestic and international markets. In the next step, the respondents assessed the competition, market activities conducted by the companies to promote themselves and the satisfaction with the current market share of the company. The third part of the survey included goals of the companies. In accordance with that, with marks 1-5 the respondents expressed their attitude towards the companies' orientation to increasing market share, sales growth, customer and employee satisfaction, the development of the municipality through employment of local population and so on. Prior to the final survey, a pilot survey was conducted in which particular questions, where necessary, were improved, and the corrected form of the survey was then used in further research.

Descriptive statistics was calculated for the observed variables – the number and percentage for categorical variables, and the mean, standard deviation, minimum and maximum for numeric variables. For each characteristic from the scales – company goals, strengths, weaknesses, opportunities and threats, in addition to the number and percentage for marks

1-5 – the median was calculated as a measure of central tendency and mod (the most frequent mark). For each scale Cronbach's coefficient alpha was calculated as the measure of internal consistency and unique mark of scale reliability (Eisinga *et al.*, 2013). If the coefficient's value is greater than 0.7, it is defined as "accepted", and above 0.8 as "good" (Malhotra *et al.*, 2006; Ivy, 2008; Grubor, 2012). Also, for each scale the median mark by the respondents was calculated.

In the next step a SWOT matrix including the following elements was created: strengths and weaknesses (internal factors), and opportunities and threats (external factors) (Kotler *et al.*, 2007). SWOT analysis is a tool used in strategic planning and management in organizations (Helms, Nixon, 2010; Kajanus *et al.*, 2012). The concept of the SWOT analysis is based on recognition and usage of one's own strengths and opportunities from the surroundings, as well as one's own weaknesses, external threats and the reactions to them (Lovreta, 2004; Milisavljević *et al.*, 2004; Schmithüsen *et al.*, 2006). In each part of the SWOT matrix, optional answers were offered, to which the respondents gave a mark of 1-5. In case that the respondent did not recognize some optional strengths, weaknesses, opportunities and threats in the company's business, no mark was given. Also, for each of the four elements blanks were left so that the respondent could individually write the internal and external elements of the SWOT matrix. Since the SWOT analysis does not enable measurements and estimations, the research was integrated with the Analytical Hierarchy Process (AHP) (Saaty 1988; Stojčetović *et al.*, 2016; Abdel-Basset *et al.*, 2018; Ahmed *et al.*, 2019), which represents one of the most common tools in multi-criteria decision-making (Vaidya *et al.*, 2006; Bayram, Üçüncü, 2016).

AHP is a technique for dissolving a complex problem into a hierarchy (Ramlan *et al.*, 2016). On the first level in the hierarchy is the goal, while the criteria, sub-criteria and alternatives are on the next level. AHP is in principle flexible because it offers a solution for relatively complex problems with many criteria and alternatives to relatively easily find relationships between influencing factors recognize their explicit or relative importance and determine the dominance of one factor over another (Atthirawong, McCarthy, 2002). Based on the formulated hierarchy model of the problem, the decision-maker compares the elements in

pairs on every level of the hierarchy in relation to the elements on the higher level. This way, the weighting coefficients of all elements are obtained, which is the basis for the evaluation of alternatives. For the decision-maker, the weighting coefficient represent the measure of relative importance of elements (Forman, Gass, 2001; Russo, Camanho, 2015; Karthikeyan *et al.*, 2016; Taherdoost, 2017). By integrating the AHP model in the already formulated matrix with five dominant characteristics regarding strengths, weaknesses, opportunities and threats, a detailed evaluation of every element within the matrix could be achieved (Elwakil, 2016; Taherdoost, 2017; Goepel, 2018). In this way, it was possible to identify the factors according to which it is necessary to direct actions, with the aim of overcoming the internal weaknesses of the company or acting preventively towards the identified dangers.

All the tables below represent the results of the research, based on the collected surveys.

RESULTS AND DISCUSSION REZULTATI I DISKUSIJA

Descriptive statistics (number and percentage) of ownership, type of respondents, location of the company, number of employees and season workers are shown in Table 1.

Out of the analysed companies, 96.9% are privately owned. Companies are mostly situated outside of the cities, which is justified by the intention that the location of the company and processing industry is near the raw material base. The majority of the companies (40.6%) employ 51-250 employees, and only a small percent of them employ season workers (3.1%). Companies from the field of wood processing mostly belong to the category of small and medium enterprises, which are mostly oriented towards the production of sawn timber (Marčeta *et al.*, 2018). Small and medium enterprises in forestry and wood processing are an important factor in rural areas (Šporčić, 2018; FAO/UNECE, 2020; Mijoč *et al.*, 2021), especially due to the fact that they create employment opportunities for the local population (Jelić, Jovanović, 2018), which is why they represent the link between forestry and the wood industry (Ranković *et al.*, 2012).

The average number of employees is 112 (Table 2). The average percentage of women is 23.3% and men 76.7%, which indicates the predominance of the male population in the

Table 1 Statistics of individual company characteristics

Tablica 1. Statistika pojedinih obilježja tvrtki

| Ownership / <i>Vlasništvo</i> | | Type of respondents / <i>Tip ispitanika</i> | | | | | Location of the enterprise / <i>Lokacija tvrtke</i> | | Number of employees / <i>Broj zaposlenih</i> | | | | Season workers / <i>Sezonski radnici</i> | |
|----------------------------------|------------------------------|---|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|-----------------------|--|------|---|--------|-------|----------|---|------|
| Public / <i>Državno</i> | Private / <i>Privatno</i> | Director / <i>Direktor</i> | Manager / <i>Poslovoda</i> | Owner / <i>Vlasnik</i> | Employed / <i>Zaposlen</i> | City / <i>Grad</i> | Other settlement / <i>Ostala naselja</i> | 1–10 | 11–50 | 51–250 | > 250 | Yes / Da | No / Ne | |
| % | 3.1 | 96.9 | 37.5 | 3.1 | 31.2 | 28.1 | 34.4 | 65.6 | 15.6 | 37.5 | 40.6 | 6.2 | 3.1 | 96.9 |

Table 2 Socio characteristics of the analyzed companies

Tablica 2. Sociološke karakteristike analiziranih tvrtki

| Characteristic / Karakteristika | Average / Prosjek | St. deviationon / St. devijacija | Minimum / Minimum | Maximum / Maksimum |
|--|-------------------|----------------------------------|-------------------|--------------------|
| Number of employees / Broj zaposlenih | 112.1 | 298.4 | 4 | 1711 |
| Percentage of women / Postotak žena | 23.3% | 18.1% | / | 70.6% |
| Percentage of men / Postotak muškaraca | 76.7% | 18.1% | 29.4% | 100% |
| Degree of education / Stupanj obrazovanja | | | | |
| Primary school / Osnovna škola | 31.8% | 27.4% | / | 100% |
| High school / Srednja škola | 60.3% | 26.1% | / | 100% |
| High school / Visoka škola | 3.6% | 4.5% | / | 21.7% |
| Faculty / Fakultet | 4.3% | 6.2% | / | 23.6% |

analysed companies. Women mostly work in administrative and commercial positions, while they are much less directly part of the production process. Regarding the educational structure, on average 31.8% of employees had the educational degree of primary school, 60.3% high school, 3.6% college and 4.3% university. The unfavourable educational structure is reflected through the more intensive use of manual work and production with characteristics of primary processing. When it comes to the employees with higher level of education, they mostly occupy leading and managerial positions. It was determined that 96.9% of companies purchase raw materials only from "Srbijašume" public enterprise, and 56.2% from "Srbijašume" public enterprise and other sources, such as from private individuals, import, "Vojvodinašume" public enterprise and the Faculty of Forestry (educational facilities).

A similar percentage the respondents rated the importance of increasing market share. Thus, 31.2% of respondents see it as an extremely important goal of the company, 28.1% as important, and 31.2% as neither unimportant nor important (Table 3). The importance of market share is certainly a significant component, especially when companies compete with similar products and target customer groups. The results for market share are similar to the results for profit. Therefore, 28.1% of the respondents believe the profit to be

an important goal of the company, 31.2% believe it to be important and 34.4% think it is neither unimportant nor important. These results certainly express the view that profit represents the primary, but not the only motive for business of the analysed companies.

Regarding the development of the municipality through employment of the local population, 34.4% of the respondents consider this goal to be important, and 28.1% have a neutral attitude. These relationships indicate a partially developed awareness of the need for the development of local environment, through the individual contribution of each company (job creation), which indirectly affects the improvement of the population standards in these areas. In addition, 43.8% of the respondents consider sales growth to be an important goal, and 3.4% have a neutral position on the matter. The majority of the companies are oriented towards growth and development, and thus on the improvement of sales, while other companies tend to maintain the current level of sales and clients. The reason may be the lack of capacity with which companies could meet the demands of increased production and demand.

Customer satisfaction was evaluated by 50% of the respondents as an extremely important goal, and by 43.8% as important. This indicates that good business relations, in the form of customer satisfaction, are a prerequisite for good

Table 3 Company goals

Tablica 3. Ciljevi poduzeća

| Company goals / Ciljevi tvrtke | Mark / Ocjena * | | | | | Median / Medijana | Mod / Mod |
|---|-----------------|------|------|------|------|-------------------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| Increasing the market share of the company / Povećanje tržišnog djela tvrtke | / | 9.4 | 31.2 | 28.1 | 31.2 | 4 | 3, 5 |
| Profit / Profit | / | 6.2 | 34.4 | 31.2 | 28.1 | 4 | 3 |
| Development of the municipality through employment of the local population / Razvoj općine kroz zapošljavanje lokalnog stanovništva | 6.2 | 18.8 | 28.1 | 34.4 | 12.5 | 3 | 4 |
| Sales growth / Rast prodaje | / | / | 34.4 | 43.8 | 21.9 | 4 | 4 |
| Customer satisfaction / Zadovoljstvo kupaca | / | / | 6.2 | 43.8 | 50.0 | 4.5 | 5 |
| Employee satisfaction / Zadovoljstvo zaposlenih | / | 6.2 | 18.8 | 21.9 | 53.7 | 5 | 5 |
| Preserving the environment through socially responsible business / Očuvanje okoliša kroz društveno odgovorno poslovanje | / | 3.1 | 18.8 | 28.1 | 50.0 | 4.5 | 5 |
| Increasing production efficiency / Povećanje učinkovitosti proizvodnje | / | 3.1 | 12.5 | 40.6 | 43.8 | 4 | 5 |

*1 – completely unimportant, 2 – unimportant, 3 – neither unimportant nor important, 4 – important, 5 – extremely important / 1 – potpuno nebitno, 2 – nebitno, 3 – ni nebitno ni bitno, 4 – bitno, 5 – vrlo bitno

Table 4 Statistics of raw material purchase and production

Tablica 4. Statistika nabave sirovine i proizvodnje

| TYPE OF TREE FOR PURCHASE / VRSTA DRVA ZA NABAVU | %* | PRODUCT / PROIZVOD | %** | PRODUCT / PROIZVOD | %** | PRODUCT / PROIZVOD | %** |
|--|------|----------------------------------|-----|--|------|--|------|
| Beech / <i>Bukva</i> | 78.1 | Furnir / <i>Veneer</i> | 3.1 | Crates / <i>Gajbe</i> | 9.4 | Panels / <i>Paneli</i> | 3.1 |
| Poplar / <i>Topola</i> | 18.8 | Rough lumber / <i>Oblice</i> | 3.1 | Chipboard / <i>Iverica</i> | 6.2 | Briquette / <i>Briket</i> | 9.4 |
| Oak / <i>Hrast</i> | 18.8 | Poles / <i>Stubovi</i> | 6.2 | Glued-laminated timber / <i>Lijepljene ploče</i> | 3.1 | Square edged timber / <i>Okradjena grada</i> | 9.4 |
| Conifers / <i>Četinjače</i> | 21.9 | Pallets / <i>Palete</i> | 9.4 | Firewood / <i>Ogrev</i> | 3.1 | Parquet elements / <i>Elementi za parket</i> | 37.5 |
| Black locust / <i>Bagrem</i> | 6.2 | Stripe / <i>Friza</i> | 6.2 | Board / <i>Daska</i> | 25.0 | Parquet / <i>Parket</i> | 3.1 |
| | | Chip wood / <i>Sjeckano drvo</i> | 3.1 | Furniture / <i>Namještaj</i> | 28.1 | Pellet / <i>Pelet</i> | 34.4 |

*The percentage represents the share of the analyzed companies in the purchase of certain tree species / Postotak predstavlja udio analiziranih poduzeća u otkupu određenih vrsta stabala.

**The percentages represent the share of the analyzed companies in the production of certain products / Postotak predstavlja udio analiziranih poduzeća u proizvodnji određenih proizvoda.

business and represent one of the most effective tools of promotion. As with the customer satisfaction evaluation, the largest percentage of respondents consider employee satisfaction (53.7%) and environmental protection through socially responsible business (50%) to be extremely important company goals. This emphasizes the development of the socio-ecological dimension in business and modern business concepts that companies have implemented in their business activities.

In addition, 43.8% of the respondents believe that increasing production efficiency is an extremely important goal, and 40.6% consider it important, which indicates the possibility of achieving business goals through the improvement of organizational processes. Cronbach coefficient alpha was 0.8, which indicates a good reliability of the company goals scale. The average mark by all respondents was 3.99, and standard deviation was 0.56. The lowest average mark was 2.6, and the highest 5.

As the main, commercially important wood products, beams, slabs and planks, i.e. sawn timber stand out (Owusu *et al.*, 2018), which, to a certain extent, coincides with the results of this research, where, in addition to sawn timber, parquet elements are also very important for the business portfolio of analysed companies.

The reason why share of different products are higher than 100% is because one company participates in several analyzed

options. Regarding the representation in the forest fund, beech is purchased in the largest percentage (78.1%), followed by conifers (21.9%), and then poplar and oak (18.8% each). As for the company's products, the largest share occupies the production of parquet elements (37.5% of companies) and pellets (34.4%), followed by furniture (28.1%) and boards (25%) (Table 4). Taking into account the wide range of forestry goods and services, wood is still considered to be the main product due to its high economic and market value (Posavec, 2006; Sabadi, 2007; Danilović, Gačić, 2014; Posavec *et al.*, 2018; Mijoč *et al.*, 2021).

Fifty percent (50%) of companies sell their products on the domestic market, and 87.5% on the domestic and international market. Most of the companies that export wood place their products on the market in the countries of the European Union (75% of the exporting companies). Within the European Union, the countries in which it is mostly exported to are: Slovenia and Italy (42.9%), Germany (17.9%), Romania (14.3%), France, Greece, Croatia, Bulgaria (10.7%), and Belgium (7.1%). It is least exported to Spain, Denmark, Poland, England and Hungary (3.6%). Twelve companies (42.9%) export outside the European Union, mostly to Macedonia (39.3%), Bosnia and Herzegovina (14.3%) and Montenegro (7.1%). The other countries include South Korea (7.1%), Albania, Turkey, China, USA, Canada (3.6%). All this indicates a developed export orien-

Table 5 Descriptive statistics on the manner of placement on the domestic / foreign market and business problems

Tablica 5. Deskriptivna statistika načina plasmana na domaćem/međunarodnom tržištu i problema u poslovanju

| Way of placement on the domestic market / Način plasmana na domaćem tržištu | Way of placement on the international market* / Način plasmana na međunarodnom tržištu* | Business problems / Problemi u poslovanju |
|---|---|---|
| Other processors / Drugi prerađivači | 37.5% | Other processors / Drugi prerađivači |
| Own retail facilities / Vlastiti maloprodajni objekti | 12.5% | Own retail facilities / Vlastiti maloprodajni objekti |
| Furniture salons / Saloni namještaja | 9.4% | Furniture salons / Saloni namještaja |
| Wholesale / Veleprodaja | 46.9% | Wholesale / Veleprodaja |

* The percentage was calculated based on 28 companies that export their products

* Postotak je izračunat u odnosu na 28 poduzeća koja izvoze svoje proizvode

tation of the analysed companies and a strong diversification of the markets they supply with their products.

In terms of product placement on the domestic market, most companies distribute products through wholesalers (46.9%), followed by other processors (37.5%). Of the 28 companies that export, most of them (57.1%) sell their products to other processors or, in the same percentage, to wholesalers (Table 5). These two types of placement are recognized as dominant in terms of distribution, especially bearing in mind that, to a large extent, these are semi-finished products intended for further production processes.

The most frequently encountered problems in business are billing (31.2%) and the market (25%), while 15.6% cite raw materials as a problem. In addition, one of the problems faced by companies are illiquid market and difficult possibilities for collecting receivables. The quantitative limitation in the purchase of raw materials certainly affects the scope of production as well, and, indirectly, the satisfaction of market demand. Also, personnel resources and limited opportunities for investments in modernizing production facilities and processes are among problems in the analysed companies' business.

Opinions and attitudes towards companies' business – Mišljenja i stavovi o poslovanju poduzeća

In this chapter the results related to the opinions and attitudes of the respondents regarding certain segments of business significant for the timber products market are presented.

Most of the respondents (43.8%) were very satisfied with the quantity and quality of raw materials they purchase from "Srbijašume" PE, and Nonić *et al.* (2018) obtained similar results. As for the raw material purchase procedure, 37.5% of respondents are very satisfied with the procedure, while 25% have a neutral attitude. The level of satisfaction with the procedure of placing products on the domestic and international markets is similar, 25% of respondents are very satisfied, and 28.1% are satisfied with the procedure. Moreover, 37.5% of respondents are very satisfied, and 34.4% of them are satisfied with the company's market share (Table 6). All this indicates a market climate that is, when it comes to forest products, balanced and functional in terms of raw material purchase (in quantitative and qualitative terms) and placement (in bureaucratic and administrative terms).

The degree of respondents' satisfaction with the fact that the state defines the price of raw materials is relatively evenly distributed across all categories, 25% of them are very dissatisfied with it, and 21.9% are very satisfied. Price formation on the state level creates two different aspects towards this matter. On the one hand, it ensures safety regarding the level of prices in a given period, while, on the other hand, this type of price formation is manifested through slow adaptation to dynamic market conditions. Practically, prices are formed based on the supply, demand and expenses from the moment of felling and wood production to the place of delivery (Keča *et al.*, 2015). The largest percentage of respondents (53.1%) rated the competition for the purchase of raw materials as very strong, and 68.8% pointed out product placement. This indicates that a rela-

Table 6 Assessment of satisfaction levels and different aspects of business

Tablica 6. Ocjena razine zadovoljstva i različitih načina poslovanja

| Business aspect of the company / Aspekt poslovanja tvrtke | Mark / Ocjena* | | | | | Median / Mediana | Mod / Mod |
|---|-----------------------|----------|--------------|----------|----------|-------------------------|------------------|
| | 1 | 2 | 3 (%) | 4 | 5 | | |
| Satisfaction / Zadovoljstvo | | | | | | | |
| Quantity of raw material from PE "Srbijašume" / Količina sirovine iz JP „Srbijašume“ | 9.4 | 18.8 | 15.6 | 12.5 | 43.8 | 4 | 5 |
| Quality of raw materials from PE "Srbijašume" / Kvaliteta sirovine iz JP „Srbijašume“ | 9.4 | 15.6 | 9.4 | 43.8 | 21.9 | 4 | 4 |
| Price of raw materials / Cijena sirovine | 21.9 | 21.9 | 15.6 | 18.8 | 21.9 | 3 | 1, 2, 5 |
| Procedure for purchasing of raw materials / Procedura otkupa sirovine | / | 12.5 | 25.0 | 18.8 | 37.5 | 4 | 5 |
| Procedure for placing of raw materials on the domestic market / Procedura plasmana sirovine na domaće tržište | / | 9.4 | 28.1 | 28.1 | 25.0 | 4 | 3, 4 |
| Procedure for placing of raw materials on the foreign market / Procedura plasmana sirovine na strano tržište | 6.2 | / | 18.8 | 28.1 | 25.0 | 4 | 4 |
| Market share of the company / Udio tvrtke na tržištu | 0 | 15.6 | 12.5 | 34.4 | 37.5 | 4 | 5 |
| Formation of the price of raw materials by the state / Formiranje cijene sirovine od strane države | 25.0 | 18.8 | 12.5 | 12.5 | 21.9 | 3 | 5 |
| Competition for the supply of raw materials / Konkurenca za nabavu sirovine | 12.5 | 9.4 | 3.1 | 18.8 | 53.1 | 4 | 5 |
| Competition between wood processing companies / Konkurenca između tvrtki za prerađu drva | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 12.5 | 68.8 | 5 | 5 |
| Marketing activities in companies / Marketinške aktivnosti tvrtke | 18.8 | 15.6 | 6.2 | 12.5 | 43.8 | 4 | 5 |

*1 – completely unimportant, 2 – unimportant, 3 – neither unimportant nor important, 4 – important, 5 – extremely important / 1 – potpuno nebitno, 2 – nebitno, 3 – ni nebitno ni bitno, 4 – bitno, 5 – vrlo bitno

Table 7 Descriptive statistics of business strengths of the analyzed companies

Tablica 7. Deskriptivna statistika snaga u poslovanju analiziranih tvrtki

| STRENGTH / SNAGE | Mark / Ocjena* | | | | | Median / Medijana | Mod / Mod |
|--|----------------|------|------|------|------|-------------------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| Qualified and professional workforce (%) / Kvalificirana i stručna radna snaga (%) | 9.4 | 6.2 | 28.1 | 12.5 | 43.8 | 4 | 5 |
| Price competitiveness (%) / Cjenovna konkurentnost (%) | 3.1 | 3.1 | 28.1 | 37.5 | 28.1 | 4 | 4 |
| Quality of raw material (%) / Kvaliteta sirovinske baze (%) | 3.1 | / | 25.0 | 31.2 | 40.6 | 4 | 5 |
| Fast and efficient placement process (%) / Brz i učinkovit proces plasmana (%) | / | 9.4 | 6.2 | 40.6 | 43.8 | 4 | 5 |
| Good business cooperation with customers (%) / Dobra poslovna suradnja sa kupcima (%) | / | / | 6.2 | 18.8 | 75.0 | 5 | 5 |
| Tradition and many years of work experience (%) / Tradicija i dugogodišnje iskustvo u radu (%) | 3.1 | / | 15.6 | 25.0 | 56.2 | 5 | 5 |
| Proximity to the raw material base (%) / Blizina sirovinske baze (%) | / | 9.4 | 15.6 | 25.0 | 50.0 | 4.5 | 5 |
| Relationship between price and product quality (%) / Odnos cijena i kvalitete proizvoda (%) | / | 12.5 | 15.6 | 37.5 | 34.4 | 4 | 4 |
| Deadlines and efficient delivery (%) / Poštivanje rokova i učinkovita isporuka (%) | 3.1 | / | 3.1 | 37.5 | 56.2 | 5 | 5 |

*1 – completely unimportant, 2 – unimportant, 3 – neither unimportant nor important, 4 – important, 5 – extremely important / 1 – potpuno nebitno, 2 – nebitno, 3 – ni nebitno ni bitno, 4 – bitno, 5 – vrlo bitno

tively large number of companies compete for a limited offer, primarily from the sources of "Srbijašume" PE. Besides, a higher concentration of companies in a certain area, as well as illegal flows of forestry products through the grey economy, create preconditions for (unfair) competition. Considering that the majority of the analysed companies have their own website or use social networks for promotional purposes, the marketing activities of the companies (43.8%) were evaluated as very strong.

SWOT and A'WOT analyses – SWOT i A'WOT analiza

In order to gain insight into the internal characteristics of the companies, the respondents evaluated certain categories as strengths (Table 7).

As extremely important strengths, the largest percentage of respondents rated: good business cooperation with customers (75%), tradition and many years of work experience (56.2%) and proximity to the raw material base (50%). Relationship between price and product quality was assessed by 37.5% of respondents as important and by 34.4% as an extremely important strength. 56.2% of respondents consider meeting deadlines and efficient delivery to be extre-

mely important and 37.5% of them consider it an important strength in their business (Table 7). Cronbach coefficient alpha was 0.73, which indicates a good reliability of the company strengths scale. The mean value of average marks by all respondents was 4.15, and standard deviation was 0.55. The lowest average mark was 2.9, and the highest 5.

A significant component in determining companies' weaknesses is the identification of one's own weaknesses and the creation of a business strategy that will help overcome them.

The weaknesses that the respondents evaluated with the highest marks were: high business expenses and restrictions in the supply of raw materials (40.6%). The following were recognized as important weaknesses: lack of qualified and professional workforce, high business expenses and dependence on raw material suppliers (31.2%). The respondents were indifferent towards the obsolescence of equipment and machinery (43.8%) and weakening of the competitive position on the market (40.6%) (Table 8). Cronbach coefficient alpha was 0.77, which indicates a good reliability of the company weaknesses scale. The average mark of all companies was 3.18, and standard deviation was 0.78. The lowest average mark was 1, and the highest 4.7.

Table 8 Descriptive statistics of business weaknesses of the analyzed companies

Tablica 8. Deskriptivna statistika slabosti u poslovanju analiziranih tvrtki

| WEAKNESSES / SLABOSTI | Mark / Ocjena* | | | | | Median / Medijana | Mod / Mod |
|---|----------------|------|------|------|------|-------------------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| Organization of work in the company (%) / Organizacija rada u tvrtki (%) | 15.6 | 15.6 | 34.4 | 15.6 | 18.8 | 3 | 3 |
| Insufficient capacity utilization (%) / Nedovoljna iskorištenost kapaciteta (%) | 12.5 | 25.0 | 31.2 | 21.9 | 9.4 | 3 | 3 |
| Obsolescence of equipment and machinery (%) / Zastarjelost opreme i strojeva (%) | 15.6 | 9.4 | 43.8 | 21.9 | 9.4 | 3 | 3 |
| Lack of qualified and professional workforce (%) / Nedostatak kvalificirane i stručne radne snage (%) | 21.9 | 9.4 | 9.4 | 31.2 | 28.1 | 4 | 4 |
| Narrow product range (%) / Preuzak proizvodni asortiman (%) | 25.0 | 25.0 | 31.2 | 15.6 | 3.1 | 2.5 | 3 |
| High business expenses (%) / Visoki troškovi poslovanja (%) | 9.4 | 9.4 | 9.4 | 31.2 | 40.6 | 4 | 5 |
| Restriction in the supply of raw materials (%) / Ograničenost u opskrbu sirovinom (%) | 6.2 | 18.8 | 21.9 | 12.5 | 40.6 | 4 | 5 |
| Dependence on raw material suppliers (%) / Ovisnost o dobavljačima sirovine (%) | 6.2 | 12.5 | 15.6 | 31.2 | 34.4 | 4 | 5 |
| Weakening of competitive position in the market (%) / Slabljenje konkurenetskog položaja na tržištu (%) | 21.9 | 18.8 | 40.6 | 12.5 | 6.2 | 3 | 3 |

*1 – completely unimportant, 2 – unimportant, 3 – neither unimportant nor important, 4 – important, 5 – extremely important / 1 – potpuno nebitno, 2 – nebitno, 3 – ni nebitno ni bitno, 4 – bitno, 5 – vrlo bitno

Table 9 Descriptive statistics of business opportunities of the analyzed companies

Tablica 9. Deskriptivna statistika mogućnosti u poslovanju analiziranih tvrtki

| OPPORTUNITIES / PRILIKE | Mark / Ocjena* | | | | | Median / Medijana | Mod / Mod |
|---|----------------|------|------|------|------|-------------------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| Orientation to foreign markets (%) / Orientacija prema inozemnim tržištima (%) | 12.5 | 6.2 | 12.5 | 9.4 | 59.4 | 5 | 5 |
| Encourage of local self-government for business operations (%) / Poticaj lokalne samouprave poslovanju tvrtke (%) | 28.1 | 21.9 | 18.8 | 15.6 | 15.6 | 2.5 | 1 |
| Association with other companies (%) / Udrživanje sa drugim tvrtkama (%) | 37.5 | 28.1 | 21.9 | 3.1 | 9.4 | 2 | 1 |
| Introduction of new products (%) / Uvođenje novih proizvoda (%) | 6.2 | 9.4 | 12.5 | 25.0 | 46.9 | 4 | 5 |
| High demand for wood assortments (%) / Velika potražnja za drvnim sortimentima (%) | 9.4 | 6.2 | 25.0 | 15.6 | 43.8 | 4 | 5 |
| Raising the level of product finalization (%) / Podizanje razine finalizacije proizvoda (%) | 6.2 | 9.4 | 12.5 | 25.0 | 46.9 | 4 | 5 |
| Occupying new segments of the domestic market (%) / Osvajanje novih segmenata domaćeg tržišta (%) | 25.0 | 15.6 | 9.4 | 31.2 | 18.8 | 3.5 | 4 |
| Expansion of production capacities (%) / Proširenje proizvodnih kapaciteta (%) | 3.1 | 9.4 | 21.9 | 18.8 | 46.9 | 4 | 5 |
| Investing in new technologies and equipment (%) / Investiranje u novije tehnologije i opremu (%) | 0 | 6.2 | 15.6 | 18.8 | 59.4 | 5 | 5 |

*1 – completely unimportant, 2 – unimportant, 3 – neither unimportant nor important, 4 – important, 5 – extremely important / 1 – potpuno nebitno, 2 – nebitno, 3 – ni nebitno ni bitno, 4 – bitno, 5 – vrlo bitno

Recognizing opportunities and acting in the direction of using them is a very important component of strategic action and directing the company's business policy. In that sense, the respondents identified and evaluated the opportunities (Table 9).

The majority of the respondents (59.4%) believe that orientation towards foreign markets is an extremely important opportunity. The largest number of respondents (46.9%) also see introduction of new products, raising the level of product finalization and expansion of production capacities as extremely important. Furthermore, 43.8% of respondents view the high demand for wood assortments as an extremely important opportunity. Occupying new segments of the domestic market is seen by 31.2% as an important opportunity, but also by 25% as completely unimportant. The majority of respondents (59.4%) rated investing in newer technologies and equipment as an extre-

mely important opportunity (Table 9). In order to achieve the efficiency and effectiveness of business, but also to improve the connection between forestry and the wood industry, it is necessary to strive towards harmonizing the amount and production structure, to establish a transparent procedure for the sale of wood assortments, to encourage the development of production programs and technological progress, using innovative and original design, as well as through the education and selection of professional staff (Delić *et al.*, 2016). Cronbach coefficient alpha was 0.71, which indicates a good reliability of the company opportunities scale. The mean value of average marks by all respondents was 3.54, and standard deviation was 0.69. The lowest average mark was 2.2, and the highest was 5.

Timely monitoring of market trends and recognition of potential threats to the company's operations ensure a proactive approach and better preparation for their elimination

Table 10 Descriptive statistics of business threats in the analyzed companies

Tablica 10. Deskriptivna statistika prijetnji u poslovanju analiziranih tvrtki

| THREATS / PRIJETNJE | Mark / Ocjena* | | | | | Median / Medijana | Mod / Mod |
|---|----------------|------|------|------|------|-------------------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| Instability in the quantity purchased (%) / Nestabilnost nabavljene količine sirovine (%) | 6.2 | 15.6 | 12.5 | 18.8 | 46.9 | 4 | 5 |
| Adverse demographic trends affecting product placement (%) / Nepovoljna demografska kretanja koja utječu na plasman proizvoda (%) | 25.0 | 15.6 | 18.8 | 21.9 | 18.8 | 3 | 1 |
| Decline in economic strength of the population (%) / Pad ekonomске snage stanovništva (%) | 21.9 | 21.9 | 25.0 | 15.6 | 15.6 | 3 | 3 |
| Slow market growth (%) / Spori rast tržišta (%) | 18.8 | 12.5 | 31.2 | 28.1 | 9.4 | 3 | 3 |
| Complexity of raw material purchase procedure (%) / Složenost procedure nabave sirovine (%) | 15.6 | 15.6 | 43.8 | 15.6 | 9.4 | 3 | 3 |
| Complexity of product placement procedure (%) / Složenost procedure plasmana proizvoda (%) | 18.8 | 9.4 | 37.5 | 18.8 | 15.6 | 3 | 3 |
| Long product billing period (%) / Dugo razdoblje naplate proizvoda (%) | 25.0 | 9.4 | 31.2 | 9.4 | 25.0 | 3 | 3 |
| Increased pressure from competitors in the market (%) / Povećan pritisak konkurenata na tržištu (%) | 18.8 | 12.5 | 25.0 | 25.0 | 18.8 | 3 | 3, 4 |
| Illiquid market (%) / Nelikvidnost tržišta (%) | 25.0 | 15.6 | 28.1 | 12.5 | 18.8 | 3 | 3 |

*1 – completely unimportant, 2 – unimportant, 3 – neither unimportant nor important, 4 – important, 5 – extremely important / 1 – potpuno nebitno, 2 – nebitno, 3 – ni nebitno ni bitno, 4 – bitno, 5 – vrlo bitno

or minimization. Based on this, the evaluation of certain categories of threats was carried out by respondents regarding the analysed companies (Table 10).

The largest percentage of respondents (46.9%) sees the instability of purchased quantities as an extremely important threat. The majority of them evaluate the decline of the population's economic power negatively or neutrally as a significant threat. Regarding the slow growth of the market, 31.2% of respondents believe that it is neither an unimportant nor an important threat. Most of the respondents (43.8%) believe that the complexity of the raw material purchase procedure is neither an important nor an unimportant threat, and the complexity of the product placement procedure amounts to 37.5%. Moreover, 31.2% of respondents see a long product billing period as neither an important nor an unimportant threat, but 25% of them see it as extremely important or completely irrelevant (Table 10). Cronbach coefficient alpha was 0.87, which indicates a good

reliability of the company threats scale. The average mark of all companies was 3.05, and standard deviation was 0.95. The lowest average mark was 1, and the highest 4.7.

Table 11 shows the average values of individual elements of the SWOT matrix, in descending sequence.

Internal strengths/weaknesses of the company and external opportunities and threats were identified through the answers of the respondents (Table 11). As the most important **strengths**, the respondents pointed out interaction with customers through good business cooperation, meeting deadlines and many years of work experience. The factors mostly evaluated as **weaknesses** were: dependence on raw material suppliers, restrictions in its supply, as well as high business expenses, regarding the timely payment of suppliers, material expenses, overhead expenses, etc. As **opportunities**, the respondents emphasized investing, orientation towards foreign markets, expansion of production

Table 11 SWOT analysis

Tablica 11. SWOT analiza

| STRENGTHS / PREDNOSTI | Mark / Ocjena (1 – 5) | WEAKNESSES / SLABOSTI | Mark / Ocjena (1 – 5) |
|---|-----------------------|---|-----------------------|
| Good business cooperation with customers / Dobra poslovna suradnja sa kupcima | 4.7 | Dependence on raw material suppliers / Ovisnost o dobavljačima sirovine | 3.8 |
| Deadlines and efficient delivery / Poštivanje rokova i učinkovita isporuka | 4.4 | High business expenses / Visoki troškovi poslovanja | 3.8 |
| Tradition and many years of work experience / Tradicija i dugogodišnje iskustvo u radu | 4.3 | Restriction in the supply of raw materials / Ograničenost u opskribi sirovinom | 3.6 |
| Fast and efficient placement process / Brz i učinkovit proces plasmana | 4.2 | Lack of qualified and professional workforce / Nedostatak kvalificirane i stručne radne snage | 3.3 |
| Proximity to the raw material base / Blizina sirovinske baze | 4.2 | Organization of work in the company / Organizacija rada u tvrtki | 3.1 |
| Quality of raw material / Kvaliteta sirovinske baze | 4.1 | Obsolescence of equipment and machinery / Zastarjelost opreme i strojeva | 3.0 |
| Relationship between price and product quality / Odnos cijena i kvalitete proizvoda | 3.9 | Insufficient capacity utilization / Nedovoljna iskorištenost kapaciteta | 2.9 |
| Qualified and professional workforce / Kvalificirana i stručna radna snaga | 3.8 | Weakening of competitive position in the market / Slabljenje konkurenetskog položaja na tržištu | 2.6 |
| Price competitiveness / Cjenovna konkurentnost | 3.8 | Narrow product range / Preuzak proizvodni assortiman | 2.5 |
| OPPORTUNITIES / PRILIKE | Mark / Ocjena (1 – 5) | THREATS / PRIJETNJE | Mark / Ocjena (1 – 5) |
| Investing in new technologies and equipment / Investiranje u novije tehnologije i opremu | 4.3 | Instability in the quantity purchased / Nestabilnost u količini nabavljene količine | 3.8 |
| Orientation to foreign markets / Orientacija prema inozemnim tržištima | 4.0 | Increased pressure from competitors in the market / Povećan pritisak konkurenata na tržištu | 3.1 |
| Introduction of new products / Uvođenje novih proizvoda | 4.0 | Long product billing period / Dugo razdoblje naplate proizvoda | 3.0 |
| Expansion of production capacities / Proširenje proizvodnih kapaciteta | 4.0 | Complexity of product placement procedure / Složenost postupka plasmana proizvoda | 3.0 |
| Raising the level of product finalization / Podizanje razine finalizacije proizvoda | 4.0 | Slow market growth / Spori rast tržišta | 3.0 |
| High demand for wood assortments / Velika potražnja za drvnim sortimentima | 3.8 | Adverse demographic trends affecting product placement / Nepovoljna demografska kretanja koja utječu na plasman proizvoda | 2.9 |
| Occupying new segments of the domestic market / Osvajanje novih segmenata domaćeg tržišta | 3.0 | Complexity of raw material purchase procedure / Složenost procedure nabave sirovine | 2.9 |
| Encourage of local self-government for business operations / Poticaj lokalne samouprave poslovanju tvrtke | 2.7 | Illiiquid market / Nelikvidno tržište | 2.8 |
| Association with other companies / Udrživanje sa drugim tvrtkama | 2.2 | Decline in economic strength of the population / Pad ekonomski snage stanovništva | 2.8 |

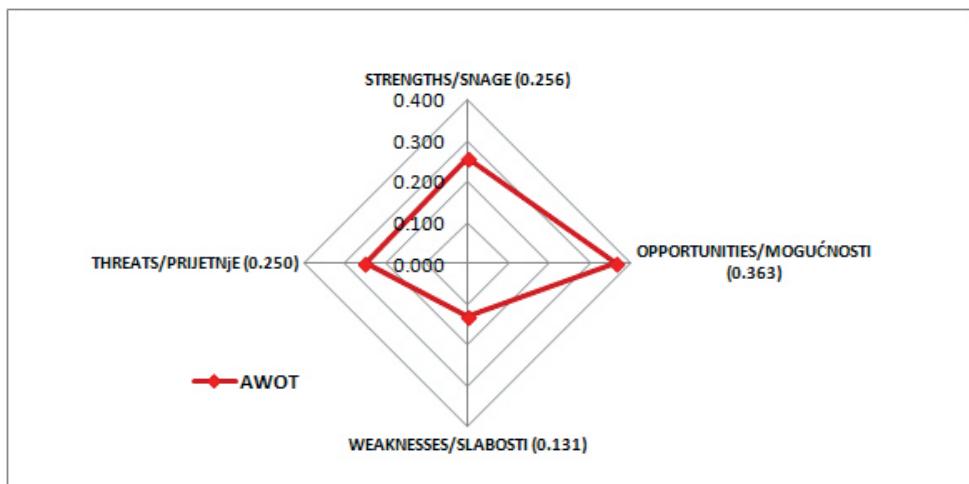


Figure 1 A'WOT analysis
Slika 1. A'WOT analiza

capacities, the introduction of new products, etc. In the category of **threats**, the respondents as most important evaluated to the instability in the purchase of raw materials, the influence of competition, long product billing period, etc. By applying AHP analysis on elements of the SWOT matrix, mean values were obtained, as shown in Figure 1.

In relation to other elements, according to the results of the A'WOT analysis, the highest value was obtained by the factors related to **opportunities** (**0.363**). These factors are based on investments in facilities and technology, development of production lines and expansion of capacities, opening of new markets with the encouragement of export orientation, etc. **Threats** (**0.250**) are reflected in the instability of the purchase of raw materials, the influence of competition and the illiquid market. On the other hand, complex procedures in the purchase and placement of products, the decline in the economic power of people, etc. were highlighted. **Strengths** (**0.256**) include good business relations and cooperation with customers, as well as proximity and quality of raw materials. In addition, the relationship between the price and product quality, along with the existence of qualified and professional workforce, etc., was highlighted. **Weaknesses** (**0.131**) are expressed through high dependence on suppliers, the possibility of obtaining sufficient quantities of raw materials, obsolescence of equipment and machinery with insufficient capacity utilization, narrow product range, low level of product finalization.

CONCLUSION ZAKLJUČAK

This research included 32 privately owned companies and one company in mixed ownership. The average number of employees was 112, with the majority of men (76.7%). The majority of employees have secondary education (60.3%),

31.8% of employees have elementary education, 3.6% have college education and 4.3% have university education. Almost all companies (96.9%) purchase raw materials from "Srbijašume" PE, and 56.2% from other sources, besides "Srbijašume" PE (import, "Vojvodinašume" PE and the Faculty of Forestry - teaching facilities). According to the analyzed companies, the most purchased species are beech (78.1%) and conifers (21.9%), followed by poplar and oak clones with 18.8%. The assortment of products includes sawn timber (37.5%), pellets (34.4%), furniture (28.1%) and boards (25%), which are exported to the international market (87.5% of companies) through wholesale. Fifty percent (50%) of companies sell products on the domestic market, and 87.5% on the domestic and international market. The business problems that were mostly identified are billing (31.2%) and the market (25%), while 15.6% cited raw materials.

Analysing opinions and attitudes towards companies' business, 43.8% of the respondents expressed their satisfaction with the quality and quantity of raw materials they purchase from "Srbijašume". 37.5% of respondents are very satisfied with the procedure regarding the purchase of raw materials, while 25% are neutral. The level of satisfaction with the procedure of product placement on the domestic and foreign markets has a similar profile: 25% of respondents are very satisfied, and 28.1% of them are satisfied with the procedure. When it comes to their market share, 37.5% of respondents are very satisfied, and 34.4% are satisfied. Twenty-five percent (25%) of respondents are very dissatisfied with the fact that the state forms the price of raw materials, and 21.9% are very satisfied. The majority of the respondents (53.1%) rated the competition for the procurement of raw materials as very strong, but also the competition between companies on the market (68.8%). The marketing activities of the company (43.8%) were evaluated as very strong.

By analysing the companies' goals, increasing the company's market share was rated as extremely important by 31.2%, as important by 28.1% and as neither important nor important by 31.2% of respondents. In addition, 28.1% of respondents consider profit as an extremely important company goal, 31.2% as important and 34.4% neither unimportant nor important. On the other hand, 43.8% of respondents see sales growth as an important goal of the company, but also 34.4% of them have a neutral attitude towards that question. Moreover, 50% of respondents consider customer satisfaction to be an extremely important goal, and 43.8% consider it important; employee satisfaction was cited by 53.7% and preserving the environment through socially responsible business by 50%, while increasing production efficiency is considered extremely important by 43.8% of respondents and by 40.6% as an important goal.

Based on the SWOT analysis, the most important strengths are interaction with customers through good business cooperation, meeting deadlines and many years of work experience. Among weaknesses, dependence on raw material suppliers, restrictions on its supply, as well as high operating expenses were pointed out. As opportunities, the respondents emphasized investing, orientation towards foreign markets, expansion of production capacities, the introduction of new products, etc. Threats included instability in the purchase of raw materials, the influence of competition, long product billing periods, etc. According to the results of the A'WOT analysis, in relation to other elements, the greatest value have the opportunities (0.363) which are based on investments in facilities and technology, development of production lines and expansion of capacities, opening of new markets with the encouragement of export orientation.

REFERENCES LITERATURA

- Abdel-Basset, M., M. Mai, F. Smarandache F., 2018: An Extension of Neutrosophic AHP-SWOT Analysis for Strategic Planning and Decision-Making, *Symmetry* 10, no. 4: 116
- Ahmed, F., K. Kilic, 2019: Fuzzy Analytic Hierarchy Process: A performance analysis of various algorithms. *Fuzzy Sets Systems*, 362, 110–128
- Aker, D., V. Kumar, Dž. Dej, 2008: Marketinško istraživanje - deveto izdanje, Centar za izdavačku delatnost Ekonomskog fakulteta u Beogradu, 773, Beograd
- Aleksić, D., 2015: Položaj mlađih na tržištu rada Srbije-Uticaj ekonomske krize i odgovor aktivne politike tržišta rada, Ekonomika politika Srbije u 2015. g., Ekonomski fakultet u Beogradu, 153-168, Beograd
- Atthirawong, W., B. MacCarthy B., 2002: An Application of the Analytical Hierarchy Process to International Location Decision-Making; Proceedings of 7th annual Cambridge International Manufacturing Symposium: Restructuring overall manufacturing, University of Cambridge, England, (1-18)
- Banković, S., M. Medarević, D. Pantić, N. Petrović, B. Šljukić, S. Obradović, 2009: Šumski fond Republike Srbije – stanje i problemi, *Glasnik Šumarskog fakulteta* 100, 7-30, Beograd
- Blythe, J., 2006: Principles & Practice of Marketing, Thomson Learning, 744, London
- Bayram, B.Ç., T. Üçüncü T. 2016: A case study: assessing the current situation of forest products industry in Taşköprü through SWOT Analysis and Analytic Hierarchy Process, *Journal of Forestry Faculty* 16 (2), 510-514
- Danilović, M., D. Gačić D., 2014: Održivo korišćenje šumskih i lovnih resursa, *Glasnik Šumarskog fakulteta*, Specijalno izdanje povodom naučnog skupa „Šume Srbije i održivi razvoj“, Univerzitet u Beogradu - Šumarski fakultet, 25-50, Beograd
- Delić, S., Lj. Keča, B. Božić, Dž. Bećirović, 2016: Tržište šumskih drvnih proizvoda na području Zeničko-dobojskog kantona, Naše šume 42-43, Udrženje inženjera i tehničara šumarstva FBiH i Hrvatsko šumsko društvo, 52-61, Sarajevo
- Eisinga, R., M. T. Grotenhuis, B. Pelzer, 2013: The Reliability of a Two-Item Scale: Pearson, Cronbach, or Spearman-Brown?" *International Journal of Public Health* 58 (4): 637–642, Lausanne
- Elwakil, E. 2017: Integrating analytical hierarchy process and regression for assessing construction organizations' performance, *International Journal of Construction Management*, 17(1), 76-88
- FAO/UNECE, 2020: Forest sector workforce in the UNECE region; Overview of the social and economic trends with impact on the forest sector. Geneva timber and forest discussion paper 76, United Nations, 96, Geneva
- Forman, E., S. Gass S., 2001: The Analytic Hierarchy Process: An Exposition, *Operations Research*, 49(4), 469-486
- Gligorijević, M., 2007: Poslovni marketing, Centar za izdavačku delatnost Ekonomskog fakulteta u Beogradu, 379, Beograd
- Gligorijević, M. 2011: Specifičnosti izgradnje brenda na poslovnom tržištu, *Marketing, časopis za teoriju i praksu*, 42(3): 141-149, Beograd
- Goepel, K.D., 2018: Implementation of an Online Software Tool for the Analytic Hierarchy Process (AHP-OS), *International Journal of the Analytic Hierarchy Process* 10(3): 469–487
- Grubor, A. 2012: Izazovi kvaliteta usluga visokoobrazovnih institucija, *Ekonomiske teme*, 50(4): 615-631, Niš
- Hanić, H., M. Vićentić, M. Đurica, 2010: Istraživanje tržišta, Visoka poslovna škola strkovnih studija, 325, Valjevo
- Havelka, N., B. Kuzmanović, D. Popadić, 1998: Metode i tehnike socijalnopsiholoških istraživanja, *Priročnik za vežbe iz Socijalne psihologije (I) i Socijalne psihologije (II)*, Centar za primenjenu sociologiju Društva psihologa Srbije, 256, Beograd
- Helms, M.M., J. Nixon, 2010: Exploring SWOT analysis—Where are we now? A review of academic research from the last decade. *J. Strategy Manag.* 3, 215–251
- Hillebrand, B. W.G., Biemans, 2011: Dealing with downstream customers: an exploratory study, *Journal of Business & Industrial Marketing*, 26(2): 72-80, Bingley
- Hutt, M.D., T.W. Speh, 2012: *Business Marketing Management: B2B*, 11th Edition, South-Western, 464, Mason
- Ivy, J. 2008: A New Higher Education Marketing Mix: The 7Ps for MBA Marketing, *International Journal of Educational Management*, 22(4): 288-299, Bingley

- Jelić, S., T. Jovanović, 2018: Uloga preduzetništva u razvoju ruralnih područja, Zbornik radova "Selo i poljoprivreda", 1-2 septembar, Univerzitet u Bijeljini, Poljoprivredni fakultet, 484-498, Bijeljina
- Jokić, Ž., J. Jevtić, 2017: Upravljanje performansama proizvodnje, *Journal of Engineering & Processing Management*, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Tehnološki fakultet Zvornik 9(1):56-61, Istočno Sarajevo
- Kajanus, M., P. Leskinen, M. Kurtila, J. Kangas, 2012: Making use of MCDS methods in SWOT analysis—Lessons learnt in strategic natural resources management, *Forest Policy and Economics*, 20, 1–9
- Karthikeyan, R., K.G.S. Venkatesan, A. Chandrasekar, 2016: A Comparison of Strengths and Weaknesses for Analytical Hierarchy Process, *Journal of Chemical and Pharmaceutical Sciences* 9 (3): 12–15
- Keča, Lj., M. Marić, M. Marčeta, 2015: Tržišni potencijali za razvoj sektora šumarstva na području opštine Sokolac, Šumarstvo 4, UŠITS, 93-110, Beograd
- Keča, Lj., N. Keča, M. Marčeta, 2015: Nedrvni šumski proizvodi, Socio-ekonomski i ekološki aspekti, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, Beograd, 270, Beograd
- Kotler, P., W. Pfoertsch, 2006: B2B Brand Management, Springer, 357, New York
- Kotler, F., V. Vong, Dž. Sonders, G. Armstrong G., 2007: Prinzipi marketinga, Gospodarska misao, Mate d.o.o., 932, Zagreb
- Kotler, P., K.L. Keller, 2008: Upravljanje marketingom, 12. izdanje, Gospodarska misao, Mate d.o.o., 729, Zagreb
- Lamb, C.H., J.F. Hair, C. McDaniel, 2013: Marketing-MKTG, Datastatus, 386, Beograd
- Leban, V., M. Teder, S. Posavec, J. Krč, 2019: Business Models in Transition Countries, Services in Family Forestry, T. Hujala, A. Toppinen, B. Butler J., (ur.). Cham: Springer Nature Switzerland, 167-183
- Lovreta, S. 2004: Trgovinski menadžment, Sedmo izmenjeno i dopunjeno izdanje, Ekonomski fakultet u Beogradu, 614, Beograd
- Malhotra, N.K., D.F. Birks, 2006: Marketing Research: An Applied Approach, 2nd ed., Pearson Education, 865, Harlow
- Malhotra, N.K. 2007: Marketing research-an applied orientation, Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, 811, New Jersey
- Marčeta, M., Lj. Keča, D. Lazarević, 2018: Procena efikasnosti poslovanja odabranih preduzeća šumarstva sa područja Šumadije, Časopis Šumarstvo 1 – 2, UŠITS, 239 -250, Beograd
- Mijoč, D., N. Perković, M. Šporčić, M. Landekić, M. Bakarić, A. Đuka, T. Poršinsky, 2021: Vrednovanje metode izračuna plananske cijene usluge pridobivanja drva, Šumarski list, (11-12): 515-524, Zagreb
- Mijoč, D., M. Šporčić, M. Landekić, 2021: Stanje radne snage u šumarstvu Federacije Bosne i Hercegovine, Nova mehanizacija šumarstva, 42(1): 41-49, Zagreb
- Milisavljević, M., B. Maričić, M. Gligorijević, 2004: Osnovi marketinga, Centar za izdavačku delatnost Ekonomskog fakulteta u Beogradu, 685, Beograd
- Nedeljković, J., Z. Poduška, D. Krgović, D. Nonić, 2021: Saradnja i poslovno povezivanje malih i srednjih preduzeća u šumarstvu i drvnoj industriji na Južnokračkom šumskom području, Glasnik Šumarskog fakulteta, (123):111-144, Beograd
- Nonić, D., J. Nedeljković, D. Mihajlović, N. Ranković, B. Glavonjić, 2018: Organizacija procesa nabavke u lancu snabdevanja drvnom sirovinom: Mogućnosti unapređenja na Južnomoravskom šumskom području, Glasnik Šumarskog fakulteta, (117): 97-118, Beograd
- Owusu, F.W., L. Damnyag, E. Marfo, J.A. Oppong, 2018: The Demand and Supply Patterns of Timber at the Domestic Market in Ghana, *Journal of Energy and Natural Resource Management (JENRM)*, 1(2): 83-98, Sunyani
- Pirc, A., D. Motik, M. Moro, S. Posavec, A. Kopljarić, 2010: Analiza pokazatelja stanja na tržištu drvnih proizvoda Republike Hrvatske, Drvna industrija, 61(4):229-238, Zagreb
- Posavec, S., 2006: Analiza upravljanja troškovima u šumarstvu. Glasnik za šumske pokuse, posebno izdanje, (5):715-725, Zagreb
- Posavec, S., K. Beljan, 2013: Forest Products Production and Sale Trends in Croatia, U: D. Jelačić (ur.) WoodEMA, 95-108, Zagreb
- Posavec, S., M. Ravnjak, Š. Pezdevšek Malovrh, 2018: Poslovno okruženje za razvoj sporednih šumskih proizvoda u Republici Hrvatskoj, Nova mehanizacija šumarstva, 39(1):83-89, Zagreb
- Privredna Komora Srbije (PKS), 2017 – available at <http://www.pks.rs/PrivredaSrbije.aspx?id=5> (visited – February 2017.)
- Ramlan, R. S.S. Omar, J.Y. Wong, S. Sorooshian, 2016: SME SWOT ranking for strategic planning using analytic hierarchy process (AHP), *Information*, 19 (10), 4755-4760
- Ranković, N., D. Nonić, J. Nedeljković, 2011: Institucije i njihove nadležnosti u odnosu na mala i srednja preduzeća u šumarstvu u odabranim zemljama Evrope i Srbiji, Šumarstvo 3-4, UŠITS, 1-18, Beograd
- Ranković, N., D. Nonić, J. Nedeljković, M. Marinković, P. Glavonjić, 2012: Mala i srednja preduzeća u Timočkom šumskom području-sistem mera podrške i model organizovanja, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, Beograd, 270, Beograd
- RAS, 2020: Forest-based industry in Serbia, Development Agency of Serbia (RAS), Belgrade
- Russo, R. de F.S.M., R. Camanho, 2015: Criteria in AHP: a systematic review of literature, *Procedia Computer Science*, 55:1123-1132
- Sabadi, R., 2007: Promocija šumskih i drvnih proizvoda sajmovanjem, Šumarski list, 131(1-2):61-74, Zagreb
- Salai, S., D. Božidarević, 2001: Marketing istraživanje-informaciona osnova savremenog menadžmenta, Savremena administracija, 368, Beograd
- Saaty, T.L. (1988): What is the analytic hierarchy process? In Mathematical Models for Decision Supported; Springer, 109–121, Berlin
- Schmithüsen, F., B. Kaiser, A. Schmidhauser, S. Mellinghoff, A.W. Kammerhofer, 2006: Preduzetništvo u šumarstvu i drvnoj industriji – osnove menadžmenta i poslovanja, Centar za izdavačku delatnost Ekonomskog fakulteta u Beogradu, 529, Beograd
- Šporčić, M., M. Bakarić M., I. Crnić, M. Landekić, 2018: Pregled dobre prakse u šumarskom preduzetništvu, Nova mehanizacija šumarstva, 39:(67–82, Zagreb

- Stojčetović, B., Đ. Nikolić, V. Velinov, D. Bogdanović, 2016: Application of Integrated Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats and Analytic Hierarchy Process Methodology to Renewable Energy Project Selection in Serbia, Journal of Renewable and Sustainable Energy, 8
- Taherdoost, H. 2017: Decision Making Using the Analytic Hierarchy Process (AHP); A Step by Step Approach, International Journal of Economics and Management Systems, 2, 244–246
- Tillman, D.A., 2013: Forest Products: Advanced Technologies and Economic Analyses, Elsevier, 283, Washington
- Vaidya, O., S. Kumar, 2006: Analytic hierarchy process: An overview of applications, European Journal of Operational Research, 169, 1-29
- Wieruszewski, M., W. Lis, Z. Malinowski, 2017: The efficiency of production of oak timber for the domestic market, Intercathedra 33/3,70-76, Poznań

SAŽETAK

U radu je provedena analiza poslovnog okruženja poduzeća iz područja šumarstva i prerade drva. Obuhvaćeno je 32 malih i srednjih poduzeća na području Republike Srbije. Za potrebe istraživanja kreiran je upitnik, koji je bio usmjeren na relevantne ispitankice unutar poduzeća. Cilj je bio da se očijene određeni aspekti u poslovanju i identificira tržišno okruženje u kojem posluju analizirana poduzeća. Za analizu su korišteni interni i eksterni čimbenici, kao što su opći podaci o poduzeću; oblici i načini nabave sirovine i prodaje gotovih proizvoda; mišljenja i stavovi ispitnika o određenim tržišnim faktorima; poslovna i buduća orientacija poduzeća.

Prema analiziranim poduzećima, najviše se kupuju vrste bukve (78,1%) i crnogorice (21,9%), a slijede klonovi topole i sortimenti hrasta s 18,8%. Asortiman proizvoda uključuje piljenu građu (37,5%), plete (34,4%), namještaj (28,1%) i ploče (25%) koji se putem veleprodaje izvoze na inozemno tržište (87,5% tvrtki). Pedeset posto (50%) tvrtki prodaje proizvode na domaćem tržištu, a 87,5% na domaćem i inozemnom tržištu. Poslovni problemi koji su najviše identificirani su naplata (31,2%) i tržište (25%), dok je 15,6% navelo sirovine.

Na osnovi SWOT analize, identificirani su interni i eksterni faktori, relevantni za provedbu poslovne aktivnosti poduzeća, dok je A'WOT analiza ukazala na preporučene smjerove za strateški razvoj poduzeća. Na temelju SWOT analize najvažnije snage su interakcija s kupcima kroz dobru poslovnu suradnju, poštivanje rokova i dugogodišnje radno iskustvo. Među slabostima je istaknuta ovisnost o dobavljačima sirovina, ograničenja u njihovoj opskrbi, kao i visoki troškovi poslovanja. Kao prilike ispitanci su istaknuli investiranje, orijentaciju prema inozemnim tržištima, proširenje proizvodnih kapaciteta, uvođenje novih proizvoda i sl. Prijetnje su nestabilnost u nabavi sirovina, utjecaj konkuren-cije, dugi rokovi naplate proizvoda i sl. Prema dobivenim rezultatima A'WOT analize, u odnosu na ostale elemente, najveću vrijednost imaju mogućnosti (0,363) koje se temelje na ulaganjima u objekte i tehnologiju, razvoju proizvodnih linija i proširenju kapaciteta, otvaranju novih tržišta uz poticanje izvozne orijentacije.

KLJUČNE REČI: šumarstvo, poduzeće, socio-ekonomske karakteristike, SWOT, A'WOT

VARIJABILNOST MORFOLOŠKIH SVOJSTAVA LISTOVA EUROPSKE CRNE TOPOLE I HIBRIDNIH CRNIH TOPOLA U KLONSKOM ARHIVU U ŽEPČU

VARIABILITY OF LEAF MORPHOLOGICAL TRAITS OF EUROPEAN BLACK POPLAR AND HYBRID BLACK POPLARS IN THE CLONE ARCHIVE IN ŽEPČE

Mirzeta MEMIŠEVIĆ HODŽIĆ¹, Dalibor BALLIAN^{2,3,4,*}

SAŽETAK

Crna topola (*Populus nigra* L.) je jedna od najznačajnijih evropskih vrsta drveća koja nastanjuje aluvijalna staništa uz obale velikih rijeka. Danas je jedna od najugroženijih vrsta šumskog drveća zbog devastacije staništa, regulacije riječnih tokova, i pretjerane ekspolatacije, kao i unošenja alohtonih vrsta drveća s kojima je hibridizirala. Cilj ovog istraživanja je utvrditi varijabilnost morfoloških svojstava listova crne topole unutar i između klonova autohtonih populacija i hibrida, te između riječnih slivova u Bosni i Hercegovini, kako bi se učinkovitije pristupilo zaštiti i oplemenjivanju ove vrste.

Istraživan je materijal iz klonskog arhiva crnih topola. Arhiv je osnovan 2005. godine u Žepču, od klonova sa 161 stabla autohtonih crnih topola iz 26 populacija širom Bosne i Hercegovine (iz slivova 6 rijeka) te 15 hibridnih vrsta topola. Mjereno je po 5 listova od svakoga klonova, a uziman je peti list od vrha glavnog izbojka. Merenje je vršeno digitalnim pomicnim mjerilom sa preciznošću od 0.1mm i kutomjerom. Mjereni su: dužina plojke, širina plojke, dužina peteljke, ukupna dužina lista, ugao insercije prvog bočnog nerva i centralnog nerva, udaljenost između najšireg dijela lista i baze lista, broj zubaca u dužini od 1cm iznad najšireg dijela lista. Podaci su obrađeni korištenjem SPSS 26.0 i EXCEL-a, i to prema populacijama i prema slivovima rijeka.

Analizom varijance utvrđene su statistički značajne razlike između ispitivanih populacija, kao i između slivova rijeka, za sva istraživana svojstva. Najveću varijabilnost pokazalo je svojstvo dužine peteljke, a najmanju kut insercije prvog bočnog i centralnog nerva. Populacija dlakavih crnih topola Čapljinama ima najmanje dimenzije listova i značajno odstupa u svim mjerenim svojstvima od ostalih. Najčešći broj zubaca na 1cm lisnog ruba je 4 zupca koji se pojavljuje na 38,3% listova.

Ovo istraživanje daje mali uvid u morfološke karakteristike crnih topola u klonskom arhivu Žepče, te može predstavljati osnovu za daljnja istraživanja u cilju potpunijeg razumijevanja svojstava crnih topola potrebnih za uspešan nastavak rada na oplemenjivanju ove vrste.

KLJUČNE RIJEČI: europska crna topola, klonski arhiv, morfološka svojstva listova

¹ Dr. sci. Mirzeta Memišević Hodžić, Univerzitet u Sarajevu, Šumarski fakultet, Bosna i Hercegovina

² Prof. dr. sci. Dalibor Ballian, Univerzitet u Sarajevu, Šumarski fakultet

³ Gozdarski Inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenija

⁴ Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Bistrak 7, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina

*Koresponding autor: Univerzitet u Sarajevu, Šumarski fakultet, Bosna i Hercegovina, Katedra za uzbudjanje šuma i urbanog zelenila, Zagrebačka 20, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina, e-mail: ballandalibor9@gmail.com

1. UVOD

INTRODUCTION

Crna topola (*Populus nigra* L.) je jedna od najznačajnijih evropskih vrsta drveća koja nastanjuje aluvijalna staništa uz obale velikih rijeka. Ipak je ova vrsta dugo vremena bila zapostavljena sa ekonomskog gledišta u mnogim evropskim zemljama. Danas je jedna od najugroženijih vrsta šumskog drveća, zbog devastacije staništa, regulacije riječnih tokova i pretjerane eksploracije (Ballian 2017; Čortan i sur. 2013, 2014, 2015).

Još jedna prijetnja po opstanak crne topole u Europi pojaviла se u 18. stoljeću, kada su prvi put na tlo Europe unešene alohtone vrste topola. Međusobnom hibridizacijom autohtonih crnih topola sa unešenim američkim topolama (*Populus deltoides* L.) nastale su hibridne topole koje su pokazale bolja uzgojna svojstva od autohtonih crne topole, te je zbog toga nastavljen rad na daljnoj hibridizaciji i selekciji hibrida sa još povoljnijim uzgojnim svojstvima. Za to vrijeme je autohtona vrsta zanemarena i ostavljena da se sama bori sa prijetnjom intogresije gena alohtonih vrsta topola. Zbog svega toga crna topola polagano nestaje, što potvrđuju i izvještaji sa sastanaka EUFORGEN – *Populus nigra Network*, gdje je evidentirano smanjenje populacija crne topole u mnogim zemljama (Koskela i sur. 2004).

Stanje u Bosni i Hercegovini je nešto bolje nego u većini evropskih zemalja, s obzirom da su alohtone vrste topola

unošene u manjoj mjeri. Također, osnivanje plantaža hibridnih topola nikada nije zaživjelo, tako da nije došlo do veće introgresije alohtonih gena u prirodne populacije (Ballian 2004, 2017).

Međutim, iako je autohtoni genofond crnih topola ostao poprilično sačuvan od introgresije stranih gena, topole u Bosni i Hercegovini nestaju radi raznih vidova devastacije njihovog prirodnog staništa. Ballian i Mekić (2008) navode da je, s obzirom na trenutno stanje koje vlada u području rasprostiranja crne topole, te na sustavno uništavanje njenog prirodnog areala, potrebno hitno izvršiti zaštitu njenog genofonda. To je jedino moguće kroz podizanje klonskih arhiva *ex situ*, na zaštićenim mjestima koja su znatno manje izložena ljudskim aktivnostima. Tako je osnovana klonska arhiva crnih topola *ex situ* u rasadniku Žepče, koja je predmet morfoloških istraživanja ovoga rada.

Cilj ovog istraživanja je utvrditi unutarpopulacijsku i međupopulacijsku varijabilnost morfoloških svojstava lista crne topole u Bosni i Hercegovini kako bi se učinkovitije pristupilo zaštiti i oplemenjivanju ove vrste.

2. MATERIJALI I METODE

MATERIAL AND METHODS

Klonski arhiv crnih topola osnovan je 2005. godine unutar rasadnika Žepče (Ballian i Mekić 2008). U klonski arhiv je uključeno 161 stablo autohtonih crnih topola, sa 26 lokacija

Tablica 1. Informacije o populacijama od kojih je osnovan klonski arhiv

Table 1. Information on the populations from which the clone archive was established

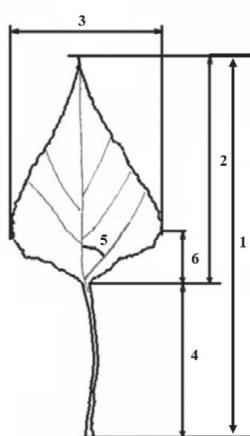
| Rijeka River | Lokalitet Locality | Zemljopisna dužina Latitude | Zemljopisna širina Longitude | Nadmorska visina (m) Altitude (m) | Broj klonova Number of clones | Šifra ekološko-vegetacijske pripadnosti Code of ecological and vegetation raionization |
|-----------------|-----------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---|--|---|
| Neretva | Konjic Čapljina | 43°40'11" 43°08'41" | 17°58'36" 17°43'47" | 341 36 | 12 14 | 4.3.1. 4.3.2 |
| Bosna | Sarajevo | 43°51'20" | 18°24'08" | 539 | 4 | 3.3.3 |
| | Ilići | 43°49'16" | 18°17'57" | 496 | 1 | 3.3.3 |
| | Visoko | 43°59'27" | 18°10'56" | 422 | 4 | 3.3 |
| | Kakanj | 44°07'13" | 18°06'36" | 375 | 4 | 3.3.3 |
| | Rudnik | 44°08'10" | 18°03'40" | 410 | 4 | 3.3.3 |
| | Bilješevac | 44°07'57" | 17°59'48" | 362 | 9 | 3.3.3 |
| | Babina rijeka | 44°11'55" | 17°55'30" | 345 | 6 | 3.3.3 |
| | Zenica | 44°12'12" | 17°54'43" | 315 | 5 | 3.3.3 |
| | Maglaj | 44°34'24" | 18°06'10" | 201 | 4 | 3.4 |
| | Doboj | 44°44'24" | 18°05'55" | 137 | 13 | 1.1 |
| Lašva | Travnik | 44°13'08" | 17°41'30" | 476 | 4 | 3.3.3 |
| Vrbas | Bugojno | 44°00'57" | 17°29'14" | 600 | 9 | 3.3.2 |
| | Jajce | 44°18'58" | 17°14'48" | 389 | 2 | 3.2.1 |
| | Podmilačje | 44°21'59" | 17°17'48" | 351 | 4 | 3.2.1 |
| | Krupa | 44°36'52" | 17°08'55" | 211 | 4 | 3.2.1 |
| | Toplice | 44°44'18" | 17°09'17" | 170 | 7 | 1.2 |
| | Banja Luka | 44°46'09" | 17°13'05" | 152 | 10 | 1.2 |
| Drina | Osanica | 43°36'36" | 18°52'07" | 359 | 8 | 2.2.3 |
| | Kopači | 43°40'26" | 19°02'01" | 348 | 8 | 2.2.3 |
| | Tegare | 44°06'53" | 19°29'20" | 187 | 15 | 2.1.3 |
| | Bratunac | 44°10'08" | 19°23'57" | 173 | 2 | 2.1.3 |
| Spreča | Lukavac | 44°33'15" | 18°28'44" | 175 | 4 | 1.1 |
| | Gračanica | 44°40'40" | 18°18'13" | 154 | 2 | 1.1 |
| | Velika Brijesnica | 44°43'28" | 18°10'23" | 144 | 2 | 1.1 |

(tablica 1), te 15 hibridnih topola (tablica 2). Autohtonim materijal je sabran iz prirodnih populacija crnih topola u Bosni i Hercegovini. Sabirane su grančice sa pupovima u fazi zimskog mirovanja tijekom veljave, ožujka i travnja, prije kretanja vegetacije. Materijal je selekcioniran prema uputama koje je dao EUFORGEN (Van den Broeck 2003). Selekcioniранa su samo stara stabla, čija je starost bila preko 80 godina, da bi se izbjegla genetička kontaminacija alohtonim genofondom, odnosno introgresija neželjenih gena. Uz tipične populacije koje su uključene u arhivu, uključena je i jedna specifična populacija koja se javlja na rudničkom jalovištu u neposrednoj blizini Kakanja, zbog specifičnih uvjeta u kojima egzistira. To su potpuno uništена tla s jako siromašnim deponijama i pješčarsko-laporastom geološkom podlogom.

Svako stablo je razmnoženo u 10 do 15 kopija, odnosno klonova.

Također su uključene i hibridne komercijalne topole, koje su dobivene iz razmjene sa susjednom Hrvatskom.

Za potrebe morfoloških istraživanja, lisni materijal je sakupljen nakon što je potpuno završen razvoj lista. Sakupljeno je po 10 listova od svakoga klena, uzimajući peti list od vrha glavnog izbojka sa 10 rameta. Svi listovi su sabrani u roku od tri dana, te su propisno herbarizirani i sačuvani. Mjereno je 5 listova od svakoga klena, koji nisu bili oštećeni. Mjereno je vršeno digitalnim pomičnim mjerilom sa preciznošću od 0.1mm i kutomjerom, a mjerena su sljedeća svojstva (slika 1)



1. dužina lista (2+4)
2. dužina plojke lista
3. širina plojke
4. dužina peteljke
5. kut insercije prvog bočnog nerva i centralnog nerva
6. udaljenost između najšireg dijela lista i baze lista
7. broj zubaca u dužini od 1cm iznad najšireg dijela lista

Slika 1. Mjerena svojstva lista
Figure 1. Measured traits of leaves

Podaci su statistički obrađeni u SPSS 20.0 i u EXCELU. Urađena je deskriptivna analiza, analiza varijanse, te multipli Duncanov test i hijerarhijska klaster analiza metodom povezivanja između grupa koristeći kvadratnu euklidsku distancu prema populacijama/hibridima. Deskriptivna analiza, analiza varijanse, te multipli Duncanov test urađeni su i po slivovima rijeka.

Tablica 2: Hibridne topole uključene u arhivu
Table 2: Hybrid poplars included in the archive

| Hibridne topole uključene u arhivu Hybrid poplars included in the archive | Broj klonova uključenih u arhivu Number of clones included in the archive |
|--|--|
| <i>Populus nigra</i> var. <i>Italica</i> | 1 |
| <i>Populus serotina</i> - robusta | 1 |
| <i>Populus deltoides</i> - 710 | 1 |
| <i>Populus deltoides</i> Krka – S-6-20 | 1 |
| <i>Populus deltoides</i> Krka – S-6-20 | 1 |
| <i>Populus deltoides</i> Dunav – S-1-8 | 1 |
| <i>Populus deltoides</i> Sava – S-6-36 | 1 |
| <i>Populus x canadensis</i> BL Constanzo | 1 |
| <i>Populus x canadensis</i> San Martino | 1 |
| <i>Populus x canadensis</i> Triplo | 1 |
| <i>Populus x canadensis</i> I-214 | 1 |
| <i>Populus x canadensis</i> Tiepolo | 1 |
| <i>Populus x canadensis</i> M-1 | 1 |

3. REZULTATI RESULTS

Rezultati deskriptivne analize svojstava listova po populacijama prikazane su u tablici 3.

Najveću prosječnu ukupnu dužinu lista imao je hibrid *Populus x canadensis-San Marino*, dok je od autohtonih populacija najveće prosječne vrijednosti za ukupnu dužinu lista imala populacija Sarajevo. Najmanju prosječnu vrijednost ukupne dužine lista imala je populacija Čapljina.

Najveću prosječnu vrijednost širine lista pokazala je *Populus x canadensis M1*, a od autohtonih populacija Banja Luka i Bilješevu. Najmanju prosječnu širinu lista imala je populacija Čapljina.

Najveću prosječnu vrijednost za svojstvo udaljenost najšireg dijela plojke od baze lista imao je hibrid *Populus x canadensis-San Marino*, a od autohtonih populacija Bilješevu. Najmanju prosječnu vrijednosti imala je populacija Čapljina.

Najveću prosječnu vrijednost svojstva kut insercije između prvog bočnog i centralnog nerva imala je populacija Kopači, dok je najmanja prosječna vrijednost bila kod hibridne topole *Populus deltoides Sava S-6-36*.

Rezultati broja zubaca na 1 cm dužine ruba lista za sve populacije zajedno prikazani su na slici 2. Najveći broj populacija imao je 4 zupca na 1cm dužine lisnog ruba, a najmanji broj populacija 8 zubaca. Devet listova ili 1.3% od svih ukupno izmjerjenih, imalo je 8 zubaca, od kojih je većina pripadala populaciji Čapljina. Populacija Čapljina također je imala najveći postotak listova sa 6 zubaca na 1 cm lisnog ruba (44.6%). Populacija Gračanica imala je 50% listova sa po 5 zubaca. Što se alohtonih i hibridnih topola tiče, najviše klonova imaju postotno najviše listova sa po 3 zupca.

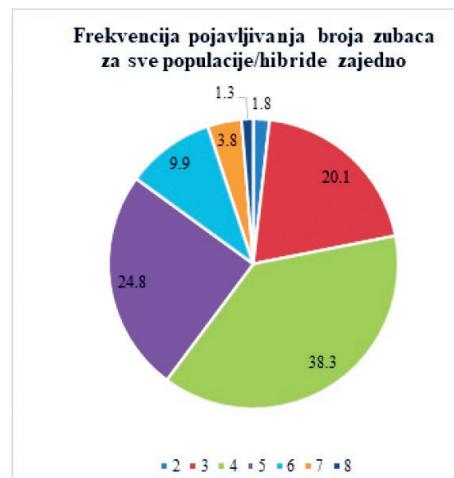
Tablica 3. Rezultati deskriptivne analize za istraživana svojstva listova po populacijama**Table 3.** Results of descriptive analysis for investigated leaf traits per populations

| Populacija/ klon (rameta) Population/clone (ramet) | N | ukupna dužina lista (mm) total leaf length (mm) | | dužine lisne plojke (mm) leaf blade length (mm) | | Širina lisne plojke (mm) leaf blade width (mm) | |
|---|------------|--|--------------|--|--------------|---|--------------|
| | | Prosjek Mean | Std. dev. | Prosjek Mean | Std. dev. | Prosjek Mean | Std. dev. |
| Banja Luka | 51 | 160,0 | 18,2 | 100,1 | 9,1 | 115,5 | 10,2 |
| Tegare | 55 | 154,4 | 17,2 | 96,7 | 10,9 | 103,9 | 9,0 |
| Osanica | 5 | 130,8 | 13,8 | 84,9 | 9,3 | 83,5 | 9,7 |
| Kopači | 40 | 144,5 | 12,8 | 93,0 | 7,2 | 95,6 | 8,8 |
| Kakanj | 10 | 144,4 | 15,8 | 95,2 | 6,3 | 100,8 | 6,4 |
| Visoko | 20 | 128,6 | 9,1 | 85,7 | 6,8 | 95,2 | 11,0 |
| Lukavac | 15 | 148,0 | 9,4 | 91,3 | 6,8 | 103,6 | 14,2 |
| V. brijesnica | 10 | 130,2 | 13,5 | 86,4 | 9,7 | 83,3 | 17,6 |
| Gračanica | 10 | 151,0 | 24,2 | 99,2 | 17,6 | 113,3 | 18,0 |
| Rudnik | 10 | 118,1 | 30,5 | 76,4 | 21,3 | 84,9 | 25,0 |
| Iliđa | 5 | 131,1 | 15,0 | 86,1 | 14,2 | 86,7 | 10,8 |
| Čapljina | 65 | 87,6 | 9,2 | 57,9 | 6,7 | 58,9 | 10,4 |
| Sarajevo | 10 | 162,5 | 15,8 | 104,1 | 15,3 | 109,7 | 11,5 |
| Zenica | 25 | 143,5 | 20,7 | 92,8 | 10,4 | 98,9 | 23,6 |
| Bilješevac | 39 | 162,0 | 12,0 | 101,9 | 11,4 | 115,4 | 14,9 |
| Babina rijeka | 30 | 138,7 | 17,3 | 90,3 | 12,5 | 98,5 | 13,1 |
| Podmilačje | 20 | 157,2 | 13,6 | 98,6 | 7,8 | 111,1 | 10,6 |
| Krupa | 15 | 147,1 | 19,6 | 95,2 | 12,4 | 102,4 | 15,8 |
| Jajce | 10 | 139,1 | 11,9 | 89,0 | 10,0 | 91,1 | 12,0 |
| Bugojno | 30 | 138,2 | 10,2 | 85,3 | 5,8 | 93,9 | 8,0 |
| Konjic | 35 | 146,9 | 18,0 | 91,5 | 11,9 | 96,4 | 16,8 |
| Doboj | 50 | 142,5 | 24,6 | 93,0 | 15,1 | 96,8 | 15,3 |
| Maglaj | 15 | 158,6 | 15,6 | 102,9 | 10,3 | 95,1 | 13,0 |
| Toplice | 19 | 157,0 | 13,0 | 101,7 | 9,6 | 108,4 | 15,5 |
| Travnik | 20 | 147,4 | 17,0 | 95,7 | 11,3 | 103,3 | 13,0 |
| Bratunac | 4 | 156,6 | 18,4 | 99,4 | 9,3 | 97,4 | 13,0 |
| P. x canadensis M1 | 5 | 238,6 | 11,5 | 145,2 | 7,0 | 157,3 | 15,7 |
| P. deltoides Sava S-6-36 | 5 | 221,8 | 13,5 | 140,0 | 8,5 | 126,5 | 11,0 |
| P. x canadensis-Tiepolo 275/81 | 5 | 201,1 | 11,4 | 128,6 | 7,8 | 131,5 | 6,1 |
| P. x canadensis I-214 | 5 | 201,5 | 5,1 | 130,6 | 4,1 | 129,8 | 3,7 |
| P. x canadensis-Triplo | 5 | 198,4 | 7,8 | 129,5 | 6,4 | 138,7 | 15,6 |
| P. x canadensis-San Marino | 5 | 256,0 | 13,6 | 158,8 | 10,3 | 151,7 | 12,3 |
| P. x canadensis -B.I constanzo | 5 | 207,3 | 10,6 | 131,7 | 6,3 | 126,5 | 2,3 |
| P. deltoides-Dunav S-1-8 | 5 | 175,8 | 8,7 | 113,0 | 6,1 | 104,9 | 3,1 |
| P. deltoides S-6-20 | 5 | 200,9 | 12,9 | 117,7 | 11,2 | 118,9 | 9,7 |
| P. deltoides 710 | 4 | 222,4 | 18,9 | 149,7 | 17,1 | 150,5 | 4,7 |
| PSerotina | 4 | 201,5 | 8,0 | 117,7 | 2,7 | 124,6 | 8,1 |
| Pnigra var.Italica | 5 | 131,3 | 4,8 | 77,8 | 3,8 | 89,3 | 23,0 |
| Ukupno/Total | 678 | 147,1 | 32,3 | 93,9 | 19,9 | 100,1 | 22,3 |

Analiza varijance pokazala je da su razlike statistički značajne za populaciju kao izvor variranja za sva svojstva (Fizr.>Ftab., sig. < 0,05), a rezultati su prikazani u tablici 4.

Nakon što je analizom varijance utvrđeno da postoji statistički značajna razlika između populacija/hibrida po svim svojstvima, urađen je Duncan test kako bi se utvrdilo grupiranje populacija za svako pojedinačno svojstvo. Broj grupa dobijenih Duncan testom po svojstvima prikazan je u tablici 5.

Za svojstva ukupne dužine lista, dužine lisne plojke, duljine peteljke i udaljenosti najšireg dijela lista od baze lista, dobili smo grupiranje populacija u 13 grupa koje se međusobno preklapaju. Karakteristična je populacija Čapljina koja se izdvaja u zasebnu grupu s najmanjim prosječnim vrijednostima za ova svojstva. Za svojstvo širine lista populacije se grupiraju u 17 grupa koje se međusobno preklapaju, a

**Slika 2.** Frekvencija broja zuba po 1 cm lisnog ruba za sve populacije zajedno**Figure 2.** Frequency of number of teeth per 1 cm of leaf edge for all populations

također se izdvaja populacija Čapljina sa prosječno najmanjom širinom lista. Za svojstvo broj zubaca na 1 cm dužine lisnog ruba populacije grupirane su u devet grupa koje se međusobno preklapaju. Hibridne topole *Populus deltoides* S-6-20, *Populus deltoides* Sava S-6-36 i *Populus deltoides*-Dunav S-1-8 izdvajaju se u zasebne grupe, kao i populacija Čapljina.

Dendrogram (slika 3) pokazuje grupiranje populacija/hibrida tako da su hibridi (osim *P. nigra var italicica*, *P. deltoides* Dunav S-1-8 i *P. afganica*) odvojeni u zaseban klaster sa većim prosječnim vrijednostima svojstava dužine i širine lista i dužine peteljke. Zaseban klaster također čine popu-

lacijske Babina Rijeka, Maglaj, Kakanj, Tegare, Lukavac, Konjic, Toplice, Podmilaće, Krupa, Čapljina, Bugojno, Kopači, Zenica, Jajce i Visoko, zajedno sa hibridom *P. serotina*, koji imaju niže prosječne vrijednosti svojstava dužine i širine lista i dužine peteljke.

Rezultati morfologije listova obrađeni su i po slivovima rijeka, a rezultati su prikazani u tablici 6. Najveće prosječne vrijednosti ukupne dužine lista imali su klonovi hibrida (204.7 mm), a zatim klonovi podrijetlom iz populacija sa obala Vrbasa (151.9 mm). Najmanju prosječnu vrijednost dužine listova imali su klonovi iz doline Neretve (108.4 mm). Najveću prosječnu širinu lisne plojke također su imali

Tablica 3.1. Rezultati deskriptivne analize za istraživanja svojstava listova po populacijama

Table 3.1. Results of descriptive analysis for investigated leaf traits per populations

| Populacija/ klon (rameta) Population/clone (ramet) | N | Dužina peteljke (mm) petiole length (mm) | | udaljenost najšireg dijela plojke od kut insercije između prvog bočnog i baze lista (mm) distance of the widest part of leaf from the leaf base (mm) | | centralnog nerva (*) the angle of insertion between the first lateral and central nerve (*) | |
|---|-----|---|--------------|---|--------------|--|--------------|
| | | Prosjek Mean | Std. dev. | Prosjek Mean | Std. dev. | Prosjek Mean | Std. dev. |
| Banja Luka | 51 | 59,6 | 11,0 | 25,3 | 2,8 | 32,9 | 4,4 |
| Tegare | 55 | 57,8 | 8,0 | 25,8 | 4,7 | 35,6 | 6,6 |
| Osanica | 5 | 44,8 | 4,4 | 27,5 | 6,7 | 38,4 | 5,2 |
| Kopači | 40 | 51,4 | 7,5 | 27,9 | 3,4 | 44,1 | 5,2 |
| Kakanj | 10 | 49,7 | 9,2 | 24,4 | 1,8 | 37,6 | 4,1 |
| Visoko | 20 | 43,1 | 3,6 | 26,1 | 3,9 | 42,9 | 4,0 |
| Lukavac | 15 | 56,0 | 7,4 | 25,4 | 3,0 | 39,5 | 4,2 |
| V. brijesnica | 10 | 44,9 | 3,6 | 25,2 | 2,9 | 40,7 | 3,3 |
| Gračanica | 10 | 51,9 | 7,4 | 26,1 | 1,5 | 36,1 | 3,1 |
| Rudnik | 10 | 41,5 | 9,3 | 24,3 | 5,6 | 41,5 | 3,9 |
| Ilijadža | 5 | 54,6 | 23,3 | 22,3 | 3,2 | 32,0 | 2,0 |
| Čapljina | 65 | 30,4 | 5,1 | 16,5 | 2,5 | 37,1 | 5,0 |
| Sarajevo | 10 | 56,2 | 7,6 | 26,4 | 4,6 | 32,3 | 6,0 |
| Zenica | 25 | 51,4 | 10,5 | 28,9 | 7,3 | 42,4 | 3,4 |
| Bilješevac | 39 | 60,0 | 4,5 | 29,8 | 4,6 | 35,6 | 4,9 |
| Babina rijeka | 30 | 48,3 | 5,7 | 25,5 | 5,3 | 38,5 | 4,6 |
| Podmilaće | 20 | 58,8 | 8,1 | 23,6 | 2,1 | 36,4 | 4,6 |
| Krupa | 15 | 51,7 | 7,9 | 23,7 | 3,0 | 39,5 | 5,9 |
| Jajce | 10 | 48,7 | 5,5 | 22,4 | 3,7 | 37,3 | 7,1 |
| Bugojno | 30 | 53,3 | 4,8 | 28,5 | 3,1 | 42,7 | 3,1 |
| Konjic | 35 | 55,1 | 8,2 | 23,3 | 4,0 | 40,7 | 4,3 |
| Doboj | 50 | 49,7 | 11,4 | 24,6 | 4,2 | 39,1 | 5,6 |
| Maglaj | 15 | 55,2 | 7,7 | 26,4 | 2,5 | 42,1 | 2,8 |
| Toplice | 19 | 55,5 | 7,4 | 27,5 | 4,4 | 37,9 | 3,1 |
| Travnik | 20 | 52,8 | 8,4 | 24,6 | 3,6 | 34,8 | 3,0 |
| Bratunac | 4 | 54,6 | 9,7 | 26,0 | 3,7 | 42,3 | 2,6 |
| P. x canadensis M1 | 5 | 92,1 | 5,9 | 23,7 | 1,4 | 23,4 | 2,3 |
| P. deltoides Sava S-6-36 | 5 | 78,4 | 4,8 | 26,9 | 3,3 | 22,0 | 2,1 |
| P. x canadensis-Tiepolo 275/81 | 5 | 72,5 | 5,7 | 29,9 | 4,2 | 24,2 | 7,1 |
| P. x canadensis I-214 | 5 | 69,6 | 4,1 | 32,9 | 3,3 | 30,6 | 5,5 |
| P. x canadensis-Triplo | 5 | 74,6 | 13,3 | 32,1 | 3,9 | 25,0 | 1,2 |
| P. x canadensis-San Marino | 5 | 94,8 | 9,9 | 32,3 | 3,8 | 24,6 | 3,5 |
| P. x canadensis -B.I constanzo | 5 | 73,2 | 4,0 | 29,5 | 5,5 | 28,0 | 2,8 |
| P. deltoides-Dunav S-1-8 | 5 | 65,6 | 10,9 | 22,5 | 1,7 | 29,6 | 7,3 |
| P. deltoides S-6-20 | 5 | 80,4 | 6,6 | 24,0 | 1,9 | 24,8 | 2,9 |
| P. deltoides 710 | 4 | 73,3 | 1,7 | 30,2 | 0,7 | 23,3 | 2,2 |
| P.Serotina | 4 | 81,3 | 6,3 | 30,6 | 2,6 | 25,8 | 2,5 |
| P.nigra var.Italica | 5 | 46,4 | 14,4 | 19,0 | 1,4 | 32,4 | 6,5 |
| Uupno/Total | 678 | 53,2 | 13,7 | 25,2 | 5,2 | 37,2 | 6,6 |

Tablica 4. Rezultati analize varijance za svojstva listova po populacijama/hibridima

Table 4. Results of variance analysis for leaf traits per populations/hybrids

| Zavisna varijabla Dependent variable | Izvor variranja Source of variation | Suma kvadrata Sum of square | Stepeni slobode Degree of freedom | Sredina kvadrata Mean Square | F | Signifikantnost Significance |
|---|--|--------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|--------|---------------------------------|
| Ukupna dužina lista / Total leaf length | Između grupa/Between groups | 520786,270 | 39 | 13353,494 | 46,372 | 0,000 |
| | Unutar grupa/Within groups | 183722,773 | 638 | 287,967 | | |
| | Ukupno/Total | 704509,043 | 677 | | | |
| Dužina lisne plojke / Leaf blade length | Između grupa/Between groups | 194770,151 | 39 | 4994,106 | 43,073 | 0,000 |
| | Unutar grupa/Within groups | 73972,985 | 638 | 115,945 | | |
| | Ukupno/Total | 268743,136 | 677 | | | |
| Dužina peteljke / Petiole length | Između grupa/Between groups | 84529,255 | 39 | 2167,417 | 32,871 | 0,000 |
| | Unutar grupa/Within groups | 42067,519 | 638 | 65,937 | | |
| | Ukupno/Total | 126596,774 | 677 | | | |
| Širina lisne plojke / Leaf blade width | Između grupa/Between groups | 231634,448 | 37 | 6351,302 | 39,662 | 0,000 |
| | Unutar grupa/Within groups | 100704,764 | 638 | 157,844 | | |
| | Ukupno/Total | 332339,212 | 675 | | | |
| Kut insercije prvog bočnog i centralnog nerva / Insertion angle of the first lateral and central nerve | Između grupa/Between groups | 15158,128 | 39 | 388,670 | 17,272 | 0,000 |
| | Unutar grupa/Within groups | 14356,640 | 638 | 22,503 | | |
| | Ukupno/Total | 29514,768 | 677 | | | |
| Udaljenost najšireg dijela lista od baze lista / Distance the widest part of the leaf from the leaf base | Između grupa/Between groups | 8827,822 | 39 | 226,354 | 14,743 | 0,000 |
| | Unutar grupa/Within groups | 9795,433 | 638 | 15,353 | | |
| | Ukupno/Total | 18623,255 | 677 | | | |
| Broj zubaca / Number of teeth | Između grupa/Between groups | 492,678 | 39 | 12,633 | 19,722 | 0,000 |
| | Unutar grupa/Within groups | 408,661 | 638 | 0,641 | | |
| | Ukupno/Total | 901,339 | 677 | | | |

Tablica 5. Broj grupa po svojstvima prema Duncan testu po populacijama/hibridima

Table 5. Number of groups by leaf traits according to Duncan test per populations/hybrids

| Svojstvo lista/ Leaf trait | Broj grupa/ Number of groups |
|--|---------------------------------|
| Ukupna dužina lista | 13 |
| Dužina lisne plojke | 13 |
| Dužina peteljke | 13 |
| Širina lista | 17 |
| Kut insercije | 17 |
| Udaljenost najšireg dijela lista od baze lista | 13 |
| Broj zubaca na 1 cm dužine lisnog ruba | 9 |

hibridi (130.5 mm), zatim klonovi iz doline Vrbasa (106.8 mm), a najmanju klonovi iz doline Neretve (71.2 mm).

Frekvencija pojavljivanja broja zubaca po slivovima rijeka prikazana je na slici 4. Najčešće se pojavljuje 4 zupca po 1 cm ruba lista. Kod hibrida, kao i klonova iz doline Bosne, pojavljuje se i 2 zupca po 1 cm ruba, dok se kod klonova iz doline Neretve javlja i 8 zubaca po 1 cm.

Analiza varijance za istraživana svojstva napravljena je i po slivovima rijeka iz kojih potječu populacije od kojih je uzet klonski materijal za podizanje testa. Ova analiza pokazala

Tablica 6. Rezultati deskriptivne analize za istraživana svojstva listova po slivovima rijeka

Table 6. Results of descriptive analysis for investigated leaf traits per river basins

| Riječni sliv River basin | N | ukupna dužina lista (mm) total leaf length (mm) | | dužine lisne plojke (mm) leaf blade length (mm) | | Širina lisne plojke (mm) leaf blade width (mm) | |
|-----------------------------|-----|--|--------------|--|--------------|---|--------------|
| | | Prosjek Mean | Std. dev. | Prosjek Mean | Std. dev. | Prosjek Mean | Std. dev. |
| Hibridi | 60 | 204.7 | 31.8 | 128.4 | 21.7 | 130.5 | 18.9 |
| Neretva | 100 | 108.4 | 31.2 | 69.6 | 18.3 | 71.2 | 21.6 |
| Bosna | 184 | 146.9 | 22.8 | 94.7 | 14.8 | 101.2 | 18.3 |
| Lašva | 20 | 147.4 | 17.0 | 95.7 | 11.3 | 102.3 | 14.1 |
| Vrbas | 144 | 151.9 | 17.6 | 95.7 | 10.7 | 106.8 | 14.4 |
| Drina | 135 | 146.1 | 17.3 | 93.5 | 9.8 | 98.8 | 10.3 |
| Spreča | 35 | 143.8 | 17.8 | 92.1 | 12.3 | 100.7 | 19.8 |
| Ukupno/Total | 678 | 147.1 | 32.3 | 93.9 | 19.9 | 100.1 | 22.3 |

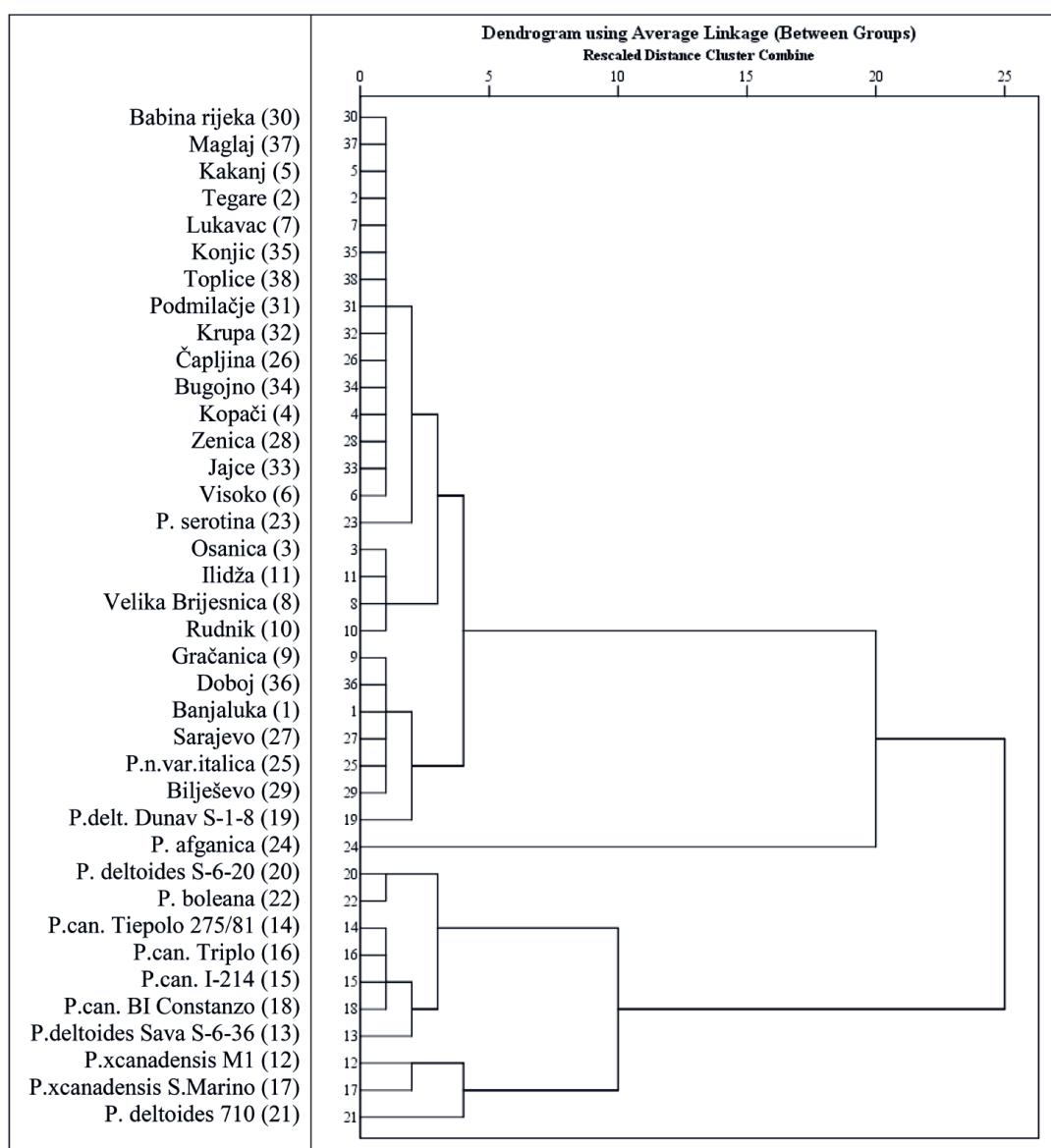
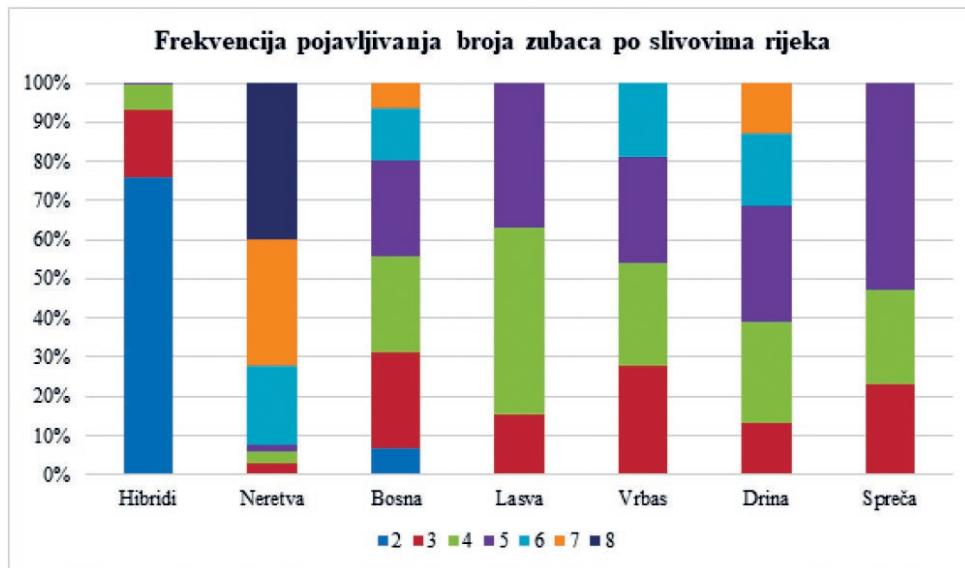
**Slika 3.** Dendrogram grupiranja populacija/hibrida po svojstvima dužine i širine lista i dužine peteljke

Figure 3. Dendrogram of grouping of populations/hybrids by leaf length, leaf width and petiole length

Tablica 6.1. Rezultati deskriptivne analize za istraživanja svojstva listova po slivovima riječa

Table 6.1. Results of descriptive analysis for investigated leaf traits per river basins

| Riječni sliv River basin | N | Dužina peteljke (mm) petiole length (mm) | | udaljenost najšireg dijela plojke od baze lista (mm) distance of the widest part of leaf blade from the leaf base (mm) | | kut insercije između prvog bočnog i centralnog nerva (°) the angle of insertion between the first lateral and central nerve (°) | |
|-----------------------------|------------|---|--------------|---|--------------|--|--------------|
| | | Prosjek Mean | Std. dev. | Prosjek Mean | Std. dev. | Prosjek Mean | Std. dev. |
| Hibridi | 60 | 76,4 | 12,9 | 27,8 | 5,1 | 26,1 | 4,6 |
| Neretva | 100 | 38,7 | 13,4 | 18,8 | 4,4 | 38,5 | 5,0 |
| Bosna | 184 | 52,2 | 9,9 | 26,6 | 5,4 | 38,5 | 5,5 |
| Lašva | 20 | 51,7 | 7,8 | 24,5 | 3,6 | 34,5 | 2,7 |
| Vrbas | 144 | 56,2 | 9,1 | 25,7 | 3,6 | 37,1 | 5,7 |
| Drina | 135 | 52,6 | 9,1 | 26,4 | 4,2 | 39,7 | 6,6 |
| Spreča | 35 | 51,6 | 7,9 | 25,4 | 2,6 | 38,7 | 4,1 |
| Ukupno/Total | 678 | 53,2 | 13,7 | 25,2 | 5,2 | 37,2 | 6,6 |



Slika 4. Frekvencija pojavljivanja broja zubaca po slivovima rijeka

Figure 4. Frequency of number of teeth per river basins

je da postoje statistički značajne razlike između slivova rijeka za sva promatrana svojstva.

Nakon što je analizom varijance utvrđeno da postoji statistički značajna razlika između slivova rijeka po svim svojstvima, učinjen je Duncan test kako bi se utvrdilo gru-

Tablica 7. Rezultati analize varijance za svojstva listova po riječnim slivovima

Table 7. Results of variance analysis for leaf traits per river basins

| Zavisna varijabla Dependent variable | Izvor variranja Source of variation | Suma kvadrata Sum of square | Stepeni slobode Degree of freedom | Sredina kvadrata Mean Square | F | Signifikantnost Significance |
|---|--|--------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|---------|---------------------------------|
| Ukupna dužina lista / <i>Total leaf length</i> | Između grupa/ <i>Between groups</i> | 353050,137 | 6 | 58841,689 | 112,340 | 0,000 |
| | Unutar grupa/ <i>Within groups</i> | 351458,906 | 671 | 523,784 | | |
| | Ukupno/ <i>Total</i> | 704509,043 | 677 | | | |
| Dužina lisne plojke / <i>Leaf blade length</i> | Između grupa/ <i>Between groups</i> | 130920,010 | 6 | 21820,002 | 106,232 | 0,000 |
| | Unutar grupa/ <i>Within groups</i> | 137823,126 | 671 | 205,400 | | |
| | Ukupno/ <i>Total</i> | 268743,136 | 677 | | | |
| Dužina peteljke / <i>Petiole length</i> | Između grupa/ <i>Between groups</i> | 54760,809 | 6 | 9126,802 | 85,251 | 0,000 |
| | Unutar grupa/ <i>Within groups</i> | 71835,965 | 671 | 107,058 | | |
| | Ukupno/ <i>Total</i> | 126596,774 | 677 | | | |
| Širina lisne plojke / <i>Leaf blade width</i> | Između grupa/ <i>Between groups</i> | 145873,921 | 6 | 24312,320 | 86,085 | 0,000 |
| | Unutar grupa/ <i>Within groups</i> | 189504,550 | 671 | 282,421 | | |
| | Ukupno/ <i>Total</i> | 335378,471 | 677 | | | |
| Kut insercije prvog bočnog i centralnog nerva / <i>Insertion angle of the first lateral and central nerve</i> | Između grupa/ <i>Between groups</i> | 9009,945 | 6 | 1501,658 | 49,140 | 0,000 |
| | Unutar grupa/ <i>Within groups</i> | 20504,823 | 671 | 30,559 | | |
| | Ukupno/ <i>Total</i> | 29514,768 | 677 | | | |
| Udaljenost najšireg dijela lista od baze lista / <i>Distance of the widest part of leaf from the leaf base</i> | Između grupa/ <i>Between groups</i> | 5053,329 | 6 | 842,221 | 41,646 | 0,000 |
| | Unutar grupa/ <i>Within groups</i> | 13569,927 | 671 | 20,223 | | |
| | Ukupno/ <i>Total</i> | 18623,255 | 677 | | | |
| Broj zubaca / <i>Number of teeth</i> | Između grupa/ <i>Between groups</i> | 259,413 | 6 | 43,236 | 45,194 | 0,000 |
| | Unutar grupa/ <i>Within groups</i> | 641,926 | 671 | 0,957 | | |
| | Ukupno/ <i>Total</i> | 901,339 | 677 | | | |

Tablica 8. Broj grupa po svojstvima listova prema Duncan testu po slivovima rijeka

Table 8. Number of groups by leaf properties according to Duncan test per river basins

| Svojstvo lista / Leaf trait | Broj grupa / Number of groups |
|--|----------------------------------|
| Ukupna dužina lista/ Total leaf length | 3 |
| Dužina lisne plojke/Leaf blade length | 3 |
| Dužina peteljke/Leaf petiole length | 4 |
| Širina plojke/Leaf blade width | 4 |
| Kut insercije/Incision angle | 4 |
| Udaljenost najšireg dijela lista od baze lista / Distance of the widest part of leaf from the leaf base | 4 |
| Broj zubaca na 1 cm dužine lisnog ruba/Number of teeth | 3 |

piranje slivova za svako pojedinačno svojstvo. Broj grupa dobijenih Duncan testom po svojstvima prikazan je u tablici 8.

Po većini svojstava (dužina lista, dužina plojke, dužina peteljke, širina plojke, udaljenost najšireg dijela lista od baze, broj zubaca) sliv rijeke Neretve čini jednu grupu, sa najnižim prosječnim vrijednostima svojstava, hibridi također jednu grupu, s najvišim prosječnim vrijednostima svojstava, a svi drugi slivovi nalaze se u jednoj grupi ili dvije grupe koje se međusobno preklapaju. Prema kutu insercije prvog bočnog nerva od centralnog nerva hibridi se izdvajaju u jednu grupu, sliv Lašve u drugu, a ostali slivovi dijele se u dvije grupe koje se međusobno preklapaju.

4. RASPRAVA

DISCUSSION

Morfološka svojstva lista su uvjetovana ekološkim i genetičkim faktorima. Određena svojstva lista koja su pod jačom genetičkom kontrolom koriste se za utvrđivanje varijabilnosti između različitih populacija topola, kao i za utvrđivanje varijabilnosti unutar pojedinih populacija. Istraživanja morfoloških svojstava listova mogu biti polazna osnova za istraživanje postojanja korelacije između veličine lista i prirasnih mogućnosti klonova, kao i za istraživanje mogućnosti proizvodnje biomase.

De Woody i sur. (2015.) navode da šumsko drveće obično sadrži visoku razinu neutralne genetske varijacije, a genetske razlike su često povezane s geografskom udaljenosti između populacija (izolacija uzrokovana distancem) ili su posljedica povijesnih događaja (izolacija uzrokovana kolonizacijom), dok su, nasuprot tomu, morfološke razlike uglavnom posljedica lokalne prilagodbe. Rezultati dobijeni u ovom istraživanju pokazuju statistički značajne razlike između populacija koje su geografski blizu, te se ne može reći da su razlike posljedica lokalne prilagodbe.

Ren i dr. (2020.) navode da morfološke karakteristike lista mogu biti korištene kao rani indikatori za unapređenje

učinkovitosti selekcije. Rezultati koje su Ren i dr. (2020) dobili u istraživanju morfoloških svojstava listova roditelja i potomstva u klonskoj arhivi u sjevernoj Kini pokazali su da su morfološke osobine listova bile pod jakom genetskom kontrolom te da se roditeljski klonovi s visokom općom kombinacijskom sposobnošću i specifičnom kombinacijskom sposobnošću mogu koristiti u heterozisnom oplemenjivanju, što će koristiti kao polaznu tačku za osmišljavanje nove strategije selekcije roditelja i potomstva. Tako i rezultati ovog istraživanja mogu poslužiti pri selekciji klonova, kao i za dodatna istraživanja proizvodnosti klonova i utvrđivanja korelacije između svojstava lista i prirasta.

Rezultati analize varijance u ovom istraživanju pokazali su statistički značajne razlike između ispitivanih populacija za sva analizirana morfološka svojstva listova. Usporedbom analiziranih svojstava listova pomoću koeficijenta varijabilnosti uočava se da je najveću varijabilnost imala dužina peteljke, s koeficijentom varijabilnosti od 25.8%, dok je najmanju varijabilnost imalo svojstvo kuta insercije prvog bočnog i centralnog nerva s koeficijentom varijabilnosti od 17.7%. Slične rezultate dobili su i Kajba i sur. (2004., 2015.) i Ballian i sur. (2009.) u istraživanjima listova crne topole sakupljenih iz 17 prirodnih populacija s područja Hrvatske i Bosne i Hercegovine, gdje su također utvrđene statistički značajne razlike za sva analizirana morfološka svojstva listova. Najveću varijabilnost pokazala je dužina peteljke s koeficijentom varijabilnosti od 16 % do 37.3%. Samo postojanje varijabilnosti svojstava između populacija ukazuje na mogućnost korištenja ovih populacija u aktivnostima selekcije i oplemenjivanja.

Rezultati deskriptivne analize mjerenih morfoloških svojstava listova autohtonih i hibridnih topola u klonskoj arhivi Žepče pokazali su da su listovi hibridnih topola u prosjeku duži, širi, te duže peteljke od listova autohtonih populacija topola, odnosno da hibridi imaju veću proizvodnju biomase uzimajući u obzir listove. Ovi rezultati se mogu koristiti prilikom odabira klonova za podizanje klonskih plantaža topola za proizvodnju biomase, a također mogu poslužiti kao osnova za daljnja istraživanja proizvodnosti klonova. Također i svojstvo kut insercije prvog bočnog i centralnog nerva je pokazalo niže vrijednosti kod klonova hibridnih topola nego kod autohtonih, što se može povezati s rezultatima koje su dobili Kajba i sur. (1999., 2002.), koji su utvrdili da u razlici između autohtonih i američkih topola najviše doprinosi kut prvog bočnog nerva i horizontale.

Rezultati deskriptivne analize dužine peteljke u ovom istraživanju pokazali su da su hibridne tople imale za oko 30% dužu peteljku od autohtonih topola, što je suglasno rezultatima do kojih su došli Brus i sur. (2010.), koji su utvrdili da je dužina peteljke značajan identifikacijski parametar između crne i kanadske topole.

Rezultati Duncanovog testa za morfološka svojstva listova u ovom istraživanju pokazali su izdvajanje populacije

Čapljina s najnižim vrijednostima svojstava, a klaster analiza je također pokazala da se populacija Čapljina nalazi u klasteru s nekoliko drugih populacija s nižim vrijednostima svojstava od prosjeka. Također i Duncan test po slivovima rijeka pokazuje odvajanje sliva rijeke Neretve u posebnu grupu. Ovo potvrđuje rezultate koje su dobili Kajba i dr. (2002.), koji su istraživali dlakavi tip crne topole (*P. nigra*) koji raste uz rijeku Neretvu (Bosna i Hercegovina) i utvrdili da se znatno se razlikuje od crne topole u obalnim populacijama uz rijeke u Hrvatskoj (Dunav, Drava i Sava). Također u istraživanje dlakavih topola (Kajba i sur. 2016.) utvrđene su značajne razlike između tipičnog i dlakavog tipa europske crne topole..

Čortan i sur. (2015.) istraživali su morfološku varijabilnost listova crne topole u dolinama najvećih rijeka Vojvodine (Dunav, Tisa, Sava). Rezultati analize varijance ukazuju na postojanje statistički značajnih razlika između individua u okviru populacija za sva ispitivana morfometrijska svojstva, a između populacija za svojstva širina lista, ugao između prvog nerva i horizontale, rastojanje između osnove lista i najšireg dijela lista i broj nerava na lijevoj strani lista). Rezultati Čortan i dr. (2015.) pokazali su izraženu varijabilnost kada su u pitanju parametri dužina peteljke, širina lista na 1 cm od vrha lista, rastojanje između osnove i najšireg dijela lista i ugao između prvog nerva i horizontale za koje se smatra da su pod izrazitom genetskom kontrolom, dok parametri širina lista, dužina lista i ukupna dužina lista, koji se odlikuju velikom plastičnošću, pokazuju manju varijabilnost. Rezultati analize morfoloških svojstava listova crne topole po slivovima rijeka također su pokazali statistički značajne razlike između slivova rijeka, što se može povezati s utjecajem razine vode. Miljković i Čortan (2020.), istražujući morfometrijska i morfološka svojstva lista crne topole u plavnim i neplavnim područjima sliva Dunava, utvrdili su da je utjecaj poplava statistički značajan za geometrijsku veličinu i oblik lista.

Varijabilnost između populacija autohtonih crnih topola utvrđena je također i molekularnim istraživanjima (Ballian i Tröber 2017.). Autori su istraživali genetsku strukturu šest bosanskohercegovačkih populacija crnih topola, uz uporabu deset mikrosatelitskih genskih lokusa te utvrdili veliki polimorfizam. U populaciji donji tok Neretve i gornji tok Vrbasa registriran je najmanji broj alela (34 i 29), dok je u populaciji gornji tok Bosne registriran ukupno 81 alel. Stvarne heterozigotnosti su skoro u svim slučajevima manje od teorijskih. Fiksacijski indeks u svim istraživanim populacijama pokazao je negativne ili vrlo male pozitivne veličine, ali s relativno malim vrijednostima, osim u slučaju populacije Neretva kod koje je prosječni koeficijent inbridinga iznosio 0,062. Ovi rezultati potvrđuju vezu između morfoloških i molekularnih istraživanja, s obzirom da je populacija Čapljina, pokazala izvjesna odstupanja od ostalih populacija, odnosno sliv Neretve od ostalih slivova.

DeWoody i dr. (2105.) godine istraživali su genetičke (mikrosatelitske) i morfološke varijacije kod *Populus nigra* na uzorcima sa 13 lokacija diljem zapadne Europe koji su gađeni na zajedničkoj lokaciji u Belgiji. Utvrdili su značajnu genetsku diferencijaciju te značajne korelacije pri usporedbi ekotipova malih listova s ekotipovima velikih listova, unutar uzorka malih listova, ali ne unutar ekotipova velikih listova. To prema mišljenju autora indicira da varijacija unutar morfotipova malih listova može biti adaptivna.

Morfološka istraživanja listova mogu poslužiti prilikom izbora klonova za podizanje klonskih plantaža, a potrebno ih je povezati s dodatnim istraživanjima proizvodnosti klonova, kao i sa istraživanjima populacija.

5. ZAKLJUČAK CONCLUSION

Analizom varijance za morfometrijska svojstva listova crnih topola iz klonskog arhiva u Žepču, utvrđeno je da postoje statistički značajne razlike između klonova iz različitih populacija/hibrida, kao i između klonova iz različitih slivova rijeka, za sva promatrana svojstva.

Najveći varijabilitet je prisutan kod svojstva dužine peteljke s koeficijentom varijabilnosti od 25.8%, dok je najmanju varijabilnost pokazalo svojstvo kuta insercije prvog bočnog i centralnog nerva s koeficijentom varijabilnosti od 17.7%. Hibridne topole imaju krupnije listove od autohtonih topola, odnosno prosječne veličine za: ukupnu dužinu lista, dužinu lisne plojke, širinu lista, dužinu peteljke, te udaljenost najšireg dijela plojke od baze lista su veće kod klonova hibridnih nego klonova autohtonih populacija topola prisutnih u klonskoj arhivi.

Kut insercije prvog bočnog i centralnog nerva je veći kod klonova autohtonih populacija topola i varira od 32° do 44.1°, dok za klonove hibridnih topola kut insercije varira od 22° do 32.6°.

Klonovi populacije Banja Luka imali su najveću prosječnu ukupnu dužinu lista i širinu lista, a klonovi populacije Sarajevo najveću prosječnu dužinu lisne plojke. Klonovi populacije Bilješevu imali su najveću prosječnu dužinu peteljke i udaljenost najšireg dijela lisne plojke od baze lista. Klonovi populacije Čapljina imali su najmanje prosječne vrijednosti svih mjerjenih svojstava osim kuta insercije prvog bočnog i centralnog nerva.

Klonovi najvećeg broja populacija (38.3%) imali su 4 zubca na 1cm dužine lisnog ruba iznad najšireg dijela lista. Klonovi većine autohtonih populacija imaju 4 zupca, iako značajan broj ima i 5 zubaca, dok su kod klonova hibridnih topola najčešći listovi sa po 3 zupca na 1cm dužine lisnog ruba. Klonovi populacije Čapljina jedini imaju postotno najviše zastupljenih listova sa po 6 zubaca na 1cm lisnog ruba.

Ovo istraživanje daje samo mali uvid u morfološke karakteristike crnih topola u klonskom arhivu Žepče te može predstavljati osnovu za daljnja istraživanja u cilju potpunijeg razumijevanja morfoloških i drugih svojstava crnih topola potrebnih za uspješan nastavak rada na oplemenjivanju ove vrste.

LITERATURA

REFERENCE

- Ballian, D., U. Tröber, 2017: Genetska karakterizacija europske crne topole (*Populus nigra* L.) u Bosni i Hercegovini. Šumarski list, 5-6:251-262
- Ballian, D., F. Mekić, 2008: Klonski arhiv bosanskohercegovačkih populacija crne topole (*Populus nigra* L.) u Žepcu – podizanje i upotreba klonskog materijala. Naše šume, 12/13 :16-24.
- Ballian, D., 2004: The status of Black and White Poplar (*Populus nigra* L., *Populus alba* L.) in Bosnia and Herzegovina, In *Populus nigra* Network. Report of the 8th *Populus nigra* Network Meeting, Frankfurt (Oder)/Treppeln. IPGRI, Italy, str. 17-20. Rome.
- Ballian, D., 2017: Varijabilnost crne topole(*Populus nigra* L.) i njeno očuvanje u Bosni i Hercegovini". Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu. Str.1-205.
- Ballian, D., 2009: Značaj kolekcije klonova autohtonih crnih i hibridnih topola za Bosnui Hercegovinu. Radovi Hrvatskog društva zaznanost i umjetnost, Sarajevo, 11: 221 - 230.
- Brus, R., U. Galien, G. Božić, K. Jarni, 2010: Morphological study of the leaves of two European black poplar (*Populus nigra* L.) population in Slovenia. Periodicum biologorum, 112 (3), 317-325.
- Čortan, D., M. Šijačić-Nikolić, R. Knežević, 2013: Variability of leaves morphological traits in black poplar (*Populus nigra* L.) from two populations in Vojvodina, Šumarstvo (Forestry) 65 (3-4), 193-202.
- Čortan, D., M. Šijačić-Nikolić, R. Knežević 2014: Variability of morphometric leaf characteristics of Black poplar from the area of Vojvodina, Bulletin of the Faculty of Forestry 109, 63-72.
- Čortan, D., B. Tubić, M. Šijačić-Nikolić, D. Borota, 2015: Morfološka varijabilnost listova crne topole(*Populus nigra* L.) na području Vojvodine, Srbija.Šumarski list, 5/6:245-252
- Čortan, R.D. 2015: Procena varijabilnosti prirodnih populacija crne topole (*Populus nigra* L.) na području Vojvodine primenom genetičkih markera" Doktorska disertacija, Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu
- DeWoody, J., H. Trewin, G. Taylor, 2015: Genetic and morphological differentiation in *Populus nigra* L.: isolation by colonization or isolation by adaptation? Molecular Ecology, 24, 2641–2655. doi: 10.1111/mec.13192
- Kajba, D., Ballian D., M. Idžođić, I. Poljak, 2015: Leaf Morphology Variation of *Populus nigra* L. in Natural Populations alongthe Rivers in Croatia and Bosnia and Herzegovina. SEEFOR 6(1): 39-51. Zagreb
- Kajba D., D. Ballian, M. Idžođić, S. Bogdan, 2004: The differences among hairy and typical European black poplars and thepossible role of the hairy type in relation to climatic changes.Forest Ecolgy and Management, Vol. 197, 1-3: 279-284.
- Kajba, D., M. Idžođić, S. Bogdan, 1999: Discriminant analysis of leaf morphologicalcharacters of the European Black Poplar (*Populus nigra* L.) in natural populations inCroatia. In *Populus nigra* network. Report of the fift meating, 5-9 May (1999), Kyiv,Ukraine (Turok, J., Lefevre, F., de Vries, S., Alba, N., Heinze, B., Voloyanchul, R.and Lipman, E., compilers): International Plant Genetic Resources Institute, Rome.Str. 73-76.
- Kajba, D., B. Romanić, 2002: Leaf Morphological variability of the European blackpoplar (*Populus nigra* L.) in natural population in the Drava river basin in Croatia.In: Genetic diversity in river population of European black poplar implications for riparian eco-system management. (van Dam BC, Bordacs S Eds.). Proceedings of the International Symposium held in Szekszard, Hungary, May 16-20, 2001, pp. 77.
- Kajba, D., D. Ballian, M. Idžođić, S. Bogdan, 2002: Importance of conservation of the hairy type of *Populus nigra* in the changing climatic and environmental conditions. Conference: DYGÉN Conference, Strasbourg.
- Kajba, D., D. Ballian, M. Idžođić, I. Poljak, I. Andrić, 2016: Morphological Variability of Hairy and Typical European Black Poplar (*Populus nigra* L.). International Poplar Commission 25th Session Berlin. Poplars And Other Fast-Growing Trees - Renewable Resources For Future Green Economies. Abstracts Of Submitted Papers And Posters.
- Koskela, J., de Vries, S.M.G., Kajba, D., von Wühlisch, G. (comps.) 2004: *Populus nigra* Network, 131 p.
- Miljković, D., D. Čortan, 2020: Morfometrijska i morfološka analiza lista crne topole (*Populus nigra* L.) u plavnim i neplavnim područjima sliva Dunava/Morphometric and morphological analysis of *Populus nigra* L. leaves in flooded regions. Šumarski list, 3-4 (2020): 139–147. <https://doi.org/10.31298/sl.144.3-4.3>
- Ren, J., X. Ji, C. Wang, J. Hu, G. Nervo, H. Li, (2020): Variation and Genetic Parameters of Leaf Morphological Traits of Eight Families from *Populus simonii* × *P. nigra*. Forests 2020, 11, 1319; doi:10.3390/f11121319
- Vanden Broeck, A., 2003: EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for European black poplar (*Populus nigra* L.). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.

SUMMARY

Black poplar (*Populus nigra* L.) is one of the most important European tree species, inhabiting alluvial habitats along the banks of large rivers. Today, it is one of the most endangered species of forest trees due to habitat devastation, regulation of river flows, excessive exploitation, and the introduction of non-native tree species with which it hybridized. This study aims to determine the variability of morphological properties of black poplar leaves n Bosnia and Herzegovina, within and among populations, and among river basins.

Material from the clonal archive of black poplars was researched. The archive was founded in 2005 in Žepče. It contains clones from 161 trees of indigenous black poplars from 26 populations throughout Bosnia and Herzegovina (from the basins of 6 rivers) and 15 hybrid poplar species (table 1 and table 2).

Ten leaves were collected from each clone by taking the fifth leaf from the top of the main shoot. Five leaves from each clone were measured. The measurement was performed with a digital movable scale with an accuracy of 0.1 mm and a protractor. The following traits were measured: leaf blade length, leaf blade width, petiole length, total leaf length, the angle between the first lateral nerve and central nerve, and distance from the leaf base to the widest part of the leaf. The number of teeth on one cm above the widest part of the leaf was counted. Data were processed using SPSS 26.0 and EXCEL by populations and river basins.

Analysis of variance revealed that there are statistically significant differences among the studied populations (table 4), as well as among river basins (table 7), for all investigated traits. The petiole length trait showed the highest variability, and the lowest variability had the insertion angle of the first lateral and central nerve (table 3). The clones of population of hairy black poplars Čapljina had the lowest values of leaf traits and differed significantly in all measured properties from the others. The most common number of teeth per 1 cm of leaf edge for all populations was four teeth (figure 2), which appeared on 38.3% of leaves.

This research gives us a small insight into the morphological characteristics of black poplars in the clone archive Žepče and can be the basis for further researches of the traits of black poplars needed for a successful continuation of work on breeding this species.

KEY WORDS: european black poplar, clone archive, morphological traits of leaves

THE MORPHOLOGICAL AND CHEMICAL VARIABILITY OF TURKISH HAZEL (*CORYLUS COLURNA* L.) FRUITS IN TURKEY

MORFOLOŠKA I KEMIJSKA VARIJABILNOST PLODOVA MEDVJEĐE LIJESKE (*CORYLUS COLURNA* L.) NA PODRUČJU TURSKE

Mehmet KALKAN^{1*}, Mustafa YILMAZ¹, Rasim Alper ORAL²

ABSTRACT

Turkish hazel (*Corylus colurna* L.) is naturally distributed in southeast Europe, Anatolia, the Caucasus and Western Himalayas. In Turkey, there are many isolated populations in the Black Sea, Marmara, Aegean, and Central Anatolian Regions. Many of the small populations in Turkey are endangered. In this study, the morphological and chemical characteristics of Turkish hazelnut fruits collected from seven populations were researched. In this regard, considering the morphological characteristics of fruits and kernels, significant differences were observed between the populations. Length, width, thickness, and weight averages were 15.98 mm, 15.38 mm, 12.00 mm and 1.4651 g in the fruits, and 13.03 mm, 11.22 mm, 7.64 mm and 0.5047 g in the kernels, respectively. The average shell thickness was 1.92 mm, shell weight was 0.9604 g, and kernel ratio was 35.16%. Statistically significant differences were found out between the populations whose chemical contents were analyzed. As a result of the analysis, the average fat content, protein, starch, and ash were 64.1%, 15.9%, 10.2 g, and 2.5%, respectively. According to the averages in the obtained fatty acids, the main fatty acids were oleic acid (79.53%), linoleic acid (11.34%), palmitic acid (5.68%), and stearic acid (2.03%), while the rest of other oils were found in trace amounts. Overall, our results suggest that the information relating to morphological and chemical characteristics of Turkish hazelnut can be useful for discriminating among populations.

KEY WORDS: hazel, hazelnut, fruits, morphometric analysis, chemical analysis, hazelnut oil

INTRODUCTION UVOD

Turkish hazel or Turkish filbert (*Corylus colurna* L.) is a deciduous, monocious, self-incompatible, wind-pollinated species belonging to the Betulaceae family. The species is native to southeast Europe and southwest Asia, from the Balkans through northern Turkey to northern Iran, and in Western Himalayas. In addition, this hazel species is widely grown as an ornamental tree in Europe and the USA for centuries. In Turkey it can be found in the Balıkesir, Bolu, Ankara, Zonguldak, Kastamonu, Rize and Trabzon regions (Temel *et al.*

2017; Aksoy 2018). In the world literature Turkish hazel is also called Turkish filbert, tree hazelnut, bear hazelnut, Balkan hazelnut, and rock hazelnut (Yaltrik 1993).

Turkish hazel is the largest species of hazel with a single-trunk reaching a height of 15–25 m. The leaves of this hazel species are broad-ovoid, heart-shaped at the bottom, and pointed at the tip, 6–15 cm long and 5–13 cm across. The leaf margins are sharply double-serrate or coarse, sometimes shallowly lobed. The unisexual flowers are bloom in early spring before the leaves. The male catkins are pale yellow and 5–10 cm long, and the female flowers are very

¹ Res. Asst. Mehmet KALKAN, Prof. Dr. Mustafa YILMAZ, Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry, Bursa Technical University, Bursa, Turkey

² Assoc. Prof. Dr. Rasim Alper ORAL, Department of Food Engineering, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Bursa Technical University, Bursa, Turkey

*Correspondence: Res. Asst. Mehmet KALKAN, mehmet.kalkan@btu.edu.tr

small with only red 1–3 mm long styles visible from greenish buds. The nuts mature in September, and they have edible kernels, with a taste very similar to kernels of common hazels (*Corylus avellana* L.). Nuts are about 1–2 cm long, surrounded by a thick, softly spiny, and bristly involucre. Three to eight nuts can be usually found together in tight clusters (Pamay 1992; Yaltırık 1993; Aksoy 2018).

The vertical distribution of *C. colurna* is between 100–1700 meters above sea level (Palashev and Nikolov 1979; Yaltırık 1993). It grows in areas where an annual average temperature is between 5–13°C and minimum annual precipitation 500 mm (Palashev and Nikolov 1979). Turkish hazel is a species with a high demand for light and moisture, which is thrifty in terms of its habitat requirements, like loamy soils. It creates strong root structure both vertically and horizontally (Yilmaz 1998; Polat and Güney 2015).

Hazelnuts are used in many areas of the pharmaceutical and food industry all over the world, especially in chocolates, ice creams, sauces, bakery, dairy, dessert, and pastry industry (Mitrović *et al.* 1997; Kaleoğlu *et al.* 2004; Özdemir and Akinci 2004; Erdogan and Aygün 2005; Amaral *et al.* 2006; Oliveira *et al.* 2008; Alasalvar *et al.* 2009). In addition, thanks to the substances it contains, the species is valuable for both its fruits (Çelik and Demirel 2004; Erdogan and Aygün 2005) and leaves (Benov and Georgiev 1994; Alaca and Arabacı 2005; Coşkun 2005) in terms of human health.

Many studies have been conducted that elaborately reveal *Corylus avellana* (Açkurt *et al.* 1999; Kaleoğlu *et al.* 2004; Amaral *et al.* 2006; Köksal *et al.* 2006; Oliveira *et al.* 2008; Alasalvar *et al.* 2009; Bacchetta *et al.* 2013; Rezaei *et al.* 2014;

Vujevic *et al.* 2014; Rovira *et al.* 2017; Wang *et al.* 2018; Król *et al.* 2019; Çetin *et al.* 2020). However, there are a few limited studies (Erdoğan and Aygün 2005; Ayan *et al.* 2018a, 2018b) in Turkey regarding the seed characteristics of Turkish hazel which is why this research was designed to comprehensively determine the morphological and chemical characteristics of Turkish hazelnuts in different natural populations in Turkey.

MATERIALS AND METHODS MATERIJALI I METODE

Materials – Materijali

The fruits for this study were collected from seven populations in Turkey, during the October 2021 (Table 1; Figure 1). 3–4 kg of fully developed and ripe fruits was collected from 10–16 trees in each population.

Table 1. Locations from which samples of hazelnuts were collected.

Tablica 1. Lokacije na kojima su sakupljeni uzorci lješnjaka.

| Population Populacija | Latitude Geografska širina | Longitude Geografska dužina | Altitude (m) Nadmorska visina (m) |
|--------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|---|
| Çorum-İskilip | 40.77 | 34.58 | 1240 |
| Kastamonu-Tosya | 40.90 | 34.04 | 1100 |
| Bolu-Mengen | 40.86 | 31.83 | 800 |
| Bolu-Seben | 40.46 | 31.59 | 1215 |
| Bolu-Pelitçik | 40.61 | 31.45 | 1090 |
| Eskişehir-Mihalıçık | 39.97 | 31.26 | 1150 |
| Afyon-Sultandağı | 38.45 | 31.23 | 1720 |

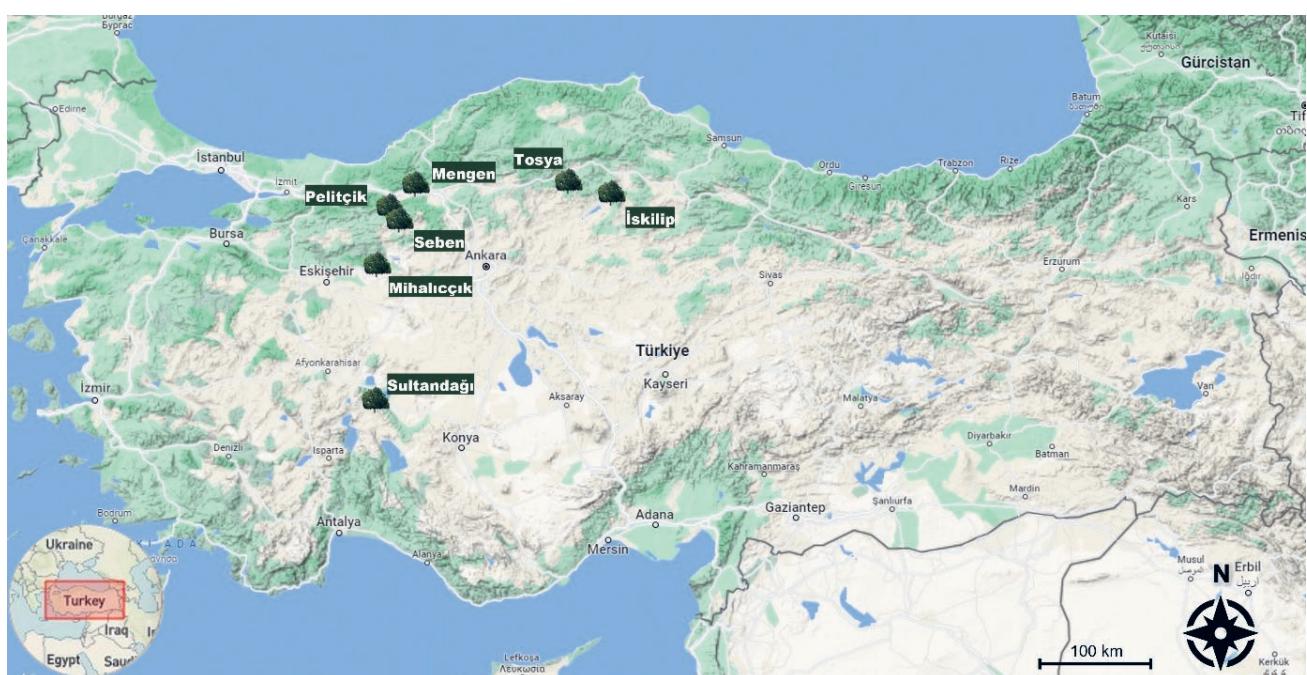


Figure 1. Researched populations of Turkish hazel.

Slika 1. Istraživane populacije medvjede lijeske.

Morphometric analysis – *Morfometrijska analiza*

Nuts were extracted from their involucre and the fruits were dried for about two weeks until their moisture content was reduced to 6.5%, at room temperature in the laboratory. The dried fruits were stored in light-proof amber bottles in the refrigerator.

Analyses of measured morphological traits were performed on 120 (3×40) randomly selected fruits in each population. The length, width and thickness values were measured with a sensitivity of 0.00 mm by using a digital caliper, and the weight values were measured with a sensitivity of 0.0000 g by using an analytical scale for each fruit and kernel. Also, the thickness of the shell was measured in the middle axis of the cracked nutshell by compressing the inner and outer surfaces into the mouth of the digital caliper. The kernel ratio was calculated as a percentage (%) by subtracting the kernel weight from the total fruit weight. In addition, 1,000 seed weight from 800 (8×100) seeds (fruits) was calculated according to ISTA (2020) rules.

Chemical analyses – *Kemijske analize*

The shell of the hazelnut was cracked with the help of vise and the kernel was taken out. In order to determine the chemical composition of the kernel, total fat (%), total protein (%), starch (g/kg) and ash (%) values were analyzed. The tests were carried out by TUBITAK Bursa Test and Analysis Laboratory. The kernel was removed by cracking the nutshell with the help of a vise.

Total fat content analysis was done in Soxhlet device (AOAC 2000). From the dried and ground hazelnut samples at 105°C in an oven, 5 g were weighed and extracted with 300 mL of hexane in a Soxhlet device for 4 hours. The amount of crude fat after evaporation was calculated as %. Protein analyzes of the samples were made by Kjeldahl method according to AOAC International (AOAC 2000). The percentage of crude protein was determined by multiplying the total nitrogen content by a factor of 5.30.

The samples were dried in an oven at 105°C until they reached constant weight. 5 g hazelnut sample was burned in a 550°C muffle furnace for about 9 hours until white ash was formed, and the amount of ash was calculated gravimetrically.

The fatty acid composition of the kernel fat was determined using gas chromatography-flame ionizing detector. The AOCS (2000) method was used to obtain methyl esters of fatty acids. Gas chromatography analyzes were performed with Agilent 6890 series instrument. In the analysis using a high polarity fatty acid column (20 m × 0.25 mm × 0.25 µm), the carrier gas was helium, the flow rate was set to 1.0 ml/min. Injection and detector temperatures were set at 250°C and 280°C, respectively. The oven temperature was

determined as 40°C and the temperature increase rate to 240°C was adjusted to be 5°C/min. Analysis was performed with a split ratio of 1:50 and an injection volume of 1 µl.

Ewers polarimetric method was used for the determination of starch content. For this purpose, approximately 5 g of the ground hazelnut samples were taken and put into a 100 ml measuring flask, and 50 ml of 1% HCl solution was added twice using a pipette, and the sample was shaken. The flask was kept in a water bath at 95–100°C for 15–20 minutes and was shaken intermittently. After the process, it was taken from the water bath and 30–35 ml of distilled water was added and cooled. In order to precipitate nitrogenous substances in the sample, 10 ml of 4% phosphotungstic acid was added to the measuring flask. Distilled water was added until the flask volume was 100 ml, and a clear solution was obtained with filter paper. The obtained filtrate was placed in a 2 dm polarimeter tube and the amount of starch in the sample was calculated with the help of the factor by reading the degree of rotation.

Statistical analysis – *Statistička analiza*

The morphological and chemical characteristics of the fruits and kernels were evaluated by analysis of variance. The one-way analysis of variance (ANOVA) was used to determine inter-population variability. Differences among groups were determined using Duncan's multiple range test when a significant effect was identified. Also, correlation analysis was performed in order to reveal the interaction of the obtained data with each other.

RESULTS AND DISCUSSION

REZULTATI I RASPRAVA

The limited number of reports (Erdogán and Aygün 2005; Ayan *et al.* 2018a, 2018b) in Turkey on Turkish hazelnuts' morphological and chemical characteristics necessitated this research. In this study, morphological and chemical characteristics were determined and evaluated of Turkish hazelnut fruits and kernels from seven populations.

Morphological characteristics – *Morfološke karakteristike*

In terms of morphological characteristics, significant differences between the studied populations have been revealed (Table 2, Figure 2). The average 1,000-seed (fruit) weight at about 6.5% MC (Moisture Content) for the seven populations was 1438.8 g. The average fruit dimensions (length × width × thickness) of the seven populations of *C. colurna* were 15.98 × 15.38 × 12.00 mm, and average fruit weight 1.4651 g. The populations with the lowest-highest values were Seben-İskilip (15.38–16.71 mm) for fruit length, Mengen-Sultandağı (14.57–16.28 mm) for fruit width,

Tosya-Sultandağı (10.94-13.01 mm) for fruit thickness and Tosya-Sultandağı (1.2726-1.6477 g) for fruit weight (Table 2). Ninić-Todorović and Cerović (1987) reports biotypes with fruit size $16.4\text{-}18.6 \times 14.4\text{-}17.8 \times 11.0\text{-}15.8$ mm, and fruit weight 1.17-2.54 g. Miletic et al. (2007) state that fruit dimensions of *C. colurna* are $14.7 (12.0\text{-}17.5) \times 14.1 (11.5\text{-}16.5) \times 12.1 (9.3\text{-}16.0)$ mm and weight 1.15 (0.68-1.55) g for Turkish hazel populations in the central-eastern and east-southern Serbia. Ayan et al. (2018b) reported that the Turkish hazelnuts from four natural populations from the North Western Black Sea Region of Turkey have following dimensions $11.04\text{-}18.83 \times 10.32\text{-}19.61 \times 7.67\text{-}16.92$ mm, and weight 0.61-2.61 g. Popović et al. (2021) studied morphological nut traits of Turkish hazel which was collected from one cultivated and seven natural populations in the Republic of Serbia. They determined in their research that the average of fruit size is $15.24\text{-}7.76 \times 14.17\text{-}15.80 \times 10.92\text{-}12.38$ mm and weight 1.23-1.45 g.

The average kernel dimensions of analyzed populations were determined as $13.03 (12.15\text{-}13.72) \times 11.22 (10.55\text{-}11.75) \times 7.64 (7.27\text{-}8.04)$ mm and average kernel weight 0.5047 (0.4828-0.5332) g. Kernel dimension values match up with similar populations in fruit dimensions in terms of lowest and highest values (Table 3). Miletic et al. (2007) revealed that the kernel dimensions of *C. colurna* are $11.5 (13.0\text{-}10.2) \times 10.2 (12.6\text{-}7.2) \times 9.2 (12.5\text{-}5.0)$ mm and weight 0.70 g (0.56-0.85 g). Ayan et al. (2018b) state that kernel dimensions are $9.16\text{-}15.45 \times 8.05\text{-}16.64 \times 4.52\text{-}10.09$ mm and weight 0.25-0.83 g.

Table 2. Morphological characteristics of the Turkish hazel fruits in the studied populations.

Tablica 2. Morfološke karakteristike plodova medvjede ljeske u istraživanim populacijama.

| Population Populacija | Length Dužina [mm] | Width Širina [mm] | Thickness Debljina [mm] | Weight Težina [g] | Shell thickness Debljina ljsuke [mm] | 1,000-seed weight Težina 1,000-sje- menki [g] |
|------------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------|--|--|
| İskilip | 16.71 ^{a1} | 15.41 ^{bc} | 11.97 ^c | 1.5072 ^b | 1.98 ^{bc} | 1486.8 |
| Tosya | 15.79 ^c | 14.73 ^d | 10.94 ^d | 1.2726 ^d | 1.73 ^e | 1243.7 |
| Mengen | 16.51 ^a | 14.57 ^d | 11.13 ^d | 1.3257 ^{cd} | 1.82 ^{de} | 1300.5 |
| Seben | 15.38 ^d | 15.74 ^b | 11.86 ^c | 1.3957 ^c | 1.90 ^{cd} | 1399.0 |
| Pelitçik | 15.89 ^c | 15.71 ^b | 12.48 ^b | 1.5434 ^b | 1.86 ^d | 1538.8 |
| Mihalıççık | 16.16 ^b | 15.22 ^c | 12.63 ^b | 1.5637 ^b | 2.09 ^a | 1593.4 |
| Sultandağı | 15.46 ^d | 16.28 ^a | 13.01 ^a | 1.6477 ^a | 2.02 ^{ab} | 1658.8 |
| Overall Mean Srednja vrijednost | 15.98 | 15.38 | 12.00 | 1.4651 | 1.92 | 1460.1 |

¹The values on the same column followed by the same small letters are not significantly different at $P<0.05$.

¹Vrijednosti u istom stupcu iza kojeg slijede ista mala slova ne razlikuju se značajno pri $P<0.05$.

Table 3. Morphological characteristics of the Turkish hazel kernels in the studied populations.

Tablica 3. Morfološke karakteristike jezgri medvjede ljeske u istraživanim populacijama.

| Population Populacija | Length Dužina [mm] | Width Širina [mm] | Thickness Debljina [mm] | Weight Težina [g] | Shell weight Težina ljsuke [g] | Kernel Ratio Omjer jezgre [%] |
|------------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| İskilip | 13.72 ^a | 11.04 ^c | 7.47 ^{de} | 0.5332 ^a | 0.9740 ^c | 35.89 ^{b1} |
| Tosya | 13.08 ^{bc} | 11.36 ^b | 7.27 ^e | 0.4741 ^d | 0.7985 ^e | 37.68 ^a |
| Mengen | 13.30 ^b | 10.55 ^d | 7.52 ^{cd} | 0.4917 ^{cd} | 0.8340 ^{de} | 37.88 ^a |
| Seben | 12.15 ^e | 11.75 ^a | 7.80 ^b | 0.5079 ^{b,c} | 0.8878 ^d | 36.81 ^{ab} |
| Pelitçik | 13.02 ^c | 11.50 ^{ab} | 7.72 ^{bc} | 0.5199 ^{ab} | 1.0235 ^{bc} | 34.10 ^c |
| Mihalıççık | 13.25 ^{bc} | 10.82 ^{cd} | 7.67 ^{bcd} | 0.4828 ^d | 1.0809 ^{ab} | 31.33 ^d |
| Sultandağı | 12.69 ^d | 11.55 ^{ab} | 8.04 ^a | 0.5233 ^{ab} | 1.1244 ^a | 32.41 ^d |
| Overall Mean Srednja vrijednost | 13.03 | 11.22 | 7.64 | 0.5047 | 0.9604 | 35.16 |

¹The values on the same column followed by the same small letters are not significantly different at $P<0.05$.

¹Vrijednosti u istom stupcu iza kojeg slijede ista mala slova ne razlikuju se značajno pri $P<0.05$.



Figure 2. Section through a Turkish hazel fruit.

Slika 2. Presjek kroz plod medvjede ljeske.

The average of shell thickness, shell weight and kernel ratio in seven populations was determined 1.92 (1.73-2.09) mm, 0.9604 (0.7985-1.1244) g and 35.16% (31.33-37.88%), respectively (Table 3). Mitrović *et al.* (2001), in their research of Turkish hazelnuts in Serbia, determined that the shell thickness was 1.0-1.3 mm, and the kernel ratio was 29-40.1%. Erdoğan and Aygün (2005) conducted a study on *C. colurna* and found out that shell thickness was 0.67-3.69 mm and the kernel ratio 25-36%. Miletic *et al.* (2007) reported the average kernel ratio of 40.2% (36.7-43.9%) for Turkish hazelnuts. Ayan *et al.* (2018b) determined in their study that the average shell thickness and kernel ratios are 2.28 mm (0.92-11.88 mm) and 34.8% (18.1-57.9%), respectively.

The shell thickness and percent kernel ratio are commercially important in hazelnuts (Ayfer *et al.* 1986; Richardson 1996; Aćkurt *et al.* 1999; Özdemir and Akinci 2004). The thin shell thickness may affect the high kernel rate. Preferring thin-shelled Turkish hazelnuts in commercial areas will provide high yields in terms of product quantity. According to our investigations, the highest value of the shell thickness was recorded in the population of the Mihalicçik (2.09 mm) and the lowest in the Tosya population (1.73 mm). In addition, it was determined that the highest kernel rate was in the Mengen population (37.88%) and the lowest in the Mihalicçik population (31.33%) (Table 3).

According to the results of the correlation analysis, it was determined that there was a significantly negative correlation between kernel ratio and shell weight, shell thickness, fruit thickness, fruit weight and fruit width, respectively from highest to lowest ($P<0.01$). Positive correlations between other parameters of morphological characteristics are shown in Table 4. Likewise, similar correlations were reported by Ayan *et al.* (2018b).

Chemical characteristics – Kemijske karakteristike

The analysis of the chemical content of Turkish hazelnuts is summarized in Table 5. In terms of chemical traits of kernels significant differences between the studied populations have been determined. As a result of the analysis, the average fat content (%), protein (%), starch (g/kg) and ash (%) were 64.1%, 15.9%, 10.2 g and 2.5%, respectively (Table 5).

According to the results of this study, the percentage of total protein content was in range from 14.8% (Seben) to 17.6% (Mengen). Furthermore, it was revealed that the starch content varied in the range of 5.96 g (Sultandagi) to 13.5 g (Pelicik), and the ash content in the range of 2.30% (Sultandagi) to 2.58% (Mengen). The percentage of protein content in *C. colurna* was determined by Miletic *et al.* (2007) and Ayan *et al.* (2018a) as 12.4% (10.9-14.4%) and 16.32% (14.80-18.34%), respectively. Srivastava *et al.* (2010) carried out their study on 41 genotypes of *C. colurna* in Kashmir and noted that the average protein content is 16.37%.

Table 4. Correlation matrix of morphological traits.
Tablica 4. Korelacijska matrica morfoloških svojstava.

| Variables | FRUIT PLOD | | | | | | KERNEL JEZGRA | | | | | |
|-----------------------------------|------------------|-----------------|-----------------------|------------------|------------------------------------|------------------|-----------------|-----------------------|------------------|-------------------------------|------------------------------|--|
| | Length Dužina | Width Širina | Thickness Debljina | Weight Težina | Shell thickness Debljina ljuške | Length Dužina | Width Širina | Thickness Debljina | Weight Težina | Shell weight Težina ljuške | Kernel ratio Omjer jezgre | |
| Length – Dužina | 1 | | | | | | | | | | | |
| Width – Širina | 0.172** | 1 | | | | | | | | | | |
| Thickness – Debljina | 0.211** | 0.668*** | 1 | | | | | | | | | |
| Weight – Težina | 0.421** | 0.831** | 0.862** | 1 | | | | | | | | |
| Shell thickness – Debljina ljuške | 0.112** | 0.488*** | 0.467** | 0.545*** | 1 | | | | | | | |
| Length – Dužina | 0.819** | 0.085* | 0.132** | 0.339** | 0.056 | 1 | | | | | | |
| Width – Širina | 0.131** | 0.799*** | 0.453*** | 0.623*** | 0.177** | 0.110** | 1 | | | | | |
| Thickness – Debljina | 0.157** | 0.426** | 0.612** | 0.527*** | 0.067 | 0.088* | 0.477** | 1 | | | | |
| Weight – Težina | 0.501** | 0.664*** | 0.565** | 0.731** | 0.151** | 0.480*** | 0.774** | 0.702** | 1 | | | |
| Shell weight – Težina ljuške | 0.343** | 0.788*** | 0.860** | 0.972** | 0.615** | 0.250** | 0.498** | 0.403** | 0.550** | 1 | | |
| Kernel ratio – Omjer jezgre | -0.031 | -0.412** | -0.568*** | -0.562** | -0.617** | 0.068* | 0.014 | 0.073* | 0.126** | -0.731** | 1 | |

** correlation is significant at the 0.01 level; * correlation is significant at the 0.05 level.
*** korelacija je značajna na razini 0.01; * korelacija je značajna na razini 0.05.

Table 5. Chemical content of Turkish hazel kernels in the studied populations. The values are presented as arithmetic mean \pm standard deviation.

Tablica 5. Kemijski sastav jezgri medvjede ljeske u istraživanim populacijama. Vrijednosti su prikazane kao aritmetička sredina \pm standardna devijacija.

| Population Populacija | Fat Content Masti (%) | Protein Protein (%) | Starch Škrob (g/kg) | Ash Pepeo (%) |
|--------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| İskilip | 54.9 \pm 2.9 ^f | 17.5 \pm 0.2 ^a | 9.23 \pm 0.78 ^c | 2.54 \pm 0.06 ^{a1} |
| Tosya | 62.7 \pm 3.3 ^d | 15.0 \pm 0.2 ^{cd} | 11.4 \pm 0.8 ^b | 2.56 \pm 0.02 ^a |
| Mengen | 59.0 \pm 3.1 ^e | 17.6 \pm 0.3 ^a | 11.4 \pm 0.8 ^b | 2.58 \pm 0.02 ^a |
| Seben | 73.1 \pm 3.8 ^a | 14.8 \pm 0.1 ^e | 9.78 \pm 0.01 ^{bc} | 2.38 \pm 0.03 ^b |
| Pelitçik | 65.6 \pm 3.4 ^c | 15.0 \pm 0.1 ^{cd} | 13.5 \pm 0.8 ^a | 2.32 \pm 0.02 ^b |
| Mihalicçik | 65.1 \pm 3.4 ^c | 16.3 \pm 0.3 ^b | 10.3 \pm 0.8 ^{bc} | 2.49 \pm 0.04 ^a |
| Sultandağı | 68.2 \pm 3.5 ^b | 15.4 \pm 0.2 ^c | 5.96 \pm 0.79 ^d | 2.30 \pm 0.03 ^b |
| Average | | | | |
| Srednja vrijednost | 64.1 \pm 3.3 | 15.9 \pm 0.2 | 10.2 \pm 0.68 | 2.5 \pm 0.03 |

¹ the values on the same column followed by the same small letters are not significantly different at $P<0.05$.

¹ vrijednosti u istom stupcu iza kojeg slijede ista mala slova ne razlikuju se značajno pri $P<0.05$.

The İskilip population has the lowest fat content (54.9%), whereas the Seben population has the highest fat content (73.1%) among the seven populations of Turkish hazelnut. Oleic and linoleic acids were the predominant fatty acids, together representing 90.87% of the total. The amount of palmitic and stearic acids was low while palmitoleic, eicosenoic, α -linolenic, arachidic, and heptadecanoic acids were present in trace amounts (Table 6). Erdogan and Aygün (2005) for Turkish hazelnuts reported that the fat content was 64.4–71.9%, and that the oleic and linoleic acids constituted 91.7% of the total amount. Ayan *et al.* (2018a), determined that the fat content of the Turkish hazelnut populations ranged from 59.8% to 64.1%. Ninić-Todorović *et al.* (2019) in their study for Turkish hazelnuts stated that the fat content was 36.50–60.8%, oleic acid 79.3–83.0% and linoleic acids 7.5–10.8%. Similar fat content (48.6–69.9%) and fatty acid composition for Turkish hazel kernels was reported for the samples from Serbia (Ninić-Todorović 1990; Miletić *et al.* 2007).

The average values for oleic acid (C18:1c), linoleic acid (C18:2c), palmitic acid (C16:0) and stearic acid (C18:0), i.e., principal fatty acids, were as follows: 79.53%, 11.34%, 5.68% and 2.03%, respectively. Among the total fatty acids of hazelnuts, total monounsaturated fatty acids (avg. 80.13%) exhibited the highest ratio, while saturated fatty acids presented the lowest content (avg. 7.92%). The oleic acid in Turkish hazel populations vary from 78.6% (Tosya) to 80.1% (İskilip), linoleic acid from 9.45% (Mihalicçik) to 12.6% (Tosya), palmitic acid from 5.07% (Seben) to 6.95% (Mihalicçik) and stearic acid from 1.56% (Tosya) to 2.54% (Mihalicçik) (Table 6).

Król and Gantner (2020) investigated some cultivars of *C. avellana*, which are most widespread and prominent in certain countries (Croatia, Iran, Italy, Oregon, Poland, Portugal, Spain, and Turkey), in a review. Considering the chemical

Table 6. Fatty acid compositions in Turkish hazel kernels from seven natural populations. The values are presented as arithmetic mean \pm standard deviation.

Tablica 6. Sastav masnih kiselina jezgri medvjede ljeske iz sedam prirodnih populacija. Vrijednosti su prikazane kao aritmetička sredina \pm standardna devijacija.

| Population Populacija | Palmitoleic acid | | Heptadecanoic acid | | Linoleic acid | | α -Linolenic acid | | Arachidonic acid | | Eicosenoic acid | | Saturated fatty acids | | Monounsaturated fatty acids | | Polyunsaturated fatty acids | |
|--------------------------|------------------------------|---------------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|------------------------------|---|-------------------------------|-------------------------------|--|---------------------------------------|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|------------|-----------------------------|--------------------------|
| | Palmítinska kiselina (C16:0) | Palmítoléinská kiselina (C16:1) | Stearínska kiselina (C17:1) | Heptadekánska kiselina (C17:1) | Oleínska kiselina (C18:1c) | Linolínska kiselina (C18:2c) | α -Linolínska kiselina (C18:3n3) | Araquídonska kiselina (C20:0) | Eikozenóiska kiselina (C20:1) | Zasićene masne kiseline Σ SAFAs | Zasićene masne kiseline Σ UFAs | Mononezasićene masne kiseline Σ MUFA | Vrijednost | Standardna devijacija | Population Populacija | Vrijednost | Standardna devijacija | Population Populacija |
| İskilip | 5.79 \pm 0.48 ^b | 0.34 \pm 0.01 ^c | 0.09 \pm 0.01 ^a | 2.24 \pm 0.17 ^b | 80.1 \pm 6.1 ^a | 10.5 \pm 0.8 ^d | 0.14 \pm 0.01 ^c | 0.12 \pm 0.01 ^b | 0.18 \pm 0.01 ^{ab} | 8.25 \pm 1.30 ^b | 80.7 \pm 2.5 ^a | 10.7 \pm 0.6 ^{d1} | | | | | | |
| Tosya | 5.44 \pm 0.45 ^e | 0.36 \pm 0.01 ^b | 0.09 \pm 0.01 ^a | 1.56 \pm 0.12 ^b | 78.6 \pm 6.0 ^d | 12.6 \pm 0.9 ^a | 0.11 \pm 0.01 ^e | 0.11 \pm 0.01 ^d | 0.18 \pm 0.01 ^a | 7.18 \pm 1.13 ^f | 79.2 \pm 2.5 ^d | 12.8 \pm 0.7 ^a | | | | | | |
| Mengen | 5.30 \pm 0.44 ^f | 0.31 \pm 0.01 ^d | 0.08 \pm 0.01 ^c | 1.85 \pm 0.14 ^f | 79.1 \pm 6.0 ^c | 12.5 \pm 0.9 ^a | 0.15 \pm 0.01 ^b | 0.11 \pm 0.01 ^e | 0.18 \pm 0.01 ^a | 7.36 \pm 1.16 ^e | 79.6 \pm 2.5 ^c | 12.8 \pm 0.7 ^a | | | | | | |
| Seben | 5.07 \pm 0.42 ^b | 0.32 \pm 0.01 ^d | 0.08 \pm 0.01 ^c | 2.11 \pm 0.16 ^c | 79.9 \pm 6.1 ^{ab} | 11.5 \pm 0.9 ^b | 0.13 \pm 0.01 ^d | 0.12 \pm 0.01 ^c | 0.18 \pm 0.01 ^{ab} | 7.39 \pm 1.16 ^e | 80.5 \pm 2.5 ^b | 11.7 \pm 0.6 ^b | | | | | | |
| Pelitçik | 5.56 \pm 0.46 ^d | 0.35 \pm 0.01 ^{bc} | 0.08 \pm 0.01 ^b | 2.00 \pm 0.15 ^d | 79.6 \pm 6.1 ^b | 11.2 \pm 0.8 ^c | 0.15 \pm 0.01 ^b | 0.11 \pm 0.01 ^d | 0.17 \pm 0.01 ^{bc} | 7.81 \pm 1.23 ^c | 80.2 \pm 2.5 ^b | 11.4 \pm 0.6 ^c | | | | | | |
| Mihalicçik | 6.95 \pm 0.58 ^a | 0.51 \pm 0.01 ^a | 0.08 \pm 0.01 ^b | 2.54 \pm 0.20 ^a | 79.7 \pm 6.1 ^b | 9.45 \pm 0.71 ^e | 0.10 \pm 0.01 ^f | 0.15 \pm 0.01 ^a | 0.17 \pm 0.01 ^c | 9.73 \pm 1.53 ^a | 80.4 \pm 2.5 ^b | 9.64 \pm 0.53 ^a | | | | | | |
| Sultandağı | 5.65 \pm 0.47 ^c | 0.34 \pm 0.01 ^c | 0.07 \pm 0.01 ^d | 1.90 \pm 0.15 ^e | 79.7 \pm 6.1 ^b | 11.6 \pm 0.9 ^b | 0.15 \pm 0.01 ^a | 0.10 \pm 0.01 ^f | 0.16 \pm 0.01 ^d | 7.70 \pm 1.21 ^d | 80.3 \pm 2.5 ^b | 11.8 \pm 0.7 ^b | | | | | | |
| Overall Mean | 5.68 \pm 0.47 | 0.36 \pm 0.01 | 0.08 \pm 0.01 | 2.03 \pm 0.16 | 79.53 \pm 6.07 | 11.34 \pm 0.84 | 0.13 \pm 0.01 | 0.12 \pm 0.01 | 0.17 \pm 0.01 | 7.92 \pm 1.25 | 80.13 \pm 2.50 | 11.55 \pm 0.63 | | | | | | |
| Srednja vrijednost | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

¹ the values on the same column followed by the same small letters are not significantly different at $P<0.05$.

¹ vrijednosti u istom stupcu iza kojeg slijede ista mala slova ne razlikuju se značajno pri $P<0.05$.

Table 7. Correlation matrix of chemical traits.
Tablica 7. Korelacijska matrica kemijskih svojstava.

| Variables Variable | Fat-Masit | Protein-Protein | Ash-Pepco | Steraric acid Steariniska kiselina | Oleic acid Oleinska kiselina | Linoleic acid Linolna kiselina | Arachidonic acid Arachidon- | skaka kiselina | α -Linolenic acid α -Linolna kiselina | Eicosenoic acid Eikozenska | MUFA | ΣMUFA | SAFA | ΣSAFA | kiseline | Eicosenoic acid Eikozenska | MUFA | ΣMUFA | |
|---|-----------|-----------------|-----------|------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|----------------|---|----------------------------|----------|----------|---------|----------|----------|----------------------------|------|-------|--|
| Protein Protein | -0.816** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Starch Škrub | -0.169 | -0.017 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ash Pepeo | -0.708** | 0.657** | 0.289 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Palmitic acid Palmintinska kiselina | -0.151 | 0.221 | -0.085 | 0.125 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Palmoleic acid Palmoleinska kiselina | 0.039 | 0.015 | 0.036 | 0.116 | 0.950** | | | | | | | | | | | | | | |
| Heptadecanoic acid Heptadekanska kiselina | -0.518** | 0.186 | 0.622** | 0.587** | 0.098 | 0.145 | | | | | | | | | | | | | |
| Stearic acid Steariniska kiselina | 0.023 | 0.281 | -0.113 | -0.070 | 0.713** | 0.638** | 0.034 | | | | | | | | | | | | |
| Oleic acid Oleinska kiselina | 0.131 | 0.115 | -0.362 | -0.445* | 0.207 | 0.069 | -0.225 | 0.704** | | | | | | | | | | | |
| Linoleic acid Linolna kiselina | 0.019 | -0.161 | 0.114 | 0.125 | -0.824** | -0.742** | -0.118 | -0.938** | -0.665** | | | | | | | | | | |
| Arachidonic acid Arachidonska kiselina | -0.058 | 0.234 | 0.043 | 0.163 | 0.851** | 0.841** | 0.284 | 0.913** | 0.414* | -0.913** | | | | | | | | | |
| α -Linolenic acid α -Linolna kiselina | -0.105 | 0.164 | -0.363 | -0.593** | -0.763** | -0.476* | -0.345 | 0.216 | 0.423* | -0.670** | | | | | | | | | |
| Eicosenoic acid Eikozenska kiselina | -0.390* | 0.302 | 0.531** | 0.638*** | -0.412* | -0.337 | 0.583** | -0.296 | -0.327 | 0.384* | -0.177 | -0.098 | | | | | | | |
| ΣSAFA | -0.102 | 0.261 | -0.069 | 0.066 | 0.961** | 0.900** | 0.102 | 0.877** | 0.405* | -0.928** | 0.941** | -0.544** | -0.379* | | | | | | |
| MUFA | 0.119 | 0.125 | -0.336 | -0.408* | 0.312 | 0.184 | -0.182 | 0.771** | 0.993** | -0.744** | 0.512** | 0.115 | -0.338 | 0.504** | | | | | |
| PUFA | 0.014 | -0.156 | 0.117 | 0.121 | -0.826** | -0.747** | -0.119 | -0.937** | -0.661** | 1.000** | -0.916** | 0.435* | 0.380* | -0.929** | -0.741** | | | | |

** correlation is significant at the 0.01 level; * correlation is significant at the 0.05 level.
*** korelacija je značajna na razini 0,01; * korelacija je značajna na razini 0,05.

compositions of the cultivars, the lowest- highest values were reported to be in the range of 50.81-66.29% for fat content, 7.03-24.61% for protein, 7.82-21.79% for carbohydrate, and 2.00-5.20% for ash. In terms of the composition of fatty acids, cultivars of common hazelnuts have oleic acid (69.30-83.59%), linoleic acid (7.57-15.0%), palmitic acid (4.80-9.60%) and stearic acid (1.75-4.10%), as indicated according to investigated studies in the review (Köksal *et al.* 2006; Oliveira *et al.* 2008; Bacchetta *et al.* 2013; Rezaei *et al.* 2014; Vujevic *et al.* 2014; Rovira *et al.* 2017; Wang *et al.* 2018; Król *et al.* 2019). Turkish hazel kernels are similar in fat, protein, and ash content, oleic acid, linoleic acid, palmitic acid, and stearic acid to common hazel kernels.

According to the correlation analysis of chemical characteristics of studied Turkish hazel populations shown in Table 7; there is a significantly negative correlation between fat and protein content. It was determined that oleic acid, one of the major fat acids, has a significant negative correlation with ash, linoleic acid, PUFA and a significantly positive correlation with stearic acid, arachidonic acid, SAFA, MUFA. Linoleic acid, another one of the major fat acids, was monitored a significant negative correlation between palmitic acid, palmitoleic acid, stearic acid, oleic acid, arachidonic acid, SAFA and MUFA while a significantly positive correlation was determined between α- linolenic acid, eicosenoic acid and PUFA. Significant negative and positive correlations were observed between the other chemical characteristics (Table 7). In addition, a study on *C. avellana* reported similar correlations between some parameters of fatty acids (Çetin *et al.* 2020).

It is well known that unsaturated fatty acids have an important effect on human health and nutrition (Oster *et al.* 1980; Salonen *et al.* 1988; Sabate *et al.* 1993; Kris-Etherton *et al.* 2001). Namely, the fatty acid profile of hazelnuts, which is high in unsaturated fatty acids such as oleic acid and low in saturated fatty acids, increases the high-density lipoprotein (HDL) in the blood, contributing to lower cholesterol and therefore reduced risk of coronary heart disease (Sabate *et al.* 1993; Richardson 1996; Alphan *et al.* 1997; Kris-Etherton *et al.* 2001). Turkish hazel kernels are rich in unsaturated fatty acids and their consumption will have similar health benefits as the common hazel kernels.

In the fruits of woody plant species, the morphometric and chemical characteristics of the fruit have attracted attention over the years and gained importance in terms of different usage areas (Martins *et al.* 2017). The wide geographic variation can significantly affect the fruit and seed chemical composition as well as the fruit and seed morphological traits of wild (Izhaki *et al.* 2002; Yanar *et al.* 2011; Poljak *et al.* 2021a, 2022; Sun 2021) and cultivated populations (Poljak *et al.* 2016, 2021b). It can be said that the morphological and chemical differences between the populations depend on the interactions of factors such as habitat conditions and geographical origin.

CONCLUSIONS ZAKLJUČCI

This study provided results that allowed for the first time to determine the morphological and chemical characteristics of Turkish hazel populations in different regions in Turkey. Statistically significant differences between the populations studied were detected.

It was found out that the Sultandağı population had the highest values in terms of morphological characteristics among the studied populations (fruit width, fruit thickness, fruit weight, shell thickness, kernel width, kernel thickness, kernel weight and shell weight). Contrarily, the same population was characterized with the second lowest kernel rate. At the same time, morphological values were lowest in Tosya and Mengen populations, which have the highest kernel rate among the studied populations.

The correlation analysis revealed that the kernel ratio is in a significant negative correlation with shell weight, shell thickness, fruit thickness, fruit weight, and fruit width.

The highest fat content was recorded in the Seben population, and the lowest in the Mengen and İskilip populations. However, this was the opposite when we take into the consideration the protein values, Mengen and İskilip populations have the highest protein content and Seben the lowest. The significant negative correlation between fat and protein values also confirmed these results.

At the end it is important to highlight that besides the food and pharmaceutical industry, Turkish hazelnuts are preferred by the people of the region for its more delicious and aromatic taste than the common hazelnuts. The research is continuing by our team on the physiological characteristics and storage conditions of this hazel species.

ACKNOWLEDGMENT ZAHVALA

This research was supported by the project number 221O141 of the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBİTAK).

REFERENCES LITERATURA

- Açıkurt, F., M. Özdemir, G. Biringen, M. Löker, 1999: Effects of geographical origin and variety on vitamin and mineral composition of hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties cultivated in Turkey. *Food Chem.*, 65 (3): 309-313. doi:10.1016/s0308-8146(98)00201-5
- Aksoy, N., 2018: *Corylus* L. (Ed. Ü. Akkemik) Türkiye'nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalıları. Orman Genel Müdürlüğü Yayımları. Ankara, Turkey: pp. 210-212.
- Alaca, F.G., O. Arabaci, 2005: Bazi Tibbi Bitkilerde Doğal Antioxidanlar ve Önemi. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi. Cilt 1. Antalya.

- Alasalvar, C., J.S. Amaral, G. Satir, F. Shahidi, 2009: Lipid characteristics and essential minerals of native hazelnut varieties (*Corylus avellana L.*). *Food Chem.*, 113: 919-925. doi:10.1016/j.foodchem.2008.08.019
- Alphan, E., M. Pala, F. Aćkurt, T. Yılmaz, 1997: Nutritional composition of hazelnuts and its effects on glucose and lipid metabolism. In IV International Symposium on Hazelnut 445: 305-310. doi:10.17660/ActaHortic.1997.445.41
- Amaral, J.S., S.C. Cunha, A. Santos, M.R. Alves, R.M. Seabra, B.P.P. Oliveira, 2006: Influence of cultivar and environmental conditions on the triacylglycerol profile of hazelnut (*Corylus avellana L.*). *J. Agric. Food Chem.* 54 (2): 449-456. doi:10.1021/jf052133f
- AOAC, 2000: Analyses code 990.03. In Official Methods of Analysis of AOAC International. 17th edn. 1(4), Washington DC: Association of Official Analytical Chemists.
- AOCS, 2000: Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society, 5th edn. Official method Cc 13b-45, reapproved. AOCS, Champaign, IL.
- Ayan S., E. Ünalan , A. İslam , O.E. Sakıcı , E.N. Yer, 2018a: Fat and protein content in Turkish hazelnut (*Corylus colurna L.*) in Kastamonu province. Artvin Çoruh University, J. Forestry Fac. 19 (1): 48-54.
- Ayan, S., E. Ünalan, O.E. Sakici, E.N. Yer, F. Ducci, V.V. Isajev, H.B. Ozel, 2018b: Preliminary results of Turkish hazelnut (*Corylus colurna L.*) populations for testing the nut characteristics. *Genetika*, 50 (2): 669-686. doi:10.2298/gensr1802669a
- Ayfer, M., A. Uzun, F. Baş, 1986: Turkish Hazelnut cultivars. Ankara.
- Bacchetta, L., M. Aramini, A. Zini, V. Di Giamatteo, D. Spera, P. Drogoudi, M. Rovira, A.P. Silva., 2013: Fatty acids and alpha-tocopherol composition in hazelnut (*Corylus avellana L.*): a chemometric approach to emphasize the quality of European germplasm. *Euphytica*, 191: 57-73. doi:10.1007/s10681-013-0861-y
- Benov, L., N. Georgiev, 1994: The Antioxydant Activity of Flavonoids Isolated from *Corylus colurna*. *Phytotherapy Research*, 8: 92-94. doi:10.1002/ptr.2650080208
- Çelik, S., M. Demirel, 2004: İnsan ve hayvan sağlığı bakımından omega yağ asitleri ve konjuge linoleik asitin önemi. YYÜ. FBE Dergisi, 1: 25-35.
- Çetin, N., M. Yaman, K. Karaman, B. Demir, 2020: Determination of some physicomechanical and biochemical parameters of hazelnut (*Corylus avellana L.*) cultivars. *Turkish J. Agric. Forestry*, 44 (5): 439-450. doi:10.3906/tar-1905-115
- Coşkun, T., 2005: Fonksiyonel Besinlerin Sağlığımız Üzerine Etkileri. Çocuk Sağ. Hast. Derg., 48 (1): 495-498.
- Erdogan, V., A. Aygün, 2005: Fatty acid composition and physical properties of Turkish tree hazel nuts. *Chem. Natural Comp.*, 41:378-381. doi:10.1007/s10600-005-0156-1
- ISTA, 2020: International Rules for Seed Testing, Volume 2020: 1.
- Izhaki, I., E. Tsahar, I. Paluy, J. Friedman, 2002: Within population variation and interrelationships between morphology, nutritional content, and secondary compounds of *Rhamnus alaternus* fruits. *New Phytologist*, 156 (2): 217-223.
- Kaleoğlu, M., L. Bayındırı, A. Bayındırı, 2004: Lye peeling of 'Tombul' hazelnuts and effect of peeling on quality. *Food Bioprod. Process* 82: 201-206. doi:10.1205/fbio.82.3.201.44184
- Köksal, A., N. Artık, A. Şimşek, N. Güneş, 2006: Nutrient composition of hazelnut (*Corylus avellana L.*) varieties cultivated in Turkey. *Food Chem.* 99 (3): 509-515. doi:10.1016/j.foodchem.2005.08.013
- Kris-Etherton, P.M., G. Zhao, A.E. Binkoski, S.M. Coval, T.D. Etherton, 2001: The effects of nuts on coronary heart disease risk. *Nutrition reviews*. 59 (4): 103-111. doi:10.1111/j.1753-4887.2001.tb06996.x
- Król, K., M. Gantner, 2020: Morphological traits and chemical composition of hazelnut from different geographical origins: A review. *Agriculture* 10 (9): 375. doi:10.3390/agriculture10090375
- Król, K., M. Gantner, A. Piotrowska, 2019: Morphological traits, kernel composition and sensory evaluation of hazelnut (*Corylus avellana L.*) cultivars grown in Poland. *Agronomy* 9 (11): 703. doi:10.3390/agronomy9110703
- Martins, N., P. Morales, L. Barros, I.C.F.R. Ferreira, 2017: Introduction. In Wild Plants, Mushrooms and Nuts In: Ferreira, I.C.F.R., P. Morales, L. Barros, (1st ed). doi:10.1002/9781118944653.ch1
- Miletic, R., M. Mitrović, M. Rakićević, M. Blagojević, Ž. Karaklajić-Stajić, 2007: The study of populations of hazelnut *C. avelana L.* and Turkish hazelnut *C. colurna L.* and their selection. *Genetika*, 39 (1): 13-22. doi:10.2298/gensr0701013m
- Mitrović, M., D. Ogasanovic, N. Micic, Z. Tesovic, R. Miletic, 1997: Biodiversity of the Turkish hazel (*C. colurna L.*) in Serbia. In IV Intern. Symp. on Hazelnut, 445: 31-38. doi:10.17660/actahortic.1997.445.4
- Mitrovic, M., M. Stanisavljevic, D. Ogasanovic, 2001: Turkish tree hazel biotypes in Serbia. In V Intern. Cong. on Hazelnut, 556: 191-196. doi:10.17660/actahortic.2001.556.27
- Ninić-Todorović, J., 1990: A study of dominant factors and determination of optimum technological methods for producing high quality nursery plants of Turkish filbert (*Corylus colurna L.*), Ph.D. Thesis, Faculty of Forestry, University of Belgrade, Serbia.
- Ninić-Todorović, J., M. Novaković, J. Čukanović, I. Sofrenić, I. Todorović, D. Todorović, V. Tešević, 2019: Lipid composition and DPPH activities of the seed oil of five Turkish hazelnut genotypes (*C. colurna L.*). *Lekovite sirovine*, 39: 18-22. doi:10.5937/leksir1939018N
- Ninić-Todorović, J., S. Cerović, 1987: Upotreba vrednost plođova mečje leske (*Corylus colurna L.*) [Use value of Turkish hazel fruits]. *Jugoslvensko Voćarstvo* 79: 23-26.
- Oliveira, I., A. Sousa, J.S. Morais, I.C. Ferreira, A. Bento, L. Esteveinio, J.A. Pereira, 2008: Chemical composition, and antioxidant and antimicrobial activities of three hazelnut (*Corylus avellana L.*) cultivars, *Food and Chem. Tox.*, 46 (5): 1801-1807. doi:10.1016/j.fct.2008.01.026
- Oster, P., L. Arab, B. Schellenberg, M. Kohlmeier, G. Schlierf, 1980: Linoleic acid and blood pressure. *Prog Food Nutr Sci*, 4(5): 39-40.
- Özdemir, F., I. Akinci, 2004: Physical and nutritional properties of four major commercial Turkish hazelnut varieties. *J. Food Engr.* 63 (3): 341-347. doi:10.1016/j.jfoodeng.2003.08.006
- Palashev, I., V. Nikolov, 1979: The distribution, ecology and biological features of *Corylus colurna* in Bulgaria. *Gorskostopanska-Nauka*, 16: 26-42.
- Pamay, B., 1992: Bitki Materyali 1. Ağaç ve Ağaçıklar Bölümü, Uycan Matbaası. İstanbul.
- Polat, S., Y. Güney, 2015: Türk Fındığının (*Corylus colurna*) Türkiye'deki Yeni Bir Yayılış Alanı. *The J. of ASOS* 3: 449-460. doi:10.29228/asos.45520
- Poljak, I., N. Vahčić, M. Gačić, M. Idžoitić, 2016: Morphological characterization and chemical composition of fruits of the traditional Croatian chestnut variety 'Lovran Marron'. *Food Tech. and Biotecl.*, 54 (2): 189-199.

- Poljak, I., N. Vahčić, Z. Liber, K. Tumpa, V. Pintar, I. Zegnal, A. Vidaković, B. Valković, D. Kajba, M. Idžočić, 2021a: Morphological and chemical diversity and antioxidant capacity of the service tree (*Sorbus domestica* L.) fruits from two eco-geographical regions. *Plants*, 10 (8): 1691. <https://doi.org/10.3390/plants10081691>
- Poljak I., N. Vahčić, A. Vidaković, K. Tumpa, I. Žarković, M. Idžočić, 2021b: Traditional sweet chestnut and hybrid varieties: chemical composition, morphometric and qualitative nut characteristics. *Agronomy*, 11 (3): 516. doi:10.3390/agronomy11030516
- Poljak, I., N. Vahčić, Z. Liber, Z. Šatović, M. Idžočić, 2022: Morphological and chemical variation of wild sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) populations. *Forests*, 13 (1):55. <https://doi.org/10.3390/f13010055>
- Popović, V., A. Lučić, S. Jovanović, K. Mladenović, L. Rakonjac, 2021: The variability of Turkish hazel (*Corylus colurna* L.) populations in Serbia according to morphological nut traits. *Forestist*, 72 (1): 41-47. doi:10.5152/forestist.2021.21009
- Rezaei, F., D. Bakhshi, R.F. Ghazvini, D.J. Majd, M. Pourghayoumi, 2014: Evaluation of fatty acid content and nutritional properties of selected native and imported hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties grown in Iran. *JABFQ*, 87: 104-107. doi:10.5073/jabfq.2014.087.016
- Richardson, D.G., 1996: The health benefits of eating hazelnuts: Implications for blood lipid profiles, coronary heart disease, and cancer risks. In IV International Symposium on Hazelnut, 445: 295-300. doi:10.17660/actahortic.1997.445.39
- Rovira, M., J.F. Hermoso, A.J. Romero, 2017: Performance of hazelnut cultivars from Oregon, Italy, and Spain, in northeastern Spain. *HortTechnology*, 27 (5): 631-638. doi:10.21273/horttech03705-17
- Sabate, J., G.E. Fraser, K. Burke, S. F.Knutsen, H. Bennett, K.D. Lindsted, 1993: Effects of walnuts on serum lipid levels and blood pressure in normal men. *New England J. Medic.*, 328 (9): 603-607. doi:10.1056/nejm199303043280902
- Salonen, J.T., R. Salonen, M. Ihanninen, M. Parviaainen, R. Seppänen, M. Kantola, K. Seppänen, R. Rauramaa, 1988: Blood pressure, dietary fats, and antioxidants. *The American J. Clinic. Nutr.*, 48 (5): 1226-1232. doi:10.1093/ajcn/48.5.1 226
- Srivastava, K., K. Zargar, S. Singh, 2010: Genetic divergence among *Corylus colurna* genotypes based on morphological characters of hazelnut. *Biodiv. Res. Con.*, 17: 13. doi:10.2478/v10119-010-0003-5
- Sun, J., W. Shi, Y. Wu, J. Ji, J. Feng, J. Zhao, X. Shi, C. Du, W. Chen, J. Liu, Z. Jiang, S. Shi, 2021: Variations in acorn traits in two oak species: *Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb. and *Quercus variabilis* Blume. *Forests*, 12 (12): 1755. doi:10.3390/f12121755
- Temel, F., M. Arslan, D. Çakar, 2017: Status of natural Turkish hazel (*Corylus colurna* L.) populations in Turkey. *AÇÜ Orman Fak. Dergisi*, 18 (1): 1-9. doi:10.17474/artvin ofd.270346
- Vujević, P., M. Petrović, N. Vahčić, B. Milinović, Z. Cmelik, 2014: Lipids and minerals of the most represented hazelnut varieties cultivated in Croatia. *Italian J. Food Sci.*, 26: 25-29.
- Wang, W., J. Jung, R.J. McGorrin, M.G. Traber, S.W. Leonard, G. Cherian, Y. Zhao, 2018: Investigation of drying conditions on bioactive compounds, lipid oxidation, and enzyme activity of Oregon hazelnuts (*Corylus avellana* L.). *LWT*, 90: 526-534. doi:10.1016/j.lwt.2018.01.002
- Yalturik, F., 1993: *Dendroloji Ders Kitabı II. Angiospermae (Kapali Tohumlular)*, İstanbul.
- Yanar, M., S. Ercisli, K.U. Yilmaz, H. Sahiner, T. Taskin, Y. Zengin, I. Akgul, F. Celik, 2011: Morphological and chemical diversity among hawthorn (*Crataegus* spp.) genotypes from Turkey. *Sci. Research and Essays*, 6 (1): 35-38.
- Yılmaz, A., 1998: *Türkiye'de fındık ziraatinin plansız gelişimi ve sonuçları*. OMU Eğitim Fak. Der., 11: 101-114.

SAŽETAK

Medvjeda ljeska (*Corylus colurna* L.) prirodno je rasprostranjena u jugoistočnoj Evropi, Anatoliji, Kavkazu i zapadnoj Himalaji. U Turskoj postoji mnoge izolirane populacije ove vrste u regijama Crnog mora, Mramornog mora, Egeja i središnje Anatolije. Mnoge male populacije medvjede ljeske u Turskoj su ugrožene. U ovoj studiji istraživana su morfološka i kemijska svojstva lješnjaka prikupljenih iz sedam populacija na području Turske. Provedenim istraživanjem utvrđene su statistički značajne razlike između populacija s obzirom na morfološke karakteristike plodova i sjemenki. Prosječne vrijednosti za dužinu, širinu, debljinu i masu plodova bile su 16,04 mm, 15,38 mm, 12,00 mm i 1,4650 g te za dužinu, širinu, debljinu i masu sjemenke 13,03 mm, 11,21 mm, 7,64 mm i 0,5047 g. Prosječna debljina ljske bila je 1,91 mm, težina ljske 0,9603 g, a omjer jezgre 34,64%. Utvrđene su statistički značajne razlike između populacija čiji je kemijski sastav analiziran. Kao rezultat analize, prosječni sadržaj masti, proteina, škroba i pepela iznosio je 64,1%, 15,9%, 10,2 g, odnosno 2,5%. Prema projektu u dobivenim masnim kiselinama, glavne masne kiseline bile su oleinska (79,53%), linolna (11,34%), palmitinska (5,68%) i stearinska kiselina (2,03%), dok su ostale masti bile pronađene u trigovima. Naši rezultati upućuju na to da se morfološke i kemijske karakteristike plodova medvjede ljeske mogu uspješno koristiti za razlikovanje populacija.

KLJUČNE RIJEČI: ljeska, lješnjak, plodovi, morfometrijska analiza, kemijska analiza, ulje lješnjaka

FACTORS SHAPING TEENAGERS AND YOUNG ADULTS' APPROACH TO HUNTING – A REVIEW OF THE LITERATURE

ČIMBENICI KOJI OBLIKUJU PRISTUP LOVU KOD TINEJDŽERA I MLADIH

Hubert CODROW¹, Anna WIERZBICKA^{1*} and Maciej SKORUPSKI¹

SUMMARY

Hunting is an important element in the protection of the natural environment and biodiversity. Demographic changes and people's distance from nature are causing society to polarize their perception of hunting. Some have "Bambi Syndrome" and others so-called "Nature Deficit disorder". Factors shaping attitude toward hunting are: sex, age and place of residence: girls and city based children are generally against hunting. Future of wildlife management models largely depends on the attitudes of people towards it in the coming decades. This attitudes are shaping by many different factors but it is lack of knowledge about it. For this purpose, the attitude of young people to hunting should be thoroughly and multidimensionally examined.

KEY WORDS: attitude toward hunting, young adults, teenagers

INTRODUCTION UVOD

The interest in hunting has been decreasing in many western countries (Brown et al., 2000; Enck et al. 2000; Andersen et al., 2010; Lindberg, 2010; Ryan and Shaw, 2011; Hansen et al., 2012; Andersen et al., 2014; Liordos, 2014; Eriksson et al., 2018; Hansson-Forman et al., 2020;). This trend may have ecological, economical, and socio-cultural consequences (Larson et al., 2013). In developed countries where ecosystems are highly altered due to human activities such as agriculture, forestry, and urbanization, it is necessary to maintain a rational game management. Wildlife inhabiting such areas can cause problems such as disease transmission, reduction of biodiversity (Messmer, 2000), damage to crops and commercial forests. These problems can be reduced by implementing hunting (Messmer, 2000; Muth and Jamison, 2000; Zinn, 2003; Larson et al., 2013). Not only do the hunters improve the living conditions of

the game species (which increases the positive appeal of hunting) but also of the wildlife that is not hunted (Heberlein, 1987). The economic consequences of the decrease of the number of hunters are the income reduction of the companies in the hunting industry, which leads to reduction of both tax income and loss of workplaces (Arnett, 2015; Mensah and Elofsson, 2017). Socio-cultural benefits of hunting are providing game meat to the community (Ljung et al., 2015). The decrease in the number of hunters causes the dispersion of hunting culture (Ryan and Shaw, 2011; Price Tack et al., 2018). There are also consequences which affect hunters themselves. Their decreased number lowers public acceptance of hunting (Wierzbicka and Skorupski, 2017), and by that their role as a game management group may also diminish (Lindqvist et al., 2014).

When analyzing the above, it is important to ensure that the number of hunters in the society is at a sufficiently high level. Although some authors suggest recruiting hunters

¹ Hubert Codrow MS.c hubert.codrow@up.poznan.pl, Anna Wierzbicka Ph.D. *corresponding author anna.wierzbicka@up.poznan.pl, prof. Maciej Skorupski Ph.D. maciej.skorupski@up.poznan.pl, Faculty of Forestry and Wood Science, Poznan University of Life Sciences, 60-625 Poznan, Poland

among the elderly, suggesting that it is more effective in recruiting new hunters than programs aimed at younger generations (Gude et al., 2012). Also most studies confirm the strong relationship between the time spent in nature during childhood and adolescence, with later interests in nature and the need for recreation based on enjoying nature (Gosling and Williams, 2010; Chwla and Derr, 2012; Braun and Dierkes, 2017; Rosa et al., 2018; Wilkins et al., 2019). The hunters are in general men brought up in the countryside, in families with history of hunting (Decker et al., 2001; Stedman and Heberlein, 2001; Heberlein et al., 2002). Most hunters started to hunt before the age of twenty (Duda et al., 1996; Decker et al., 2001; Stedman and Heberlein et al., 2001). Teenagers who participate in hunting with their parents, have a strong relationship with nature in their adult life (Lovelock et al., 2016). There is a greater interest in hunting among adolescents living in the countryside than among their urban peers (Stedman and Heberlein, 2001). The fact that there is a higher percentage of hunters in rural areas also helps to recruit new hunters among the inhabitants of the countryside (Heberlein and Ericsson, 2005). Therefore, possible programs aimed at increasing the number of hunters should be targeted mainly at teenagers and young adults living in cities (Wilkins et al., 2019). These programs must provide for reaching as many candidates for hunters as possible because it is simple dependence between number of hunters and social acceptance to hunting like USA and Sweden example shows (Byrd et al., 2017).

The adolescents' and young adults' perception of hunting and factors shaping it – *Percepčija lova kod adolescenata i mladih i čimbenici koji ga oblikuju*

The attitude of adolescents and young adults towards animals, animal welfare and their utilisation by humans depend on many factors. These may include gender, age, nationality/ethnicity, place of residence, activities and hobbies connection to animals, eating habits, culture, religion, education, and pet ownership (Kellert, 1985; Skogen, 2001; Martens et al., 2019). Kellert (1985), based on research on the attitude of children and adolescents in the USA carried out in four age groups – in the second, fifth, eighth and eleventh grade (from 9 to 16 years of age), discovered that younger children have lower acceptance for hunting and that it can only be accepted when done for food and not for trophies. Similar results were obtained by Pagani et al. (2007) in research conducted among children and adolescents in Italy in four age groups, i.e. 9–10 years old, 11–12 years old, 13–14 years old and 15–16 years old. Whereas research by Martens et al. (2019) in a group of 358 students in the Netherlands and Belgium, divided into age groups of 12–15 and 16–21, did not show differences in attitudes towards animals in terms of age, but confirmed the lack of

acceptance for hunting as a sport. Lack of acceptance for hunting as a sport and for trophies is a very general observation that requires further study. For example, the meat of the game animals hunted for the trophy is not thrown away, but is eaten (Daszkiewicz et al., 2013). Additionally, in case of some predators such as foxes and raccoon dogs, hunting brings not only a trophy but also measurable control of their impact on environment (Schaefer, 2019).

Other factor shaping attitudes toward hunting is gender. 94% of girls and 71% of boys were against hunting (Kelletr, 1985; Pagani et al. 2007). The same pattern one can observe for adult people (Wierzbicka and Skorupski, 2017).

Research in various parts of the world shows that children, teenagers, and young adults living in the countryside show greater acceptance for hunting (Kellert, 1985; Skogen, 2001; Pagani et al. 2007). It was also discovered that the dividing line between village and city is not clear-cut, and that social background is equally important (Hauser, 1962; Skogen, 2001). Hauser (1962) states that city dwellers, who come from the countryside, should be more favourable to hunting than those from families who have lived in cities for many generations. The results of Skogen's (2001) research indicate that among adolescents living in the countryside, majority of those who accept hunting belong to the farming and working-class families. Their peers from families that the author calls the middle class, giving examples of people who work in the city and live in the countryside, are as negative about hunting as teenagers living in cities. Although the conclusions of the research by Skogen (2001) shed new light on the traditional dividing line between city and village, and mean that despite the high acceptance of hunting in rural environments (Bialik, 2015; Sobalak et al., 2017; Wierzbicka and Skorupski, 2017; Skubis and Skubis, 2018; Kowalczyk et al., 2020; Matulewska and Gwiazdowicz, 2020;), the acceptance of hunting in various social groups living in villages should be looked at more carefully and this issue requires a more detailed study. There is a great likelihood that the acceptance of hunting is the same as the acceptance of agriculture and forestry in these environments. And it is lower among people who moved from cities to countryside (Woods, 2003; Małek, 2011; Gołos, 2013; Markuszewska and Delebis, 2016).

The connection of children and adolescents with nature is a key element of their attitude to problems related to the protection of the ecosystems and nature conservation. Children and adolescents who have constant contact with nature and a strong, emotional connection with it, show greater sensitivity to the problems of nature and environmental protection. They have a greater need to protect the natural environment than their peers, whose spend little time in nature (Kals et al., 1999; Gosling and Williams, 2010; Chwla and Derr, 2012; Braun and Dierkes, 2017; Rosa et al., 2018; Martens et al., 2019).

Because it is little information about children and teenagers attitudes toward game management, the other way to finding factors shaping it can be closer look to attitudes toward animal in general and utilisation (mostly eating) of them. From that kind of analysis factors worth of closer research can be determined.

Attitude of adolescents to the utilization of animals – Stav adolescenata prema praktičnoj uporabi životinja

Since the beginning of time, humans have utilized animals for food and parts of their bodies as clothing. The development of civilization has extended the utilization of animals to help with work, e.g. horses, dogs, research, entertainment and companion animals. As in the case of hunting, most opposed to the use of animals are younger children, teenagers and young female adults, who do not eat meat and also have a pet (Pagani et al., 2007; Martens et al., 2019; McGuire et al., 2022). Additionally, according to Kellert (1985), younger adolescents, aged 10 to 13, were characterized by a significant increase in cognitive understanding and older adolescents, aged 13 to 16, were characterized by an increase in ethical concern and the need to protect animals and the natural environment. McGuire et al. (2022) based on the study of the group of children and young adults in Great Britain, found that children aged 9-11 years are characterized by lower speciesism than young adults aged 18-21 years. Children were more sensitive to the treatment of pigs than young adults, however this difference was not in the treatment of dogs, as both groups were equally highly sensitive to treatment of dogs. Young adults were more likely to believe it was alright to eat animals, but both groups highly accepted eating animal products.

Martens et al (2019) found several strong correlations in attitudes towards animals among young adults. Young women showed greater concern for animals, especially in categories where the animal's welfare and life were at risk (e.g., "killing animals", "experimenting on animals", "harming animals for the benefit of the environment"). There was no difference between the genders, in activities that included treating animals to improve their appearance or productivity ("changes in animal genotypes" and "destruction of animal integrity"). The results of Martens et al. (2019) confirm the conclusions of previous studies on gender differences. At the same time, studies by Pagani et al. (2007) found that 11% of the teenagers surveyed had committed animal abuse. The most common target of bullying was the cat, followed by the dog. When broken down by gender, 27% of boys and 9% of girls have abused animals. However, when broken down by age group, 28% of students aged 13-14, 20% aged 15-18, 16% aged 11-12 and 9% aged 9-10, committed abuse. The most common response to the question of why they were bullying was "for fun."

People raised by single parents and visited zoos, also showed greater care for animals (Martens et al., 2019). Interestingly, 64% of girls and 50% of boys were against zoos (Pagani et al., 2007). These studies also show, that 93% of girls and 88% of boys are against the utilization of animals for fur, and 82% of girls and 71% of boys are against the use of animals in circuses. No differences were found in the care for animal welfare in adolescents living in cities and villages, which confirms the results of previous research conducted by Su and Martens (2017) on a group of Asian students. However, Asian students showed less concern for animal welfare than students from Belgium and the Netherlands. Researchers led by Martens (2019) also found that having a pet as a predictor of greater empathy for animals is ambiguous. Contrary to previous studies which showed that adolescents and young adults with pets, showed greater empathy and sensitivity to the welfare of other animals (Paul and Serpell, 1993; Prokop and Tunnicliffe, 2010). The group that stands out for its empathy towards animals are people who do not eat meat. This is the consistent conclusion of many authors studying the relationship between humans and animals (Pagani et al., 2007; Martens et al., 2019).

Bambi syndrome – Bambijev sindrom

The term "Bambi Syndrome" began to appear in the 1970s, although it began to be researched twenty years later (Lutts, 1992; Bramer, 1998). Bambi syndrome is simplified or naive ("through the eyes of children") approach to nature and an opposition to killing animals that are perceived as cute or adorable, such as deer. At the same time, a person affected by this syndrome may have no objection to the suffering of animals that are perceived as uglier, e.g. pigs, spiders (Hastings, 1996; Nash, 2006). For 3/4 of teenagers, in Bramer (1998) study, man is the enemy of nature, and in the case of high school students, this view is shared by as many as 90%. These feelings are in opposition to XIXth century views, when people seen nature as threat to human. Researchers connect this change with many factors but living in cities far from natural environment and gaining knowledge about nature from television and the Internet seems to be the most important (Bramer, 1998; Kollender and Zabel, 2014). The literature researching Bambi Syndrome is very scarce, this problem requires more careful examination.

SUMMARY ZAKLJUČAK

Game management is an important element in the protection of the natural ecosystem. When it goes to children and young people they attitude toward is generally negative. Age, sex and place of residents have impact on this attitudes. Younger children, girls and children living in cities have

more negative view of hunting and game management. Demographic changes and people's distance from nature are causing society to polarize their perception of hunting. Its future depends on the attitudes of people towards it in the coming decades. For this purpose, the attitude of young people to hunting should be thoroughly and multidimensionally examined. The literature available so far provides very little information in this field, hence the need for directional research focusing only on the attitudes of adolescents and young adults to hunting.

REFERENCES

LITERATURA

- Andersen, O., Vittersø, J., Kaltenborn, B.P., Bjerke, T. 2010. Hunting desertion in Norway: barriers and attitudes towards retention measures. *Hum. Dimens. Wildl.* 15: 450–466.
- Andersen, O., Wam, H.K., Mysterud, A., Kaltenborn, B.P. 2014. Applying typology analyses to management issues: deer harvest and declining hunter numbers. *J. Wildl. Manage.* 78: 1282–1292.
- Arnett, E.B., Southwick, R. 2015. Economic and social benefits of hunting in North America. *Int. J. Environ. Stud.* 72:5: 734–745.
- Balik, B. 2015. Social perception of hunting in Poland and Europe. In: Hunting in sustainable forest management. Szkoła Leśna przy Instytucie Badawczym Leśnictwa, 246–258, Sękocin Stary, Poland.
- Brämer, R. 1998. Das Bambi-Syndrom Naturverklärung als Naturfremdung. Natur subjektiv - Texte zur Natur-Beziehung in der Hightech-Welt: 7. <http://www.wanderforschung.de/files/bambikz1234003206.pdf>, accessed 12 July 2022.
- Braun, T., Dierkes, P. 2017. Connecting students to nature—How intensity of nature experience and student age influence the success of outdoor education programs. *Environ. Educ. Res.* 23: 937–949.
- Brown, T.L., Decker, D.J., Siemer, W.F., Enck, J.W. 2000. Trends in hunting participation and implications for management of game species. In: Trends in outdoor recreation, leisure and tourism. CABI Publishing, 145–154, Wallingford, Oxon, UK.
- Byrd, E., Lee, J.G., Widmar, N.J.O. 2017. Perceptions of Hunting and Hunters by U.S. Respondents. *Animals* 4:7(11): 83.
- Chawla, L., Derr, V. 2012. The Development of Conservation Behaviors in Childhood and Youth. In: Oxford Handbook of Environmental and Conservation Psychology, Oxford University Press, 527–555. New York, US.
- Daszkiewicz, T., Wieckowska, M., Kubiak, D., Hnatyk, N., Koba-Kowalczyk, M. 2013. Quality profile of meat from different carcass cuts of roe deer (*Capreolus capreolus* L.) bucks hunter - harvested in north - east and south - east Poland. *Food. Science Technology. Quality* 5 (90): 52 – 63.
- Decker, D.J., Brown, T.L., Siemer, W.F. 2001. Evolution of people-wildlife relations, Human Dimensions of Wildlife Management in North America, The Wildlife Society, 3–22, Bethesda, US.
- Duda, M. D., Bissell, S. J., Young, K. C. 1996. Factors related to hunting and fishing participation in the United States. In: Transactions of the 61st North American Wildlife and Natural Resources Conference, 324–337, Tulsa, US.
- Enck, J. W., Decker, D. J., Brown, T. L. 2000. Status of hunter recruitment and retention in the United States. *Wildl. Soc. Bull.* 28: 817–824
- Eriksson, M., Hansson-Forman, K., Eriksson, G., Sandström, C. 2018. Viltvårdsavgiften – en studie om svenskarnas vilja att betala det statliga jaktkortet. Report 6853, Swedish Environmental Protection Agency: Stockholm, Sweden.
- Gołos, P. 2013. Recreational functions of Warsaw's urban and suburban forests. *Forest Research Papers*, 74 (1): 57–70.
- Gosling, E., Williams, K. J. H. 2010. Connectedness to nature, place attachment and conservation behaviour: Testing connectedness theory among farmers. *J. Environ. Psychol.* 30 (3): 298–304.
- Gude, J. A., Cunningham, J. A., Herbert, J. T., Baumeister, T. 2012. Deer and elk hunter recruitment, retention and participation trends in Montana. *J. Wildl. Manag.* 76: 471–479.
- Hansen, H. P., Peterson, M. N., Jensen, C. 2012. Demographic transition among hunters: a temporal analysis of hunter recruitment dedication and motives in Denmark. *Wildl. Res.* 39 (5): 446– 451.
- Hansson-Forman, K., Sandström, C., Ericsson, G. 2020. What influences hunting participation of potential new hunters? Qualitative insights from Sweden. *Wildl. Biol.* 4: 1–9.
- Hastings, A. W. 1996. Bambi and the hunting ethos. *J. Pop. Film. Telev.* 24(2): 53–59.
- Hauser, P. M. 1962. Demographic and ecological changes as factors in outdoor recreation. In Sargent, F.W. (ed) Outdoor Recreation Resources Review Commission Study Report, Government Printing Office, 22, 27–59, Washington D.C, US.
- Heberlein, T. A. 1987. Stalking the predator—A profile of the American hunter. *Environ.* 7 (29): 6–33.
- Heberlein T.A., Ericsson G. 2005. Ties to the Countryside: Accounting for Urbanites Attitudes toward Hunting, Wolves, and Wildlife. *Hum. Dimens. Wildl.* 10: 213–227.
- Heberlein, T.A., Ericsson, G., Wollscheid, K.U. 2002. Correlates of hunting participation in Europe and North America. *Z. Jagdwiss.* 48: 320–326.
- Kals, E., Schumacher, D., Montada, L. 1999. Emotional affinity toward nature as a motivational basis to protect nature, *Environ. Behav.* 31(2): 178–202.
- Kellert, S.R. 1985. Attitudes toward animals: Age-related development among children. In Advances in Animal Welfare Science, Springer, 43–60, Berlin/Heidelberg, Germany.
- Kollender, L., Zabel, J. 2014. Nature Experience and Perception of Nature in Peruvian School Students: Closer to Nature, but still far away? Environmental, health and outdoor science education, 9: 207 - 2017.
- Kowalczyk, A. K., Borowicz, A., Gwiazdowicz, D. J. 2020. Evaluation of hunting activities by selected social groups. *Acta Sci. Pol. Silv. Calendar. Ratio Ind. Lignar.* 19(2): 95–103.
- Larson, L. R., Decker, D.J., Stedman, R.C., Siemer, W.F., Baumer, M.S., Enck, J.W. 2013. Hunter recruitment and retention: a framework for research and action. Cornell University, Ithaca, New York, US.
- Lindberg, E. 2010. Hunter demography, trends and correlates of hunting participation in Sweden (Master thesis), Swedish University of Agricultural Sciences, Umeå, Sweden. Lindqvist, S., Camilla, S., Bjärstig, T., Kvastegård, E. 2014. The changing role of hunting in Sweden: From subsistence to ecosystem stewardship? *Alces* 50: 35–51.
- Liordos, V. 2014. Membership trends and attitudes of a Greek hunting community. *Eur. J. Wildl. Res.* 60: 821–826.

- Ljung P.E., Riley S.J., Ericsson G. 2015. Game Meat Consumption Feeds Urban Support of Traditional Use of Natural Resources. *Soc. Nat. Resour.* 28: 657-669.
- Lovelock, B., Walters, T., Jellum, C., Thompson-Carr, A. 2016. The participation of children, adolescents, and young adults in nature-based recreation. *Leis. Sci.* 38 (5): 441-460.
- Lutts, R.H. 1992. The Trouble with Bambi: Walt Disney's Bambi and the American Vision of Nature. *For. Conserv. Hist.* 36: 160-171.
- Małek, J. 2011. Historical and contemporary conditioning of suburbanization processes. *Przestrzeń i Forma*, 16: 431-442.
- Markuszewska, I., Delebis, A. 2016 Urbanization of rural areas in the perception of local residents on the example of Wolica near Kalisz. *Badania Fizjograficzne* 67: 145-154.
- Martens, P.; Hansart, C.; Su, B. 2019. Attitudes of Young Adults toward Animals—The Case of High School Students in Belgium and The Netherlands. *Animals* 9: 88.
- Matulewska, A., Gwiazdowicz, D.J. 2020. Cyberbullying in Poland: a case study of aggressive messages with emojis targeted at the community of hunters in urbanized society, *Social Semiotics* 30(3): 379-395.
- McGuire, L., Palmer, S. B., Faber, N. S. 2022. The Development of Speciesism: Age-Related Differences in the Moral View of Animals. *Soc. Psychol. Personal. Sci.* 1-10.
- Mensah, J. T., Elofsson, K. 2017. An empirical analysis of hunting lease pricing and value of game in Sweden. *Land. Econ.* 93: 292–308.
- Messmer, T. A. 2000. The emergence of human–wildlife conflict management: turning challenges into opportunities. *Int. Biodeterior. Biodegrad.* 45: 97–102.
- Muth, R. M., Jamison, W. V. 2000. On the destiny of deer camps and duck blinds: The rise of the animal rights movement and the future of wildlife conservation. *Wildl. Soc. Bull.* 28: 841–851.
- Nash, S.S. 2006. Leadership and the E-Learning Organization. Texture Press, Guilderland New York, US.
- Pagani, C., Robustelli, F., Ascione, F.R. 2007. Italian youths' attitudes towards, and concern for animals, *Anthrozoös*, 20 (3): 275-293.
- Paul, E.; Serpell, A. 1993. Childhood pet keeping and humane attitudes in young adulthood. *Anim. Welf.* 2: 321–337.
- Price Tack, J. L., McGowan, C. P., Ditchkoff, S. S., Morse, W. C., Robinson, O. J. 2018. Managing the vanishing North American hunter: A novel framework to address declines in hunters and hunter-generated conservation funds. *Hum. Dimens. Wildl.* 23(6): 515–532.
- Prokop, P.; Tunnicliffe, S.D. 2010. Effects of having pets at home on children's attitudes toward popular and unpopular animals. *Anthrozoös*, 23: 21–35.
- Rosa, C.D., Profice, C.C., Collado, S. 218. Nature experiences and adults' self-reported pro-environmental behaviors: the role of connectedness to nature and childhood nature experiences. *Front. Psychol* 9: 1055.
- Ryan, E. L., Shaw, B. 2011. Improving hunter recruitment and retention. *Hum. Dimens. Wildl.* 16: 311–317.
- Schaefer, J.A. 2019. Science and the North American Model: Edifice of Knowledge, Exemplar for Conservation. In *The North American Model of Wildlife Conservation*, Johns Hopkins University Press, 95-105, Baltimore, US.
- Skogen, K. 2001. Who's afraid of the big, bad wolf? Young people's responses to the conflicts over large carnivores in Eastern Norway. *Rural. Sociol.* 6: 203-226.
- Skubis, M., Skubis, J. 2018. Opinion of Poles on hunting and hunters - survey. *Acta Sci. Pol. Silv. Coendar. Ratio Ind. Lignar.* 17(2): 163–172.
- Sobalak, T., Kapalka-Boratyńska, K., Wierzbicka, A., Skorupski, M. 2017. No to hunting in Puszcza Zielonka! Case study of a conflict between hunters and members of local community. *Studia i Materiały CEPL w Rogowie*, 50 (1): 275-279.
- Stedman, R. C., Heberlein, T. A. 2001. Hunting and rural socialization: Contingent effects of the rural setting on hunting participation. *Rural. Sociol.* 66: 599–617.
- Su, B., Martens, P. 2017. Public attitudes toward animals and the influential factors in contemporary China. *Anim. Welf.* 26: 239–247.
- Wierzbicka, A., Skorupski, M. 2017. What shapes public attitude toward hunting? *Studia i Materiały CEPL w Rogowie* 50 (1): 20-25.
- Wilkins, E.J., Cole, N.W., Miller, H.M., Schuster, R.M., Dayer, A.A., Duberstein, J.N., Fulton, D.C., Harshaw, H.W., Raedeke, A.H. 2019. Rural-urban differences in hunting and birdwatching attitudes and participation intent. *Hum. Dimens. Wildl.* 24(6): 530-547.
- Woods, M. 2003. Deconstructing rural protest: the emergence of a new social movement. *J. Rural. Stud.* 19(3): 309–325
- Zinn, H. C. 2003. Hunting and sociodemographic trends: Older hunters from Pennsylvania and Colorado. *Wildl. Soc. Bull.* 31(4): 1004–1014.

SAŽETAK

Lov je važan dio zaštite okoliša i bioraznolikosti. Demografske promjene te udaljenje ljudi od prirode, uzroci su polarizacije percepcije lovstva u društvu. Neki imaju Bambijev sindrom, drugi poremećaj nedostatka prirode. Mlade žene i gradska djeca općenito su protiv lova, a znanost trpi nedostatak analiza čimbenika koji su odgovorni za oblikovanje stavova. Budućnost modela upravljanja divljim životinjama ovisi o stavovima ljudi u nadolazećim desetljećima. Za ovu svrhu potrebno je temeljno i višedimenzionalno ispitati stav mladih ljudi prema lovnu.

KLJUČNE RIJEČI: stav prema lovnu, mladi, tinejdžeri

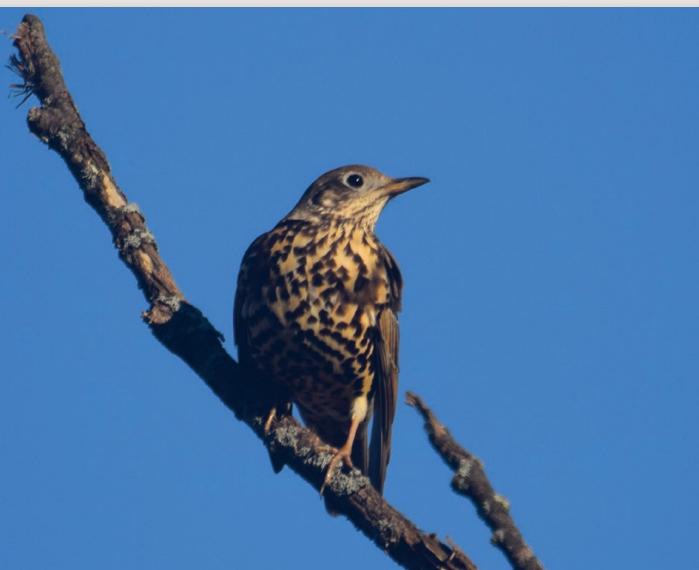
DROZD IMELAŠ (*Turdus viscivorus* L.)

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

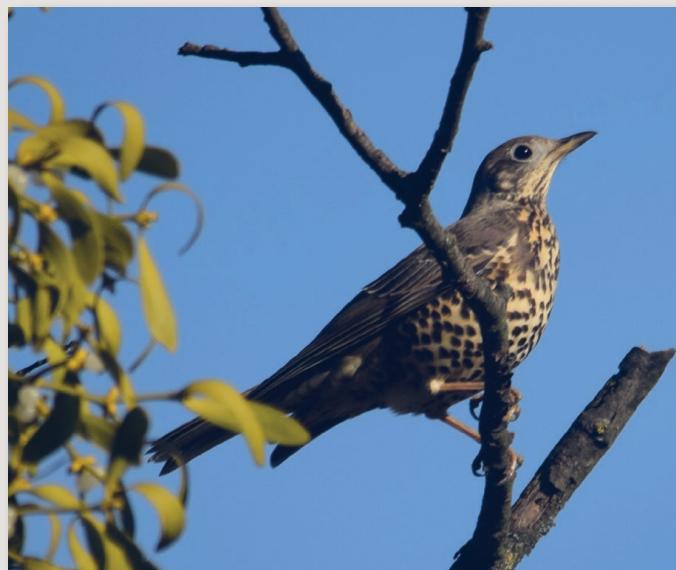
Opisane su tri podvrste, a na području gotovo cijele Europe gnijezdi se nominalna. Sjeverne i istočne europske populacije zimi sele prema jugu Europe pa do sjeverne Afrike, a zapadne i južne europske populacije djelomično sele. Naroče u dužinu 26–28 cm s rasponom krila 42–48 cm i težinom 95–140 (167) grama, pa je po veličini tijela najveći drozd neznatno veći od kosa. Spolovi su međusobno slični. Odozgo je sivo smeđ, prsa, bokovi i trbuhi su svjetlo žućkasto ispjegani krupnim okruglastim tamnim točkama koje su gušće prema donjim dijelovima trbuha. Krila s unutrašnje strane su sivkasto bijela kao i vanjski rubovi dugog repa. Oči su mu tamno, noge svjetlo smeđe, a kljun je crnkast. Vezan je za otvoreni šumske predjеле, voćnjake, parkove, vrtove te travnate površine. Gnijezda gradi od biljnog materijala kojeg povezuje pomoću blata na stablima uz ili u blizini debla najčešće na visinama 2–9 m pa sve do 20 m. Gnijezdi dva puta tijekom godine od ožujka do srpnja. Nese 3–5 (6) plavkasto zelenih jaja s tamnim pjegama veličine

30x22 mm. Na jajima sjedi ženka 12–15 dana. Oba roditelja brinu o mladim ptićima oko tri tjedna. Nakon 13–17 dana mладunci napuštaju gnijezdo još nevični letenju, pa ih tada možemo opaziti kako kratko polijeću s grane na granu grmovitog raslinja. O njima se i dalje brinu roditelji još oko desetaka dana do potpunog osamostaljenja. Hrani se manjim kopnenim beskralježnjacima i plodovima imele (naziv), tise, božikovine, bršljana, gloga, jarebice, masline, trešnje, kupine.... U Hrvatskoj je gnjezdarica kontinentalnog dijela i sjevernog priobalja, a u unutrašnjosti južnog priobalja gnijezdzi u manjem broju. Zimi i za selidbe možemo ga susresti na području cijele Hrvatske. Nakon razdoblja gniježđenja počinje s jesenskom seobom koja traje do studenog (zimuje na području našeg priobalja), a u proljeće od veljače do travnja se vraća na gnjezdišta.

Drozd imelaš je na Crvenom popisu ptica Hrvatske i prema IUCN regionalnoj klasifikaciji status gnježdeće populacije je stabilan (Lc).



Izgled ruha s karakterističnim krupnim okruglastim točkama



Na hranjenju kod svoje omiljene biljke imele

RAZMIŠLJANJE S POVODOM

Ivan Hodić, dipl. ing. šum.



Svjedoci smo, suvremenici i sudionici dva velika događaja u povijesti i sadašnjosti šumarstva:

- Imenovanje nove Uprave HŠ d.o.o. i Nadzornog odbora – 2015. godine *šumarska struka* obilježila je 250 godina organiziranoga šumarstva u Hrvatskoj, a očekivalo se prošle godine i obilježavanje 30 godina osnivanja i rada Javnog poduzeća Hrvatske šume p.o. Zagreb, danas Hrvatskih šuma d.o.o., o čemu je napisana monografija pod naslovom **HRVATSKE ŠUME 30 GODINA U FUNKCIJI ODRŽIVOГ GOSPODARENJA**, koja nije dočekala svečanu promociju.

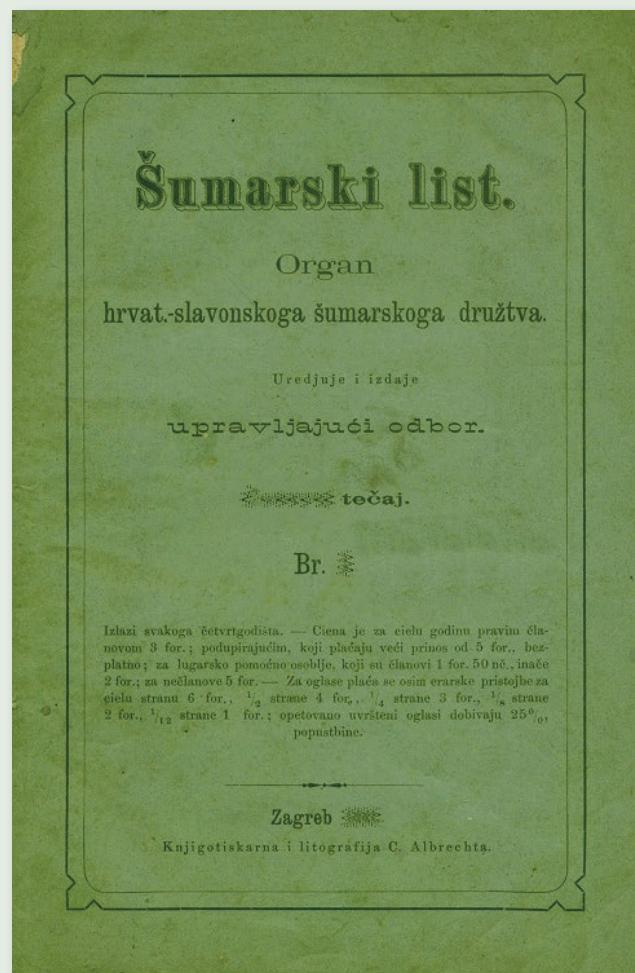
Kao rijetko koja struka, šumarstvo ima sačuvanu uredno vođenu pisano dokumentaciju svoje povijesti gospodarenja šumama, tako da stručni šumar ima uvid u sve aktivnosti koje su se događale u toj sastojini zadnjih 250 godina. Tako se jasno vidi i osnivanje prvih šumarija 1765. godine na području Otočke pukovnije u Krasnu, Ličke pukovnije u Oštarijama i Ogulinu i Slunjske pukovnije na Petrovoj gori, što predstavlja službeni početak organiziranoga šumarstva u Hrvatskoj. Šumarija Krasno djeluje i danas bez prekida kontinuiteta, dok su druge kroz povijest mijenjale granice i sjedište.

Organiziranje hrvatske šumarske struke također prati razvoj u najnaprednijim zemljama Europe. Korijeni Šumarskoga društva vežu se uz Šumarski odsjek Hrvatsko-slavonskog gospodarskog društva, koje je u Zagrebu osnovano 1841. godine kao "savez osobah, koje unapriediti žele poljarstvo i šumarstvo, gospodarsku obrtnost, zemljo i prirodoznanstvo". Šumarski odsjek se 1846. godine osamostaljuje kao Hrvatsko-slavonsko šumarsko društvo što se smatra početkom rada Hrvatskoga šumarskog društva. Usporedbe radi, Prvo šumarsko društvo u srednjoj Europi osnovano je 1839. godine u Njemačkoj, u pokrajini Baden – Wurtenberg, a u Švicarskoj je Šumarsko društvo osnovano 1843. godine.

Tijekom 1876. god. pripremljen, a 1. siječnja 1877. god. izašao je iz tiska prvi broj Šumarskoga lista. Kroz vise od 130 godina neprekidnog izlaženja i obavljanja zakonodavnih te stručnih i znanstvenih šumarskih aktivnosti, u svim povijesnim i političkim razdobljima, kroz koje je sve do današnjeg dana prolazila Hrvatska, Šumarski list je neizbrisiva kronika hrvatskoga šumarstva. Čestitke informatičkom vizionaru šumaru Branku Meštriću, koji je digitalizacijom sa svim mogućim pretraživačima učinio

dostupnim ne samo sve brojeve Šumarskoga lista, već i cjelokupne šumarske arhive.

Zbog nevjerojatne aktualnosti navodim nekoliko rečenica iz Šumarskog lista 3/1879. Alex. Nik. Schultz podnaslovom „Sedam glavnih točaka šumskoga gospodarstva i njihova teoretično-praktična uporaba“ započinje motom: „Proizvodjanje najveće kvantitativne i kvalitativne množine drva na najmanjoj površini: i čim vrlje gospodarstvo“. Autor sugerira maksimalno moguće korištenje proizvodnosti pojedinog šumskog staništa, a njegova bi degradacija predstavljala katastrofu. Komentirajući spomenutih sedam točaka, ponajprije navodi da je **prva i glavna točka upravljanja i rada „teoretično i praktično naobraženo gospodarstveno osoblje da se može šumom koristno i potrajno gospodariti“. Pita se „kako može čovjek uobiće, koji neima niti pojma o neophodno nužnih znanosti, upravljati**





Nediljko Dujić, struč. spec. admin. publ.
predsjednik Uprave



Igor Fazekaš, mr. sc.
član Uprave



Ante Sabljić, dipl. ing. šum.
član Uprave

šumom s mnogimi njezinimi osebujnostima. Druga glavna točka je samostalno odgovorno vođenje gospodarstva „bez pohlepe za dobitkom“. U četvrtoj točci bilježimo zaključak: „Pošteni šumar, koji znade računati, ne će nikada privoliti, da njegov gospodar, kada se u momentanoj novčanoj neprilici snadje, te bude prisiljen, uteći se šumi, postane žrtvom takvih švindlera i šumskih pustošnika, te će svu svoju duševnu snagu upotrijebiti, da ono što se ne da izbjegći, ograniči bar na najmanji prostor i s obzirom na budućnost“.

S obzirom na istek mandata Uprave Hrvatskih šuma d.o.o., Vlada Republike Hrvatske na sjednici održanoj 21. studenog 2022. donijela je Zaključak kojim se predlaže Skupštini društva Hrvatske šume d.o.o. imenovanje Nediljka Dujića za predsjednika, a mr. sc. Igora Fazekaša i Ante Sabljića za članove Uprave toga društva, na temelju provedenog postupka po raspisanom natječaju.

Vlasnici najvećeg dijela u drvnoj industriji su stranci. Poduzetnik ima samo jedan interes: što brže i što više oploditi svoj ulog. Jasno je da se to najbrže postiže kroz primarnu mehaničku preradu i kada sirovina dobiva 30-50% ispod tržišne cijene.

Dosadašnje nas iskustvo uči u najvećem broju da ulagač nastoji što više iznijeti dobiti iz zemlje, a ne razvijati i graditi suvremenu industriju. Zbog toga je interes za sortimentima veći od raspoloživog etata, pa se stoga izmišljaju razni kriteriji za raspodjelu. U ovih 30 godina postojanja poduzeća Hrvatske šume d.o.o., bilo je nastojanja da se ukine administrativna regulacija cjenika i uvede tržišna utakmica. Donijeta je odluka na Vladi o tome, ali nije nikada zaživjela.

Razvoj drvne industrije najčešće nije vezan uz postojanje šume kako u Hrvatskoj tako i u svijetu. U Hrvatskoj je ona najrazvijenija tamo gdje ima najmanje šume, a to je područje sjeverozapadne Hrvatske. Drvo u ukupnoj cijeni finalnog proizvoda sudjeluje od 8% do 25% kod namještaja punog klasičnog masiva. Ostalo je rad, energija, bojila, lje-pila, spužve i tkanine.

Što očekujemo od nove Uprave? Ponajprije zalaganje za provođenje odluke Vlade o ukidanju administrativne regulacije cjenika drvnih sortimenata i određivanje cijene sirovine po tržišnim vrijednostima, te gospodarenje šumama temeljeno na 10 sentenci akademika Dušana Klepca i odredbama Zakona o šumama.



TERENSKI DIO 1. SJEDNICE UPRAVNOG ODBORA HŠD-A 2022. GODINE



Oliver Vlaić, dipl. ing. šum.

Zapisnik s 1. sjednice Upravnog odbora HŠD-a objavljen je u Šumarskom listu 7-8/2022. U ovom članku opisan je terenski dio sjednice. Nakon održane sjednice 13. svibnja 2022. u prostoru lovačke kuće Spačva krenuli smo u obilazak sastojina hrasta lužnjaka u Šumariji Gunja. Stručni dio vodio je rukovoditelj Odjela za proizvodnju UŠP Vinkovci Darko Posarić, dipl. ing. šum., koji je sam i opisao taj obilazak:

Prva točka bila je na području gospodarske jedinice Trizlovi-Rastovo, u 18. odjelu. U tome je odjelu u siječnju 2022. godine napravljena priprema sastojine za naplodnju s pripremnim sijekom. Na području UŠP Vinkovci obnova sastojina radi se metodom koja se pokazala uspješnom na velikim površinama. To je nužno jer sastojine starije od 100 godina uzimaju više od 40 % površine spačvanskog bazena i u godini uroda redovito se obnavlja više stotina hektara, nerijetko i preko tisuću. U pripremnom sijeku doznačuju se i sijeku sva stabla od kojih neće moći biti proizvedena tehnička oblovina, bilo da nemaju potrebne dimenzije, bilo da nemaju potrebnu kvalitetu. Istodobno s pripremnim sijekom radi se i prva faza pripreme sastojine za naplodnju koja obuhvaća sasijecanje podrasta i grmlja tanjeg od 10 cm (ispod taksacijske granice) i višeg od 3 m. Na ovoj plohi u 18. odjelu radovi su napravljeni strojno harvesterom i feler bančerom. Prednost rada ovih strojeva je brzina rada i djelomično slaganje oborenih stabala. Budući da su se cijela stabla s ove površine izvozila i iverala u drvnu sječku, učinci forvardera koji izvoze stabla bivaju značajno veći nego kad obaranje rade sjekači i kad stabla ostaju na površini oboren u svim smjerovima i jedna preko drugih. Nakon sječe stabala i višega grmlja dvije vegetacije ne rade se radovi, a krajem druge vegetacije površina se tretira herbicidom. Do tada iz svih panjeva potjeraju dovoljno veliki izbojci da se nakon tretmana herbicidom osuše. Tada je površina spremna za primitak žira, kojemu je omogućeno klijanje i kasnije nesmetano nicanje biljaka, jer konkurenčija drvenastih korova 2-3 godine nakon tretmana nije velika. U godini uroda površina se naplođuje žirom sa starih stabala (s matične sastojine), a prema potrebi žir se i dodatno unosi. Napravi se kontrola uroda brojenjem žirova u okvirima dimenzija 1 x 1 m dijagonalno kroz odjel i utvrđi prosječni broj žirova u okviru pa preračuna u kilograme uroda po površini. Urod plus unos žira trebaju dati količinu od oko 800 kg/ha da bi se u budućnosti moglo očekivati podizanje

dobre hrastove sastojine. U mirovanju vegetacije odmah nakon naplodnje radi se naplodni sijek kojim se posijeku stabla sporednih vrsta u podstojnoj etaži i oko 40-50 % stabala glavne vrste u dominantnoj i u nuzgrednoj etaži, ako je obrast normalan. U prvim godinama rasta mlade sastojine pod krošnjama stare treba provoditi sve potrebne radove njegе i zaštite (tretiranje pepelnice, suzbijanje glodavaca, kontrola stanja ograda radi zaštite od divljači itd.). Tri do pet godina nakon naplodnog sijeka preostala stara stabla posijeku se dovršnim sijekom. To je ukratko slijed radova obnove oplodnim sjećama.

Druga točka bila je hrastova sastojina u fazi mlađega mladića u susjednom odsjeku 21b starosti 11 godina. Mladik je odnjegovan nekoliko mjeseci prije pa su površinom u velikome broju dominirala hrastova stabalca. Sporednih vrsta graba, klena i briješta ima, ali su njegovom njihove krošnje „spuštene“ ispod hrastovih. U odsjeku je napravljena mreža budućih izvoznih putova širine 3 m i uzgojnih staza širine 1,5 m s kojih radnici njegu rade lakše i brže, a u svakom trenutku je moguće provjeriti koji je radnik što radio i omogućena je kvalitetna kontrola.

Nakon obilaska ovih hrastovih sastojina sljedeća točka bila je Poučna staza „Stari hrastovi-Trizlovi“ u Šumariji Gunja. Dobrodošlicu, uz okrjeputu, izrekao je upravitelj šumarije Željko Stipanović, dipl. ing. šum. Ukratko je opisao šumariju i prostor poučne staze. Staza je završena krajem 2020. godine, duga je 500 m, prolazi zaštićenim područjem šume hrasta lužnjaka i običnog graba koja je dio ekološke mreže Natura 2000 i na njoj se nalaze spomenici prirode, 12 hrastova starijih od 300 godina. Stabla imaju drvnu zalihu u prosjeku oko 20 m³, visine su 30-33 m i promjera oko 150 cm. Poučna staza je uređena sredstvima europskoga poljoprivrednog fonda za ruralni razvoj 2014. – 2020. iz operacije 8.5.2. „Uspostava i uređenje poučnih staza, vidikovaca i ostale manje infrastrukture“. U sklopu uređenja postavljene su poučne ploče, klupe, nadstrešnica s klupama i stolovima te izgrađen vidikovac za promatranje ptica. Bilo je dojmljivo proći stazom koja povezuje hrastove starce i sa zadovoljstvom se fotografirati uz njih.

Program je dalje vodio do Šumarskog muzeja Bošnjaci gdje je spremno čekao voditelj muzeja Antun Tunja Leaković, dipl. ing. šum., ujedno i jedan od osnivača muzeja. To je po-



Tajnik HŠD-a Damir Delač prezentira obnovu Šumarskog doma na 1. sjednici UO



Terenski obilazak hrastovih sastojina s rukovoditeljem Odjela za proizvodnju UŠP VK Darkom Posarićem



Sudionici 1. sjednice UO HŠD-a u lovačkoj kući Spačva



Ispod starog hrasta na Poučnoj stazi Stari hrastovi-Trizlovi

red šumarskog muzeja u Krasnu jedini takav tematski muzej u Hrvatskoj. Muzej je smješten u centru Bošnjaka, u zgradu nekadašnje škole sagrađene 1869. godine. Inicijativa za osnivanje muzeja pokrenuta je još šezdesetih godina prošloga stoljeća od strane Društva inženjera i tehničara šumarstva i drvne industrije (DITŠDI) Vinkovci zaposlenih u tadašnjem Šumskom gospodarstvu „Hrast“ Vinkovci. I prije nego se pronašao odgovarajući prostor za muzej započelo se s prikupljanjem eksponata. Mjesna zajednica Bošnjaci 1988. godine poklonila je zgradu svoje nekadašnje osmogodišnje škole Šumskom gospodarstvu „Hrast“ Vinkovci. Radovi na obnovi zgrade počeli su 1989. godine, ali su prekinuti zbog Domovinskog rata. Nastavak uređenja i daljnog prikupljanja eksponata datira u 2004. godinu. Muzej je otvoren u studenom 2007. godine i ove godine je obilježio 15 godina djelovanja. Prostire se na 500 m² površine.

Zanimljivom i poučnom pričom voditelj muzeja Antun Leaković proveo je sve posjetitelje od dvorišta do potkrovla muzeja. Muzej predstavlja bližu i daljnju povijest šumarstva vinkovačkog kraja, a poglavito Spačvanskog bazena poznatog po šumi hrasta lužnjaka, odnosno svjetski poznatoga slavonskog hrasta. Muzejska zbirka je podijeljena u cjeline kojima se prikazuju radovi u šumi od sadnje sje-

mena, preko sječe i izrade drvnih sortimenata, izvoza trupaca, pa sve do zaštite šume te biljnih i životinjskih vrsta koje obitavaju na tom području. Dio eksponata, uglavnom tradicijske alate za izradu drvenih predmeta i alate za rad u šumi i izvoz drva iz šume, darovali su mještani Bošnjaka. Najveći dio predmeta prikupljen je sa šumarija UŠP Vinkovci. Dio postava je etno zbirka šokačke graničarske obitelji i bogata zbirka slika Josipa Babogreca. U dvorištu muzeja se nalazi abonus star šest tisuća godina i hrastov trupac star 350 godina. Posljednjih godina muzej je jako posjećen tijekom Noći muzeja kada ga zna obići preko tisuću ljudi.

Opuštenu atmosferu u muzeju zamijenili smo također opuštenom zajedničkom večerom i druženjem s domaćinima iz UŠP i Ogranka Vinkovci u lovačkom domu Kunjevci. U prosincu 2007. godine, nakon otvorenja novouređenog doma, u njemu je održana sjednica Upravnog odbora HŠD-a nakon čega je također posjećen tada novo otvoreni Šumarski muzej u Bošnjacima. Svojim dolaskom i druženjem počastili su nas donedavni voditelj UŠP Vinkovci, danas župan Vukovarsko-srijemske županije Damir Dekanić, dipl. ing. šum., potom voditelj UŠP Vinkovci, ujedno i predsjednik Ogranka Vinkovci, Krasnodar Sabljić, dipl. ing. šum. te više članova Ogranka Vinkovci.



Voditelj UŠP Vinkovci Krasnodar Sabljić i voditelj Šumarskog muzeja Bošnjaci Antun Leaković



Rukovoditelj Odjela za proizvodnju UŠP Vinkovci Darko Posarić u svom uredu



U Šumarskom muzeju Bošnjaci

Sljedeći dan 14. svibnja 2022. krenuli smo u Vinkovce, grad s vjerojatno najduljim kontinuitetom naseljenosti u Europi od čak 8.200 godina. To je grad obilježen šumama i šumarstvom koji i danas značajno djeluju na život grada. Prvo smo obišli upravnu zgradu UŠP Vinkovci u samom središtu grada. Spreman za obilazak čekao nas je kolega Darko Posarić. S ponosom nas je uveo u palaču nekadašnje dične Brodske imovne općine koja se naziva i vinkovačkom lje-

poticom. Čest je motiv na starim i novim razglednicama Vinkovaca. Dugo godina nakon Domovinskog rata zgrada je bila u zapuštenom stanju, ali nakon obnove 2007. godine zablistala je u punom sjaju izvana i iznutra. Sagrađena je krajem 18. stoljeća kao samostojeća jednokatnica u baroknom stilu. U njoj je bilo zapovjedništvo Konjičke brigade pa je zgrada bila poznatija pod nazivom Generalija. Osnutkom Brodske imovne općine 1873. godine zgrada prelazi u njeno vlasništvo te su u njoj uredi imovne općine. Dogradnjama zgrada dobiva kompleksnost stilova. Za to je zaslужan čuveni arhitekt Herman Bollé, koji je desetljećima surađivao s Brodskom imovnom općinom, a spadao je u red najvažnijih predstavnika historicizma (neogotike, neorenesanse i neobizanta) u Hrvatskoj. Najstariji dio zgrade do parka, uredovnica, preuređen je i doradjen 1908. – 1909. godine s elementima neobaroka i neorenesanse. Nova zgrada za stambeno-poslovnu namjenu, s ciljem iznajmljivanja stanova i lokala, u dužini od 80 m izgrađena je u neogotičkom stilu 1909. – 1910. godine s krovistem ukrašenim s tri visoka piramidalna krova iznad ulaza te je zgrada zadрžala oblik uglavljice kakav je imala prije rušenja starog dijela Generalije i susjednih prizemnica. Ta zgrada, izgrađena na početku Ulice kralja Zvonimira (tadašnje Nje-



U dvorani za sastanke upravne zgrade UŠP Vinkovci



U Šumarskom domu Vinkovci

mačke ulice), bila je najveća nesakralna neogotička građevina izvedena na području tadašnje Trojedne kraljevine Hrvatske, Slavonije i Dalmacije. Dva dijela palače dobila su i elemente secesije, a međusobno su povezani erkerom (istakom – vrsta višekutnog ili ovalnoga, zatvorenog balcona s prozorima na svim stranama) s kupolom na kutu zgrade. Taj kutni dio zgrade u donjem dijelu krasiti spomen-ploča skladatelju hrvatske himne Josipu Runjaninu rođenom u Vinkovcima. Nad ulaznim vratima nalaze se ploča s povijesnim nazivom zgrade Šumsko-gospodarstveni ured Brodske imovne obćine i ukrašeni trodijelni prozorski otvor. Iznad njih u središnjem dijelu polukružne atike (nizak zid u krovnom dijelu) nalaze se reljefni ukrasi koji simboliziraju značenje šuma i šumarstva u ovom kraju.

U obilasku prvoga kata, dijela zgrade okrenute prema središnjem gradskom parku na Trgu bana Josipa Šokčevića nastalom na prostoru središta nekadašnjega rimskog naselja Cibalae, vidjeli smo veliku sliku s prikazom prosvjetitelja Matije Antuna Relkovića i slavonskih seljaka iz 18. stoljeća, krasno uređenu dvoranu za sastanke s okruglim stolom, zbirku darovanih lovačkih trofeja Marka Fehtiga te ukusno i bogato uređene urede rukovoditelja Odjela za proizvodnju (s neobičnom obloženim dijelom zida s oblicima vrsta drveća koje rastu u Spačvanskom bazenu i posebno dijelom hrastovog trupca s oznakom odjela i odsjeka te klupom i zidnom daskom izrađenima od nizinskog briješta) i voditelja Podružnice. Također smo prošli kroz urede na prvom katu zgrade koja se proteže na početku Ulice kralja Zvonimira, najduže vinkovačke ulice s 2.617 metara.

Po izlasku iz upravne zgrade prošli smo parkom ispred crkve Sv. Euzebija i Poliona i pješačkom zonom Zvonimirove ulice s podno ugrađenim sadržajem najstarijeg kalendara u Europi – Orionom – koji je pripadao vučedolskoj kulturi (eneolitička kultura III. tisućljeća pr. Kr.), te stigli do Trga Oriona gdje se nalazi zgrada u vlasništvu Hrvatskih šuma, a koja je nekada bila zgrada PIK-a Vinkovci sagrađena 1976. godine. Na mjestu zgrade pronađeni su grobovi i rimska žitница, a prepostavlja se kako su u blizini bili i hra-

movi rimskih božanstava Jupitera, Junone i Minerve. Zgrada je stradala u Domovinskom ratu, a UŠP Vinkovci otkupila ju je 2007. godine i djelomično obnovila skupa s okolnim trgom te će zgrada predvidivo za dvije godine biti spremna za useljenje i korištenje kao poslovni prostor. Na putu do tamo prošli smo i pokraj kuće sa spomen-pločom znamenitom šumaru i književniku Josipu Kozarcu koji je u njoj živio i pisao od 1895. do 1906. godine. Ploča je postavljena 1920. godine i najstarija je spomen-ploča u javnom prostoru Vinkovaca.

Posljednje mjesto obilaska, a domaćinima jako draga, bila je zgrada Šumarskog doma, nekada sjedište Šumarije Vinkovci, obnovljena 2005. godine, koja je sjedište HŠD-a ogranka Vinkovci na adresi Gundulićeva 10a. Zgradu s ulične strane krasiti spomen-ploča nadšumaru Mati Medvedoviću, kolezionaru i začetniku osnivanja vinkovačkoga gradskog muzeja te autoru grba grada Vinkovaca. Unutar zgrade su prostorije za sastanke i druženja članova vinkovačkog ogranka, ali i probe KUD-a Šumari koji također ima svoje sjedište u Šumarskom domu još od 1985. godine. Uređen je i podrumski prostor te dvorište zgrade.

Nakon kraće okrjepe u Šumarskom domu krenuli smo prema gradu heroju Vukovaru. Glavni domaćin i vodič bio je voditelj UŠP Vinkovci Krasnodar Sabljić koji je done davno bio i upravitelj Šumarije Vukovar. Tako je uz priču o zbivanjima u Domovinskom ratu obiđen središnji dio grada koji je završio fotografiranjem ispred Spomen-križa na ušću Vuke u Dunav. Tok Vuke ujedno je i granica Slavonije i Srijema. Križ je podignut u čast poginulima za slobodu Hrvatske. Postavljen je u listopadu 1998. godine. Postolje križa izrađeno je od pazinskog kamena, a sam križ od bijelog bračkog kamena.

Planirani obilazak Memorijalnog groblja hrvatskih branitelja i Muzeja vučedolske kulture izostavljen je radi nedostatka vremena, a ta mjesta su sudionici sjednice posjetili u nekim prijašnjim obilascima. Nije izostavljen posjet Vukovarskom vodotornju, simbolu stradanja i otpora grada Vukovara tijekom Domovinskog rata, ali i simbolu hrvatskog



Kod Spomen-križa u Vukovaru



Na Vukovarskom vodotornju

zajedništva budući je obnovljen i uređen za posjećivanje donacijama hrvatskih građana, tvrtki i institucija. To je najmlađa vukovarska znamenitost budući je otvoren za posjetitelje 30. listopada 2020. Vodotoranj je od 10. ožujka 2021. član Međunarodnog saveza velikih tornjeva (World Federation of Great Towers) u kojemu se nalaze svjetski poznati tornjevi poput Eiffelovog tornja u Parizu, Empire State Buildinga u New Yorku i Burj Khalife u Dubaiju. Vrh tornja krasiti hrvatski stijeg koji se vijorio na njemu tijekom čitave bitke za Vukovar. Hrvatski branitelji Ivica Ivanika i Hrvoje Džalto brinuli su se tijekom opsade grada da na vodotornju stalno bude hrvatska zastava i za to su riskirali živote i pod granatama. Gradnja vodotornja seže u 1962. godinu, a kao vodospremnik koristio se od 1968. do 1991. godine. Visok je 50 m, a kapacitet spremnika za vodu bio je 2.200 m³. Tijekom Domovinskog rata pogoden je 640 puta, ali nije srušen. Rupe od projektila su ostavljene kao trajni spomen na razaranja i vidljive su iza staklenih stijena. S vrha vodotornja pruža se divan pogled na Dunav, Vukovar i šиру okolicu grada, a okruglo stepenište pogodno je za snimanje lijepih skupnih fotografija ispod vijorećega hrvatskog barjaka.

Do posljednje točke druženja valjalo se ukrcati na dunavske čamce i nakon kraće vožnje iskrpati se na Sotinskoj adi, području kojim gospodari Šumarija Vukovar unutar gospodarske jedinice Vukovarske dunavske ade, a koji je zaštićen kao posebni rezervat šumske vegetacije. Sotinska ada danas je spojena s kopnom dok je nekada bila odvojena rukavcem Dunava. Na adi je šumarija uredila Poučnu stazu „Sotinska ada“ u dužini od 650 m. Staza prolazi kroz šume bijele vrbe, crne i bijele topole, a u sklopu nje su postavljene poučne ploče i klupe na odmorištima. Sve je financirano sredstvima europskoga poljoprivrednog fonda za ruralni razvoj. Znatiželjni dio sudionika mogao se još provozati nizvodno i obići sastojine poljskog jasena. Domaćini iz Šumarije Vukovar na čelu s upraviteljem šumarije Ivanom Prebanićem, dipl. ing. šum., potrudili su se i pripremili pravi dunavski ručak s ribljim fišem. Nakon ugodnog druženja uslijedio je pozdrav i zahvala domaćinu na prekrasna dva dana provedena na području UŠP Vinkovci. Još završna vožnja čamcima do parkiranih automobila, međusobni pozdrav članova Upravnog odbora i uslijedio je povratak kućama diljem Hrvatske.

ZAPISNIK

3. SJEDNICE UPRAVNOG ODBORA HŠD 2022. GODINE

održane 9. prosinca 2022. godine u Velikoj dvorani Šumarskog doma s početkom u 11.⁰⁰

Nazočni: Akademik Igor Anić, Emil Balint, dipl. ing., mr. sc. Boris Belamarić, mr. spec. Mandica Dasović, Damir Dra-malija, dipl. ing., Ljerka Dujmić, dipl. ing. (umjesto Krasnodara Sabljića, dipl. ing.), Goran Gobac, dipl. ing., Marina Ju-ratović, dipl. ing., Josip Kovačić, dipl. ing., mr. sc. Ivan Grginčić, Valentina Kulaš, dipl. ing., prof. dr. sc. Josip Margaletić, Dorica Matešić, dipl. ing., Darko Mikičić, dipl. ing., Damir Miškulin, dipl. ing., Krešimir Pavić, dipl. ing., dr. sc. Sanja Perić, Darko Posarić, dipl. ing., mr. sc. Dalibor Tonc, Davor Topolnjak, dipl. ing., Oliver Vlainić, dipl. ing., doc. dr. sc. Dinko Vusić, Silvija Zec, dipl. ing., Mario Bošnjak, dipl. ing., Goran Bukovac, dipl. ing., Branko Meštrić, dipl. ing., Davor Prnjak, dipl. ing., Biserka Marković, dipl. oec., mr. sc. Damir Delač

Ispričani: Daniela Cetinjanin, dipl. ing., prof. dr. sc. Milan Glavaš, prof. dr. sc. Marijan Grubešić, Krešimir Jakupak, dipl. ing., prof. dr. sc. Vladimir Jambreković, Ivan Krajačić, dipl. ing., prof. dr. sc. Stjepan Mikac, Krasnodar Sabljić, dipl. ing., Martina Pavičić, dipl. ing., Marko Perković, dipl. ing., Ante Taraš, dipl. ing., prof. dr. sc. Ivica Tikvić, mr. sc. Goran Videc, Dražen Zvirotić, dipl. ing.

Gosti: Stjepan Blažičević, dipl. ing., mr. sc. Ivan Grginčić, Hranislav Jakovac, dipl. ing.

Nakon što je utvrdio kvorum predsjednik HŠD akademik Igor Anić predložio je slijedeći

Dnevni red:

1. Ovjera zapisnika 2. sjednice Upravnog odbora HŠD 2022. godine i 126. Redovite izborne sjednice Skupštine HŠD (poslani u prilogu Poziva)
2. Obavijesti
3. Aktualna problematika
 - a) Rebalans financijskog plana za 2022. godinu,
 - b) Samoprocjena za 2022. godinu,
 - c) Imenovanje Povjerenstva za popis imovine i potraživanja na dan 31. 12. 2022. godine,
4. Program rada i financijski plan za 2023. godinu
5. Šumarski list i ostale publikacije
6. Rasprava po izvješćima i zaključci
7. Pitanja i prijedlozi
- Božićni domjenak

Ad. 1. Zapisnik 2. sjednice Upravnog odbora HŠD 2022. godine i zapisnik 126. Redovite izborne sjednice Skupštine HŠD jednoglasno su usvojeni.

Ad. 2. Obavijesti

– Treća konferencija ovlaštenih inženjera šumarstva i drvne tehnologije održana je od 13. do 16. listopada 2022. godine u hotelskom kompleksu Solaris, Šibenik. Konferenciji je prisustvovalo ukupno više od 460 sudionika, članova Komore i gostiju.

- 20. listopada 2022. godine svečano je obilježen Dan Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu.
- 27. – 29. listopada 2022. u Zadru je održan 4. hrvatski stručni skup o urbanom šumarstvu URBANE ŠUME – ZELENA PLUĆA GRADA, Rekreativna i zdravstvena funkcija urbanih šuma i gradskog zelenila.
- Nakon isteka mandata Uprave Hrvatskih šuma d.o.o., Vlada Republike Hrvatske na sjednici održanoj 21. studenog 2022. donijela je Zaključak kojim se predlaže Skupštini društva Hrvatske šume d.o.o. imenovanje Nediljka Dujića za predsjednika, a mr. sc. Igora Fazekaša i Antu Sabljića za članove Uprave toga društva, temeljem provedenog postupka po raspisanom natječaju.
- Izvješća o izbornim Skupštinama održanim nakon 126. Redovite izborne sjednice Skupštine HŠD (AŠZ, ogrank Gospic, ogrank Zagreb); novi članovi UO su prof. dr. sc. Marijan Grubešić, novi predsjednik AŠZ i Valentina Kulaš, dipl. inž. šum., nova predsjednica Ogranka Gospic.
- Nakon što smo u Gradski ured za opću upravu i imovinsko pravne poslove, temeljem rezultata 126. Redovite izborne sjednice Skupštine HŠD-a, poslali zahtjev za promjenu osobe ovlaštene za zastupanje HŠD dobili smo njihovo pozitivno rješenje.
- Predsjednik Anić najavio je vrijedne obljetnice koje hrvatsko šumarstvo obilježava ove godine: 220. obljetnica rođenja Antuna Tomića, prvog predsjednika Hrvatskog šumarskog društva i tvorca racionalne metode uređivanja šuma, 150. obljetnica početaka gospodarenja šumama na

području kojim danas gospodari Uprava šuma Vinkovci i jednim dijelom Uprava šuma Nova Gradiška; 120. obljetnica objave „Naputka za sastavak gospodarstvenih osnova odnosno programa” koji uvodi u uporabu pojam uredajnog razreda i metodu normala, 100. obljetnica prve terenske nastave studenata i profesora šumarstva i 100. obljetnica prvog doktorata šumarskih znanosti obranjenog na Sveučilištu u Zagrebu. U organizaciji događanja sudjelovat će i HŠD.

Ad. 3. Aktualna problematika

| HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO | | |
|--|---------------------|---------------------|
| a) FINANCIJSKI PLAN ZA 2022. GODINU | | |
| | PLAN 2022. | REBALANS |
| PRIHODI | | PLANA 2022. |
| 31 Prihodi od pružanja usluga | 0,00 | 52.400,00 |
| 32 Članarine | 606.000,00 | 625.420,00 |
| 34 Prihodi od imovine | 1.490.500,00 | 1.502.050,00 |
| 35 Prihodi od donacija | 283.500,00 | 401.400,00 |
| 36 Ostali prihodi | 375.000,00 | 380.000,00 |
| UKUPNO PRIHODI: | 2.755.000,00 | 2.961.270,00 |
| RASHODI | | |
| 41 Rashodi za radnike | 830.000,00 | 845.000,00 |
| 42 Materijalni rashodi | 1.803.800,00 | 2.005.200,00 |
| 43 Amortizacija | 15.000,00 | 12.000,00 |
| 44 Financijski rashodi | 22.700,00 | 34.600,00 |
| 45 Donacije | 0,00 | 1.000,00 |
| 46 Ostali rashodi | 15.500,00 | 9.800,00 |
| UKUPNO RASHODI: | 2.687.000,00 | 2.907.600,00 |
| 52 REZULTAT: | 68.000,00 | 53.670,00 |
| Preneseni višak prihoda iz ranijih razdoblja | 1.478.200,49 | |
| Pokriće gubitka 31.12.2021. | 607.774,17 | |
| Višak 31.12.2022. | 53.670,00 | |
| Višak za prijenos u buduće razdoblje | 924.096,32 | |

Obrazloženje rebalansa financijskog plana za 2022. godinu

Na temelju poznatih podataka o kretanju i stanju prihoda i rashoda na dan 31. 10. 2022. godine sa sigurnošću znamo da će doći do odstupanja kako u planiranim prihodima tako i u planiranim rashodima. Stoga, postoji potreba za rebalansom plana koji je postavljen za 2022. godinu.

Procjena prihoda i rashoda je napravljena na temelju poznatih knjigovodstvenih podataka proknjiženih na dan 31. 10. 2022., te procjenjivih podatka o prihodima i rashodima koji su vezani za posljednja dva mjeseca poslovanja središnjice i ogrankova.

PRIHODI

U planu za 2022. godinu ukupni prihodi predviđeni su u ukupnom iznosu od 2.755.000 kuna, dok u predloženom

rebalansu iznose 2.961.270 kuna. Planom nisu bili predviđeni prihodi od pružanja usluga, a isti su ostvareni na nivou ogrankova, kroz pružanje usluge sponzorstva na sportskim događanjima ogrankova u ukupnom iznosu 52.400,00 kuna.

Prema dosadašnjoj evidenciji i dinamici plaćanja članarina po ograncima u kategoriji prihoda od članarina predviđamo da će se ostvariti iznos za 19.420 kuna veći nego je predviđen planom, pa bi tako prihod od članarina trebao iznositi 625.420 kuna.

Planom je predviđen prihod od najamnine u iznosu od 1.490.000 kuna. Očekuje se da će godinu završiti s ostvarenim iznosom od 1.502.000 kuna zbog dodatno ostvarenog prihoda od najma dvorana.

Najveća promjena u odnosu na planirane iznose je u prihodima od donacija. Planom je u ukupnom iznosu predviđeno 283.500 kuna, no evidentno je da će taj iznos biti premašen. Prema procjeni će dosegnuti iznos od 401.400 kuna.

Prihodi od donacija, i to donacija od pravnih osoba i tijela lokalne samouprave, koji uobičajeno prate i pomažu rad ogrankova, manji su za 30.000 kuna prema podacima dobivenim iz ogrankova. Procjenjujemo da će ti prihodi umjesto 162.000 kuna iznositi 134.000 kuna. Istovremeno su prihodi od donacija članova društva znatno veći od planom predviđenih. Donacije članova društva planirane su iznosu od 29.000 kuna a procjenjujemo da će do kraja godine oni iznositi 159.000 kuna. Naime, uobičajena je situacija da u ograncima Bjelovar i Našice članovi prema svojim internim odlukama donacijama potpomažu financiranje aktivnosti ogranka. Ove godine zbog značajnih uplata donacija članova ogrankova Požega i Split ova kategorija prihoda je bitno drugačija od planom predviđenog iznosa. Nešto veći je prihod od državne uprave koji se odnosi na potporu izdavanju Šumarskog lista, umjesto planiranih 80.000 kuna dodijeljeno nam je 91.000 kuna. U kategoriji ostali prihodi gdje evidentiramo prihode od pretplate na Šumarski list ostaje isti iznos jer predviđamo da će ti prihodi ostvariti kako su i planirani u iznosu 380.000 kuna.

RASHODI

U planu za 2022.godinu ukupni rashodi predviđeni su u iznosu od 2.687.000 kuna, dok u predloženom rebalansu iznose 2.907.600 kuna. Na ukupno povećanje rashoda kao i na najveće odstupanje u odnosu na plan postavljen u prosincu prethodne godine utjecale su tri kategorije rashoda – troškovi reprezentacije i troškovi stručnih ekskurzija koji su bitno veći od planiranih te troškovi za tekuće i investicijsko održavanje koji su skoro u potpunosti izostali. Što se tiče troškova reprezentacije i troškova stručnih ekskurzija ova situacija je na neki način očekivana nakon dvije godine neaktivnosti zbog pandemije Covid-19. Ublažavanjem mjera i otvaranjem mogućnosti okupljanja ostvarene su

brojne aktivnosti koje su bile planirane u prethodnim godinama, ali nisu ostvarene. Planom za 2022. bili su predviđeni troškovi reprezentacije u iznosu od 351.500 kuna, a za očekivati je da će na kraju ove poslovne godine oni iznositi 591.300 kuna. Za stručna putovanja predviđeli smo 252.000 kuna. Međutim, prema knjigovodstvenom stanju 31.10. te podacima ogranaka o realiziranim troškovima oni će iznositi do 645.900 kuna.

Usluge za tekuće i investicijsko održavanje prema do sada poznatoj situaciji neće biti ostvarene u planiranom iznosu od 430.000 kuna. Stomatološka poliklinika, naš najmoprimac, do sada nije došla s radovima preuređenja prostora za svoje potrebe u fazu u kojoj su radovi iz našeg plana predviđeni tako da će se isti djelomično predvidjeti planom za 2023. godinu. U kategoriji rashoda za djelatnike odstupanje se odnosi na isplatu novčane pomoći djelatnici zbog smrti roditelja u skladu s odredbama Pravilnika o radu HŠD.

Naknade osobama izvan radnog odnosa planirane su u iznosu od 15.350 kuna dok se predviđa da će ti rashodi iznositi 32.750 zbog ostvarenog službenog puta predstavnika HŠD na godišnji skup Pro Silva koji prethodne dvije godine nije ostvaren zbog pandemije. U skupini materijalnih troškova predviđamo da će nekoliko kategorija biti ostvareno u manjem iznosu od planiranog. Ovdje je bitno istaknuti rashode za intelektualne usluge koje smo planirali u iznosu od 210.000 kuna i koji se uglavnom odnose na autorske honorare vezane za Šumarski list, a prema dinamici realizacije smatramo da će biti ostvareni u iznosu od 190.000 kuna. Slijedeći su rashodi za grafičke i tiskarske usluge koje smo planirali u iznosu od 210.000 kuna a procjenjujemo da neće preći ukupan iznos od 185.000 kuna. Posljedica je to odluke da ujednačimo sve brojeve Šumarskog lista kroz godinu na optimalan broj stranica u odnosu na cijenu tiska i vezano s tim za troškove poštarine. Naime, nekoliko stranica više znači skoro dvostruko višu cijenu poštarine za distribuciju Šumarskog lista. Troškove za materijal i energiju planirali smo u iznosu od 45.000 kuna, a sada ih procjenjujemo na 71.000 kuna. Prvi razlog je što je kao posljedica testiranja sustava grijanja.

Početkom godine zabilježena je potrošnja koju nismo mogli prenijeti na najmoprimce. Najme, Gradska plinara je prilikom montaže plinomjera pogrešno pridružila postojeća mjerna mjesta, korisnike istih i opskrbljivače te smo tek nedavno uspjeli provesti sve korekcije koje su bile potrebne. Drugi razlog je promjena cijene plina.

Izdvojiti ćemo i značajno povećanje troškova bankarskih usluga koje smo planirali u iznosu od 22.700 kuna, a prema kretanjima u prvih 10 mjeseci procijenili smo da će oni iznositi 34.600 kuna.

Ostali troškovi koji čine grupu materijalnih troškova predviđaju se u iznosima koji bitno ne odstupaju od ranije planiranih i ne utječu na visinu ukupno planiranih troškova.

REZULTAT

Iz obrazloženih stavki prihoda i rashoda proizlazi rezultat, višak prihoda nad rashodima u iznosu od 53.670 kuna. Zanimljivo je da rezultat ne odstupa od rezultata koji je predviđan planom postavljenim krajem prošle godine, kada smo planirali iznos od 68.000 kuna, ali je posljedica značajno drugačije strukture i prihoda i rashoda.

Nakon što je kolegica Biserka Marković iznijela i obrazložila rebalans finansijskog plana za 2022. godinu Upravni odbor ga je jednoglasno usvojio.

b) SAMOPROCJENA

Samoprocjena je standardni upitnik o funkciranju sustava finansijskog upravljanja i kontrola za 2022. godinu. Kako s obzirom na prošlu godinu nije bilo promjena ovdje ga zbog uštete prostora nećemo prikazati tablicu.

Ista je jednoglasno usvojena.

c) IMENOVANJE POVJERENSTVA ZA POPIS IMOVINE I POTRAŽIVANJA NA DAN 31. 12. 2022. GODINE

Predlaže se Povjerenstvo za popis imovine i potraživanja HŠD-a na dan 31. 12. 2022. godine u sastavu:

Oliver Vlainić, dipl. inž. šum., predsjednik

Hranišlav Jakovac, dipl. inž. šum, zamjenik predsjednika
Ninoslav Matošević, dipl. inž. šum., član

Ana Žnidarec, članica

mr. sc. Ivica Milković, zamjenik člana

Jolanda Vincelj, dipl. inž. šum., zamjenica člana

Predloženo povjerenstvo je jednoglasno usvojeno.

d) PRIJEDLOG ODLUKE O IZMJENI STATUTA HŠD

Temeljem zaključaka 126. Redovite izborne sjednice Skupštine Hrvatskog šumarskog društva kojom je ukinuta sekcija Hrvatska udruga biomasa predlaže se

ODLUKA

o izmjeni Statuta Hrvatskoga šumarskog društva čime se mijenja Članak 34. koji sada glasi:

Sekcije HŠD-a su:

- Pro Silva Croatia,
- Ekološka sekcija,
- Sekcija za zaštitu šuma,
- Sekcija za sport, kulturu i rekreativu,
- Sekcija za urbano šumarstvo

Zbog promjene imena Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u Fakultet šumarstva i drvene tehnologije Sveučilišta u Zagrebu mijenja se Članak 39. Stavak 2. Statuta HŠD-a koji sada glasi:

Predsjednici (predstavnici) ogranaka i predsjednici Sekcija su ujedno i članovi Upravnog odbora, a ostali se članovi biraju na samoj Skupštini i to tako da budu zastupljeni: glavni urednik Šumarskoga lista, Ministarstvo nadležno za šumarstvo, Šumarski odsjek Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu, Drvnotehnološki odsjek Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatski šumarski institut, Akademija šumarskih znanosti, Hrvatska komora inženjera šumarstva i drvne tehnologije te najmanje jedan ugledni član struke koji se ističe u radu HŠD-a.

Prijedlog Odluke i izmjeni Statuta HŠD jednoglasno je usvojen.

e) PRIJEDLOG IZMJENE PRAVILNIKA O RADU HŠD-A

Početkom godine stupio je na snagu Kolektivni ugovor za radnike Hrvatskih šuma. U određivanju visine iznosa materijalnih prava koja proizlaze iz Pravilnika o radu HŠD uobičajeno smo se prilagođavali pravima koja mogu ostvariti radnici HŠ.

Izmijenjeni su i iznosi neoporezivo mogućih isplata materijalnih prava definiranih Pravilnikom o porezu na dohodak, s primjenom od 1. 10. 2022. odnosno 1. 1. 2023. godine. U našem Pravilniku o radu sada stoje konkretni iznosi pa se predlaže, s obzirom na promjenjivost zakonske regulative, da se u nekim člancima Pravilnika ti iznosi ne definiraju konkretnom brojkom već iznosom koji je moguće neoporezivo isplatiti sukladno odredbama Pravilnika o poreza na dohodak.

Predlažemo izmjenu i dopunu Članka 54. našeg Pravilnika o radu, koji regulira pravo na otpremninu. Uskladili bi regulativu prava na otpremninu s odredbama iz Članka 73 Kolektivnog ugovora za radnike HŠ. Razlučili bi uvjete za ostvarivanje različitog iznosa otpremnine u ovisnosti o ostvarenim godinama rada u HŠD te visinu otpremnine za one koji su proveli 15 i više godina u HŠD. U Kolektivnom ugovoru HŠ stoji da radnik s više od 15 godina ... ima pravo na otpremninu u visini sedam prosječnih bruto plaća HŠ u godini prije odlaska radnika u mirovinu dok u našem prijedlogu stoji pravo na tri prosječne bruto plaće HŠD.

Članak 54.

Radnik koji odlazi u mirovinu a koji je najmanje dvije godine neprekidno u radnom odnosu kod poslodavca ima pravo na otpremninu u visini tri prosječne mjesечne bruto plaće isplaćene po radniku u gospodarstvu RH, isplaćene u prethodnom tromjesečju prije odlaska radnika u mirovinu, ukoliko je u radnom odnosu kod poslodavca proveo do 15 godina.

Radnik koji je kod poslodavca proveo 15 godina i više ima pravo na otpremninu u visini tri prosječne bruto plaće

HŠD-a isplaćene u prethodnom tromjesečju prije odlaska radnika u mirovinu.

Predlažemo izmjenu čl. 56. kojim se određuje pravo i visina dnevnice radnika upućenog na službeno putovanje. Izmjena se odnosi samo na stavak 1. članka gdje se definira iznos dnevnice. U našem Pravilniku o radu stoji iznos od 170,00 kuna. Predlažemo da stavak 1. Članak 56. glasi:

Članak 56.

Radnik koji je upućen na službeno putovanje u zemlji ima pravo na punu naknadu prijevoznih troškova, na dnevnicu u visini neoporezivog iznosa dnevnice sukladno Pravilniku o porezu na dohodak, za svaki dan proveden na službenom putu, te naknadu punog iznosa hotelskog računa za spavanje.

Ostali stavci članka ostaju nepromijenjeni.

U Članku 59. Pravilniku o radu definirana je nadoknada troškova za korištenje privatnog automobila u službene svrhe u iznosu od 2,00 kn po kilometru. Predlažemo da taj članak glasi:

Članak 59.

Ako poslodavac radniku odobri korištenje privatnog automobila u službene svrhe naknadit će mu se troškovi u visini neoporezivo priznatog iznosa po prijeđenom kilometru sukladno odredbama Pravilnika o porezu na dohodak.

Ovdje predlažemo izmjenu Članku 62. kojim se regulira isplata prava na prigodnu nagradu za uskrsne i božićne blagdane. Našim Pravilnikom o radu predviđa se isplata u jednakom iznosu za Uskrs i Božić ako su za to osigurana sredstva temeljem pojedinačnih odluka o načinu i visini isplate.

Prema prijedlogu članak bi trebao glasiti:

Članak 62.

Poslodavac će radnicima isplatiti prigodnu nagradu za blagdane Božića i Uskrsa najviše do visine neoporezivog iznosa prema Pravilniku o porezu na dohodak.

Poslodavac će svake godine odlukom urediti način isplate i visinu prigodne nagrade za blagdane iz stavka 1. ovog članka.

Pravo na isplatu prigodne novčane nagrade imaju oni radnici koji su na dan blagdana Božića i Uskrsa u radnom odnosu kod Poslodavca.

Prijedlog izmjene Pravilnika o radu HŠD jednoglasno je usvojen.

Ad. 4. Program rada i financijski plan za 2023. godinu

PROGRAMA RADA ZA 2023. GODINU

– Okupljati šumarsku struku i aktivno sudjelovati u svim aktivnostima vezanim za šumarsku tematiku.

- Uzakivati na potrebu odnosa prema šumi kao složenom ekosustavu, a ne kao izvoru drvne sirovine, posebice u uvjetima izraženih posljedica klimatskih promjena, čestih prirodnih nepogoda, pojave novih i gradacije dosadašnjih štetnika i bolesti.
- Poticati institucije koje izravno ili neizravno imaju utjecaj na gospodarenje šumama da se s obzirom na nove okolnosti, koristeći svoje znanje, iskustvo i znanstvena dostaiguća, zajedničkim snagama odupru opasnostima koje prijete opstanku naših šuma.
- Braniti šumarstvo i šume prilikom neargumentiranih napada pojedinaca, udruga i institucija koji su posljedica neznanja i interesa suprotnih postulatima struke.
- Poticati i sudjelovati u edukaciji građana svih dobi o gospodarenju šumama koje se temelji na zagrebačkoj školi uzgajanja šuma.
- U okviru mogućnosti i u suradnji s drugim šumarskim institucijama nastojati poboljšati status zaposlenika u hrvatskom šumarstvu čime djelovati na zaustavljanje trenda smanjenog interesa mladih ljudi za šumarskim obrazovanjem.
- Djelovati na donošenju akcijskog plana za poboljšanje stanja šuma malih šumoposjednika koje su izložene čestoj pojavi pustošenja.
- Podržati aktivnosti ogranka HŠD na promicanju šumarske struke kroz izdavaštvo, organizaciju stručnih skupova, radionica, okruglih stolova, druženja i stručnih ekskurzija, podizanje spomen-obilježja zaslužnim šumarima i slično.
- Pružiti logističku podršku sekcijama HŠD da u skladu s idejom osnivanja okupljaju specijaliste iz svojih područja i aktivno sudjeluju u svim događanjima vezanim za svoja područja.
- Obilježiti prigodnim aktivnostima Međunarodni dana šuma 21. ožujka i Dan planeta zemlje 22. travnja.
- Obilježiti prigodnim aktivnostima Dan hrvatskoga šumarstva 20. lipnja.
- Nastaviti podržavati uobičajene domaće i međunarodne sportsko-stručne i kulturne manifestacije sukladno njihovom održavanju: EFNS, Alpe-Adria, Međunarodni salon fotografija Šuma okom šumara, Maraton lađa i slično.
- Surađivati s Hrvatskom komorom inženjera šumarstva i drvne tehnologije (HKIŠDT) u pripremi stručnih događanja s aktualnom šumarskom problematikom.
- Podržavati aktivnosti Akademije šumarskih znanosti.
- Promovirati šume i šumarstvo u aktivnostima Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti kroz Znanstveno vijeće za poljoprivredu i šumarstvo, Znanstveno vijeće za zaštitu prirode i Centar za znanstveni rad u Vinkovcima.
- Sudjelovati u aktivnostima Hrvatskog inženjerskog saveza (HIS).
- Djelovati na povećanju impact factora, kvalitete sadržaja i održavanju redovitog izlaženja časopisa Šumarski list u njegovojoj 147. godini.
- Održati redovite sjednice Upravnog i Nadzornog odbora uobičajenim načinom, a po potrebi organizirati tematske sjednice.
- Održati redovitu sjednicu Skupštine HŠD, a po potrebi organizirati elektroničke sjednice.
- Održavati i redovito nadopunjavati internetsku stranicu www.sumari.hr.
- Redovito održavati Šumarski dom i osmislići namjenu neiskorištenog prostora potkovlja.
- Prilagoditi prostor Šumarskog doma u skladu s Ugovorom sa Stomatološkom poliklinikom i Gradom Zagrebom i pratiti sve ostale radeve koje na Šumarskom domu u smislu prilagodbe prostora poduzima investitor Grad Zagreb.
- Planirane aktivnosti uskladiti s mjerama suzbijanja bolesti Covid-19.

FINANCIJSKI PLAN ZA 2023. GODINU

| | | PLAN 2023. |
|----|--|-----------------------|
| | | EUR (tečaj 7,5345) |
| | PRIHODI | KUNE |
| 31 | Prihodi od pružanja usluga | 0,00 |
| 32 | Članarine | 705.229,20 |
| 34 | Prihodi od imovine | 1.490.100,00 |
| 35 | Prihodi od donacija | 277.000,00 |
| 36 | Ostali prihodi | 380.000,00 |
| | UKUPNO PRIHODI: | 2.852.329,20 |
| | RASHODI | 378.569,14 |
| 41 | Rashodi za radnike | 845.000,00 |
| 42 | Materijalni rashodi | 1.751.400,00 |
| 43 | Amortizacija | 12.000,00 |
| 44 | Financijski rashodi | 33.900,00 |
| 45 | Donacije | 0,00 |
| 46 | Ostali rashodi | 4.500,00 |
| | UKUPNO RASHODI: | 2.646.800,00 |
| 52 | REZULTAT: | 205.529,20 |
| | Preneseni višak prihoda iz ranijih razdoblja | 870.426,32 |
| | Višak 31.12.2022. | 53.670,00 |
| | Višak 31.12.2023, | 205.529,20 |
| | Višak za prijenos u buduće razdoblje | 1.129.625,52 |
| | | 149.927,07 |

Obrazloženje financijskog plana za 2023. godinu

Financijski plan HŠD-a objedinjuje financijske planove 19 ogranka i središnjice HŠD-a, i to njene neprofitne i profitne – gospodarske djelatnosti.

PRIHODI

Ukupno planom predviđeni prihodi iznose 2.852.329,20 kune (378.569,14 EUR).

PRIHODI OD ČLANARINA

Prihodi od članarina u iznosu 705.229,20 kuna (93.600,00 EUR) procijenjeni su na temelju broja redovitih članova u 2022. godini i jedinstvene godišnje članarine koja iznosi 271,24 kune (36,00 EUR).

PRIHODI OD IMOVINE

Prihodi od imovine su prihodi od iznajmljivanja poslovnog prostora. Planirani su na temelju poznate ugovorene najamnine s postojećim najmoprimcem IRMO koja na godišnjoj razini iznosi 500.000,00 kuna (66.361,40 EUR) te najmoprimcem „Stomatološkom poliklinikom“ koja za godinu iznosi 990.000,00 kuna (131.395,58 EUR), što je ukupno 1.490.000,00 kuna prihoda (197.756,98 EUR). Uvećani su za iznos očekivane po viđenju po računima kojima raspolažemo u iznosu od 100,00 kuna (13,27 EUR).

PRIHODI OD DONACIJA

U 2022. godini HŠD će nastaviti s izdavanjem znanstvenog časopisa Šumarski list. Kao i niz godina do sada HŠD će se prijaviti na natječaj kod Ministarstva znanosti i obrazovanja za potporu za izdavanje znanstvenog časopisa, a plan se temelji na iznosima dodjelenim na natječajima ranijih godina. Planirani iznos je 90.000,00 kuna (11.945,05 EUR).

Donacije od trgovačkih društava uobičajena su potpora radu HŠD i ostvarenju planiranih aktivnosti kroz dugi niz godina. Procjena je napravljena po ograncima, uz predviđanje interesa i mogućnosti trgovačkih društava te prema ostvarenjima prihoda po toj osnovi iz prethodnih razdoblja te na odazivu u 2022. godini.

Ukupan planirani iznos prihoda od donacija je 277.000,00 kuna (36.764,22 EUR).

OSTALI PRIHODI

U ostale prihode planirani su prihodi od pretplate na časopis Šumarski list. Procjena se temelji na poznatom broju pretplatnika i cijeni godišnje pretplate za jedan primjerak Šumarskog lista. Prepostavka je da se neće promijeniti ugovorni odnos s nositeljem pretplate za 1.100 pretplatnika Hrvatske komore inženjera šumarstva i drvene tehnologije, da će Hrvatske šume nastaviti pretplatu za 200 pretplatnika. Promjena broja pojedinačnih pretplata nije od velikog utjecaja. Uobičajene su i pojedinačne pretplate, pa uključujući i njih, planirani iznos je 380.000,00 kuna (50.434,67 EUR).

RASHODI

Ukupno planom predviđeni rashodi iznose 2.646.800,00 kuna (351.290,73 EUR).

RASHODI ZA RADNIKE

Rashodi za radnike planirani su na razini 2022. godine u ukupnom iznosu od 845.000,00 kuna (112.150,77 EUR) pod prepostavkom da se neće mijenjati postojeći propisi vezani za obračun plaća.

MATERIJALNI RASHODI

Materijalni rashodi planiraju se u ukupnom iznosu od **1.751.400,00 kuna (232.450,73 EUR)**. Kako čine vrijednosno najznačajniju skupinu rashoda obrazlažemo ih po grupama.

Rashodi za službena putovanja, prijevoz i usavršavanje radnika: 28.000,00 kuna (3.716,24 EUR).

Planirani su prema ostvarenim rashodima iz prethodnih razdoblja a objedinjuju troškove službenih putovanja radnika, naknadu za prijevoz te kotizacije za usavršavanje radnika.

Rashodi za naknade troškova osobama izvan radnog odnosa: 20.400,00 kuna (2.707,55 EUR).

Planirani su za pokriće troškova službenih putovanja osoba koje nisu zaposlene u HŠD već obavljaju funkcije na koje su izabrani. Procjena je napravljena uzimajući u obzir broj sjednica Upravnog odbora kojima trebaju prisustvovati njegovi članovi te naknadu za korištenje vlastitog vozila za obavljanje redovitih poslova te službena putovanja na tematske skupove vezane uz rad HŠD-a temeljem plana rada i aktivnosti za 2023. godinu.

Rashodi za usluge: 730.000,00 kuna (96.887,65 EUR).

- troškovi pošte i telefona 53.000 kuna (7.034,31 EUR) – na razini troškova tekuće godine
- troškovi tekućeg i investicijskog održavanja 155.000 kuna (20.572,04 EUR) - iznos je planiran na temelju dijela preuzetih ugovornih obveza ulaganja u prilagodbu i organizaciju prostora za potrebe Stomatološke poliklinike te radove na sanaciji nakon potresa koji nisu odradeni u 2022. godini zbog kašnjenja radova koje izvodi Stomatološka poliklinika.

Izvori za financiranje planiranih radova su djelomično prihodi od najamnine iz tekućeg razdoblja a velikim dijelom će se koristiti višak prihoda kumuliran u ranijim poslovnim godinama kada nije bilo radova na održavanju poslovnog prostora.

- komunalne usluge 16.000,00 kuna (2.123,56 EUR) – planirani iznos je na nivou prethodne godine. Troškovi komunalne naknade, odvoza komunalnog otpada preneseni u proporcionalnom dijelu korištenja poslovnog prostora na najmoprimce, tako da su to sada samo troškovi koji se odnose na prostor koji koristi HŠD.

- troškovi promidžbe 18.000,00 kuna (2.389,01 EUR) – prema iskustvima ranijih godina
- troškovi zakupnina 10.500,00 kuna (1.061,78 EUR) – prema iskustvima ranijih godina
- računalne usluge 20.000,00 kuna (2.654,46 EUR) – prethodne godine ova kategorija rashoda je izostala s obzirom na razumijevanje davatelja usluga Hrvatske šume d.o.o. i činjenicu da zbog svih otežavajućih okolnosti koje su posljedica potresa i pandemije aktivnost je bila smanjena na minimum. Predviđamo da za tekuće planirano razdoblje trošak neće biti veći od 20.000,00 kuna

Slijedeća grupa rashoda planirana je prema prethodnim razdobljima uzimajući u obzir neke nove uvijete na tržištu. Odnose se na autorske honorare te pripremu i tisak vezane uz izdavanje časopisa Šumarski list i grafičke usluge tiska publikacija. Grafičke usluge koje se većim dijelom odnose na tisak časopisa planirane su u nešto manjem iznosu nego 2022. godine.

Planirano je kako slijedi:

- intelektualne usluge 200.000,00 kuna (26.544,56 EUR)
- grafičke usluge – Šumarski list 200.000,00 kuna (26.544,56 EUR)
- ostale grafičke usluge 44.000,00 kuna (5.839,80 EUR)
- ostale usluge 10.500,00 kuna (1.393,59 EUR)

Rashodi za materijal i energiju: 70.000,00 kuna (9.290,60 EUR)

Troškovi su planirani prema ostvarenim rashodima prethodnog razdoblja s uvećanjem zbog porasta cijena energije.

Ostali nespomenuti rashodi: 890.500,00 kuna (119.848,70 EUR)

- premije osiguranja 30.300,00 kuna (4.021,50 EUR)
- članarine 6.700,00 kuna (889,24 EUR)
- reprezentacija 413.500,00 kuna (54.880,88 EUR)
- stručna putovanja 415.000,00 kuna (55.079,97 EUR)
- ostali rashodi 25.000,00 kuna (3.318,07 EUR)

Premija osiguranja planirana je prema troškovima osiguranja u 2022. godini kad je zgrada dodatno osigurana za slučaj potresa, te uvećana za troškove osiguranja službenog automobila.

Članarina (Pro Silva, Aebiom) planirana je prema ostvarenim rashodima prethodnih razdoblja.

Rashodi za reprezentaciju obuhvaćaju troškove održavanja godišnjih skupština, sjednica, stručnih skupova, okruglih stolova i predavanja na razini ogranaka te na razini HŠD-a kao cjeline, zatim troškove kalendara, knjiga i brošura, izrade promotivnih materijala i sitne galerije s logom

društva, održavanja izložbe Šuma okom šumara te kataloga izložbe i drugih tematskih izložbi. Planiraju se u iznosu od 413.500,00 kuna.

Rashodi za stručna putovanja procijenjeni su prema planu aktivnosti ogranaka i središnjice. Planska im je vrijednost 415.500,00 kuna, više nego što je prvočim planom predviđeno u prethodnoj godini s obzirom da će se u 2023. godini nakon dvije godine pauze ponovo održati natjecanje šumara EFNS i Alpe Adria, a ta natjecanja su već dugi niz godina dio plana aktivnosti Društva.

Rashodi za reprezentaciju i stručna putovanja u direktnoj su ovisnosti o prikupljenim donacijama na nivou ogranaka s obzirom da su članarine kao izvor financiranja ograničene brojem redovitog članstva.

AMORTIZACIJA

Amortizacija je planirana prema stvarnim obračunima amortizacije iz tekućeg razdoblja u iznosu od **12.000,00 kuna (1.592,67 EUR)**,

FINANCIJSKI RASHODI

Financijski rashodi odnose se isključivo na usluge banke i platnog prometa a planirani su na razini prethode poslovne godine u kojoj je došlo do značajnog porasta cijene bankovnih usluga. Planirani iznos je **33.900,00 kuna (4.499,30 EUR)**.

REZULTAT

Planirani rezultat iskazuje se kao višak prihoda u odnosu na rashode u iznosu **205.529,20** kuna (27.278,41 EUR).

Planiranje pozitivnog rezultata nakon dvije vrlo teške godine izgleda hrabro, ali pretpostavljamo da neće biti izvanrednih troškova vezano za posljedice potresa te se nadamo godini stabilnih prihoda i godini bez nepredviđenih većih troškova.

Program rada HŠD za 2023. godinu i Financijski plan za 2023. godinu jednoglasno su usvojeni.

Ad. 5. Izvješće je podnio Glavni urednik prof. dr. sc. Josip Margaletić.

- Objavljeni su brojevi 1-2, 3-4, 5-6, 7-8, 9-10
- Broj 11-12 je u tehničkoj pripremi za objavu
- Znanstveno-stručnim radovima su popunjeni brojevi 9-10, 11-12 i 1-2 (2023)
- U tijeku je popunjavanje broja 3-4(2023)
- U postupku recenzije trenutno je 10 radova
- Od 1. 1. 2022. godine do 15. 10. 2022. godine na adresu Uredništva je pristigao 61 rad. Od 61 rada u recenziji postupak je poslano 40 radova, od kojih su 23 rada dobili pozitivne recenzije.

Glavni urednik je odbio poslati u recenzijski postupak 21 rad zbog neprihvatljive tematike, te nekvalitetne tehničke pripreme rada (rad nije napisan prema Uputama za autore ili nedostaje prijevod dijela rada na hrvatski jezik).

Ad. 6. Rasprava po izvješćima i zaključci

Upravni odbor jednoglasno je usvojio sva izvješća i prijedloge po navedenim točkama.

Ad. 7. Pitanja i prijedlozi

Sekcija za Urbano šumarstvo potakla je inicijativu da se 15. studeni proglaši Danom urbanog šumarstva.

Upravni odbor jednoglasno je podržao ovu inicijativu.

Predsjednik sekcije za Urbano šumarstvo Damir Dramalija najavio je održavanje najvećeg europskog skupa o urbanom šumarstvu koje će se 2024. godine održati u Hrvatskoj. Skup će se održati u suorganizaciji Fakulteta šumarstva i drvene tehnologije, Hrvatskog šumarskog in-

stituta, Parkom prirode Medvednica i HŠD. S time u vezi treba predvidjeti i određene finansijske troškove koje bi snosio HŠD, a oni ne bi trebali biti veći od cca 2 000 €. Kako taj skup predviđa kotizaciju svi troškovi će vjerojatno biti pokriveni. U razgovoru s ravnateljicom Parka prirode Medvednica kolegicom Popijač najavljen je Sporazum o suradnji, koji bi bio potpisani u cilju održavanja ove manifestacije i ustupanje prostora za održavanje ovoga skupa. Isto tako iz Varaždinske županije, iz njihove Ustanove za upravljanje zaštićenim područjima, dobili smo poziv za partnerstvo u projektu „Arboretum Opeke održiva zelena destinacija“ i potpisivanje sporazuma, koji ne bi trebao finansijski opteretiti HŠD, već samo pomoći u stručnom dijelu projekta.

Upravni odbor podržao je ove aktivnosti.

Nakon što je zaključio 3. sjednicu predsjednik, akademik Igor Anić, zaželio je svima čestit Božić i uspješnu Novu 2023. godinu. Uslijedio je prigodni domjenak.

Tajnik HŠD / mr. sc. Damir Delač



Predsjednik HŠD / akademik Igor Anić



ZAPISNIK

2. ELEKTRONIČKE SJEDNICE SKUPŠTINE HRVATSKOG ŠUMARSKOG DRUŠTVA (HŠD) 2022. GODINE

2. elektronička sjednica Skupštine Hrvatskoga šumarskoga društva 2022. godine održana je od utorka, 20. prosinca 2022. godine, u 0.⁰⁰ sati, do četvrtka, 22. prosinca 2022. godine, u 24.⁰⁰ sata sa sljedećim

- Izmjene Pravilnika o radu zaposlenika HŠD
- Odluka o izmjeni Statuta HŠD

Od 94 delegata Skupštine HŠD-a u radu Skupštine sudjelovalo je njih 73 čime je ostvaren kvorum.

Dnevnim redom

Ad 1.

1. Verificiranje Rebalansa Financijskog plana HŠD za 2022. godinu
2. Verificiranje Samoprocjene za 2022. godinu
3. Verificiranje Programa rada HŠD za 2023. godinu
4. Verificiranje Financijskog plana HŠD za 2023. godinu
5. Verificiranje izmjena Pravilnika o radu zaposlenika HŠD
6. Verificiranje Odluke o izmjeni Statuta HŠD

Ad 2.

U privitku Poziva delegatima su poslani slijedeći materijali:

- Rebalans Financijskog plana HŠD za 2022. godinu
- Obrazloženje rebalansa Financijskog plana HŠD za 2022. godinu
- Samoprocjena za 2022. godinu
- Program rada HŠD za 2023. godinu
- Financijski plan HŠD za 2023. godinu
- Obrazloženje Financijskog plana HŠD za 2023. godinu

Ad 3.

Rezultati glasanja su slijedeći:

1. Verificiranje Rebalansa Financijskog plana HŠD za 2022. godinu
ZA-73, PROTIV-0, SUZDRŽAN-0
2. Verificiranje Samoprocjene za 2022. godinu
ZA-73, PROTIV-0, SUZDRŽAN-0
3. Verificiranje Programa rada HŠD za 2023. godinu
ZA-73, PROTIV-0, SUZDRŽAN-0.
4. Verificiranje Financijskog plana HŠD za 2023. godinu
ZA-73, PROTIV-0, SUZDRŽAN-0
5. Verificiranje izmjena Pravilnika o radu zaposlenika HŠD
ZA-73, PROTIV-0, SUZDRŽAN-0
6. Verificiranje Odluke o izmjeni Statuta HŠD
ZA-73, PROTIV-0, SUZDRŽAN-0

Slijedom navedenih rezultata glasanja zaključujemo da su sva Izvješća i Odluke jednoglasno usvojeni.

Ispis rezultata glasovanja 2. elektroničke sjednice Skupštine HŠD 2022. godine nalazi se u prilogu.

Ur. broj:

Zagreb, 23. prosinca 2022.

Mr. sc. Damir Delać
tajnik Hrvatskog šumarskog društva

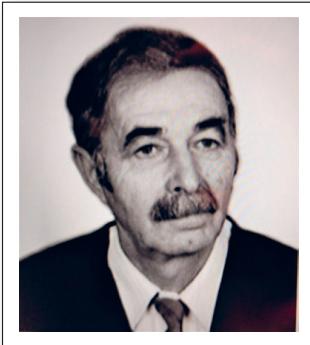
Akademik Igor Anić
predsjednik Hrvatskog šumarskog društva

Adam Radivojević, dipl. ing. šum. (1935.-2023.)

Ivica Tomicić, dipl. ing. šum.

U siječnju 2023. u Požegi je u 88. godini preminuo Adam Radivojević, dipl. ing. šumarstva. Rođen je 26. studenog 1935. u Gornjim Vrhovcima, osnovnu školu završio je u Poljanskoj 1948., a realnu gimnaziju u Varaždinu 1956. godine. Studirao je na ondašnjem Poljoprivrednom fakultetu u Zagrebu, apsolvirao u školskoj godini 1959./60., a diplomirao na šumsko-gospodarskom odjelu 13. svibnja 1962. godine, tada već osamostaljenog Šumarskog fakulteta zagrebačkog Sveučilišta.

Kolega Adam je cijeli svoj radni vijek proveo radeći u Šumskom gospodarstvu Požega, a kasnije u JP „Hrvatske šume“, u požeškoj podružnici. Pripravnički staž obavio je u Šumskom građevinarstvu, a poslije u pogonu Šumske mehanizacije, gdje je radio kao tehnički rukovoditelj. Zatim je postavljen na mjesto upravitelja Šumarije Kamenska, a nakon toga obavlja različite poslove: na mjestima stručnog revizora, rukovoditelja faze I, tehničkog rukovoditelja u OOUR-u „Iskorišćivanje šuma“, šefa proizvodnje i referenta za motorne pile lančanice. Treba napomenuti da je zaslužan za uvođenje motornih pila i traktora točkaša u eksploataciji šuma na požeškom području. Pamtim ga kao



duhovitog i pristupačnog čovjeka te komunikativnog i vrijednog šumarskog stručnjaka.

Dipl. ing. Adam Radivojević odlazi početkom devedesetih godina u invalidsku mirovinu koju uživa do visoke starosti. Zbog narušenog zdravlja i teške bolesti preminuo je 24. siječnja 2023. godine. Pogreb je obavljen na gradskom groblju Krista Kralja u Požegi, u nazočnosti članova obitelji, rodbine, prijatelja i kolega šumara.

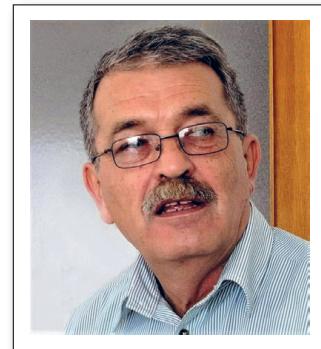
Davorin Krakar, dipl. ing. šum. (1949.-2022.)

Ivica Tomic, dipl. ing. šum.

U 74. godini preminuo je dipl. ing. šumarstva Davorin Krakar, dugogodišnji upravitelj Šumarije Požega i poznati šumarski i pčelarski stručnjak. Rođen je 13. siječnja 1949. u Požegi, gdje završava osnovnu školu i gimnaziju. Šumarstvo je studirao na Šumarskom fakultetu u Zagrebu, diplomirao je 1974., a na istom fakultetu 1980. odslušao je kolegije poslijediplomskoga studija iz područja silvikulture. Pripravnički staž obavlja 1974. godine u Šumariji Velika i Uredu za uređivanje šuma u Požegi. Od 1978. do 1983. bio je referent u Odjelu za uzgajanje šuma tadašnjeg Šumskoga gospodarstva Požega, a zatim je raspoređen na mjesto upravitelja Šumarije Požega, u kojoj je na ovoj funkciji od 1983. do 1985.

Poslije reorganizacije hrvatskoga šumarstva, postavljen je ponovno za upravitelja Šumarije Požega, ali tada funkcionalno povezane sa šumarijama Pleternica, Požega i Kamenjska, kao "uzgojna" šumarija (1986.-1990.). Od 1990. godine zaposlen je u Javnom poduzeću "Hrvatske šume", nastavljajući obavljati dužnost upravitelja Šumarije Požega, u sastavu Uprave šuma Požega. Do odlaska u mirovinu radi u ovoj Upravi kao rukovoditelj na poslovima planiranja.

Tijekom radnog staža dipl. ing. Davorin Krakar sudjelovao je na brojnim stručnim skupovima u zemlji i inozemstvu iz područja šumarstva, lovstva i pčelarstva. Od 1975. neprekidno sudjeluje u radu požeškog ogranka Hrvatskog šumarskoga društva, kao član predsjedništva ili upravnog



odbora. Od 1986. do 1989. godine predsjednik je Ogranka te iniciator i organizator mnogih stručnih ekskurzija. Među svojim kolegama šumarima bio je cijenjen, priznat i omiljen, a nerijetko su ga zvali Dado.

Ovom svestranom šumarskom stručnjaku velika ljubav bilo je pčelarstvo, a tako je volio fotografiju.. Tako su iz njega ostale brojne i vrlo kvalitetne fotografije umjetničke vrijednosti iz šumarstva, lovstva, ekologije, zaštite prirode i pčelarstva. Dipl. ing. Davorin Krakar nositelj je Spomenice Domovinskog rata (1991.-1993.). Posljednji ispraćaj kolege Krakara bio je 23. prosinca 2022. na zagrebačkom groblju Mirogoju. Izraze iskrene sučuti upućujemo članovima njegove obitelji. Počivao u miru Božjem.

UPUTE AUTORIMA

Šumarski list objavljuje znanstvene i stručne članke iz područja šumarstva, odnosno svih znanstvenih grana pripadajućih šumarstvu, zatim zaštite prirode i lovstva. Svaki znanstveni i stručni članak trebao bi težiti provedbi autorove zamisli u stručnu praksu, budući da je šumarska znanost primjenjiva. U rubrikama časopisa donose se napis o zaštiti prirode povezane uz šume, o 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 – fusnote 10), sam tekst normalno, naslovi bold i velikim slovima, podnaslovi bold i malim slovima, autori bold i malim slovima bez titula, a u fusnoti s titulama, adresom i elekroničkom adresom (E-mail). Stranice treba obrožati.

Opseg teksta članka može imati najviše 15 stranica zajedno s prilozima, odnosno tablicama, grafikonima, slikama (crteži i fotografije) i kartama. Više od 15 stranica može se prihvati uz odobrenje urednika i recenzentata. Crteže, fotografije i karte treba priložiti u visokoj rezoluciji.

Priloge opisati dvojezično (naslove priloga, glave tablica, mjerne jedinice, nazive osi grafikona, slika, karata, fotografija, legende i dr.) u fontu Times New Roman 10 (po potrebi 8). Drugi jezik je u kurzivu. U tekstu označiti 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. Iglice su plosnate, odozgo sjajne i tamnozelene, odozdo s dvije bijele pruge puči, 1,5–2,5 (–3) cm dugačke, 2–2,5 mm široke. ■ Figure 1. Needles are flattened, glossy and dark green on the upper side, with two white stomatal bands on the lower side, 1.5–2.5(–3) cm long, 2–2.5 mm wide

Slika 2. Muški cvje-tovi su crveni ili žuti, gusto raspoređeni s donje strane prošlogodišnjih izbojaka. ■ Figure 2. Male cones are crowded on underside of previous year's shoots, red to yellow.



Slika 3. Ženski cvatovi su pojedinačni, valjkasti, svjetlozeleni, uspravni, s gornje strane prošlogodišnjih izbojaka, u vršnom dijelu krošnje. ■ Figure 3. Female cones are solitary on upside of previous year's shoots, in upper part of crown; at time of pollination cylindrical, light green, erect.

Slika 4. Češeri su valjkasti, svjetlosmeđi, uspravni, 8–16 (–20) cm dugački, 3–5 cm široki; plodne ljske su tanke, svaka nosi po dvije sjemenke; vrhovi pokrovnih ljsaka vire između plodnih; češeri dozrijevaju u rujnu i listopadu prve godine i raspadaju se; češerno vreteno dugo ostaje na stablu. ■ Figure 4. Mature cones are cylindrical, light brown, erect, 8–16(–20) cm long, 3–5 cm in diameter; seed scales are thin, each bearing 2 seeds; bract scales are exserted; maturing in September to October of the first year, disintegrating; cone axis long persistent.



***Abies alba* Mill. – obična jela (Pinaceae)**

Obična jela je vazdazelena, jednodomna, anemofilna i skiofilna vrsta šumskog drveća. Prirodno je rasprostranjena u srednjoj i južnoj Europi, većinom u gorskom i planinskom području. Ekološki i ekonomski je jedna od najvažnijih evropskih golosjemenjača. U visinu naraste 30–40 (–60) m, prsnog promjera debla 1–2 (–3) m. Habitus je stožast, u starijih stabala često zaravnjenog vrha, zbog slabijeg rasta izbojaka u gornjem dijelu krošnje. Grane prvog reda su horizontalne ili malo više, pršljenasto su raspoređene oko debla, a svake se godine razvija po jedan pršlen. Grane drugog reda su više ili manje horizontalne. Kora mladih stabala je glatka i svjetlosiva, a kasnije ljuskasto raspupa. Iglice su pri osnovi sužene i zavinute, a na osnovi pločasto proširene. Na vegetativnim izbojcima iglice su raščešljane, u dva niza raspoređene, u gornjem nizu kraće nego u donjem, urezanog vrha. Na fertilnim izbojcima iglice su uspravne, na vrhu šiljaste. Obita jela se kao ukrasna vrsta drveća sadi u parkovima i vrtovima umjerenoj područja, ali je i omiljena vrsta za Božićno drvo.

***Abies alba* Mill. – Silver Fir (Pinaceae)**

Silver fir is an evergreen, monoecious, anemophilous, shade-tolerant forest tree. It is naturally distributed in central and southern Europe, mainly in the mountainous regions. It is ecologically and economically one of the most important European conifers. It reaches a height of 30–40(–60) m, with dbh of 1–2(–3) m. The crown is conical, often flat topped with age, due to the reduced growth of the top shoots. First-order branches are horizontal to descending and whorled, each whorl representing one year of growth. Second-order branches are more or less horizontal. Young trees have smooth, light grey bark, which later becomes scaly. Needles are constricted and twisted above broadend base. On vegetative shoots needles are pectinate, in two ranks, shorter in the upper rank, emarginate at apex. On cone-bearing shoots needles are upright, acute at apex. Silver fir is an ornamental tree planted in parks and gardens in temperate regions, but also popular as a Christmas tree.