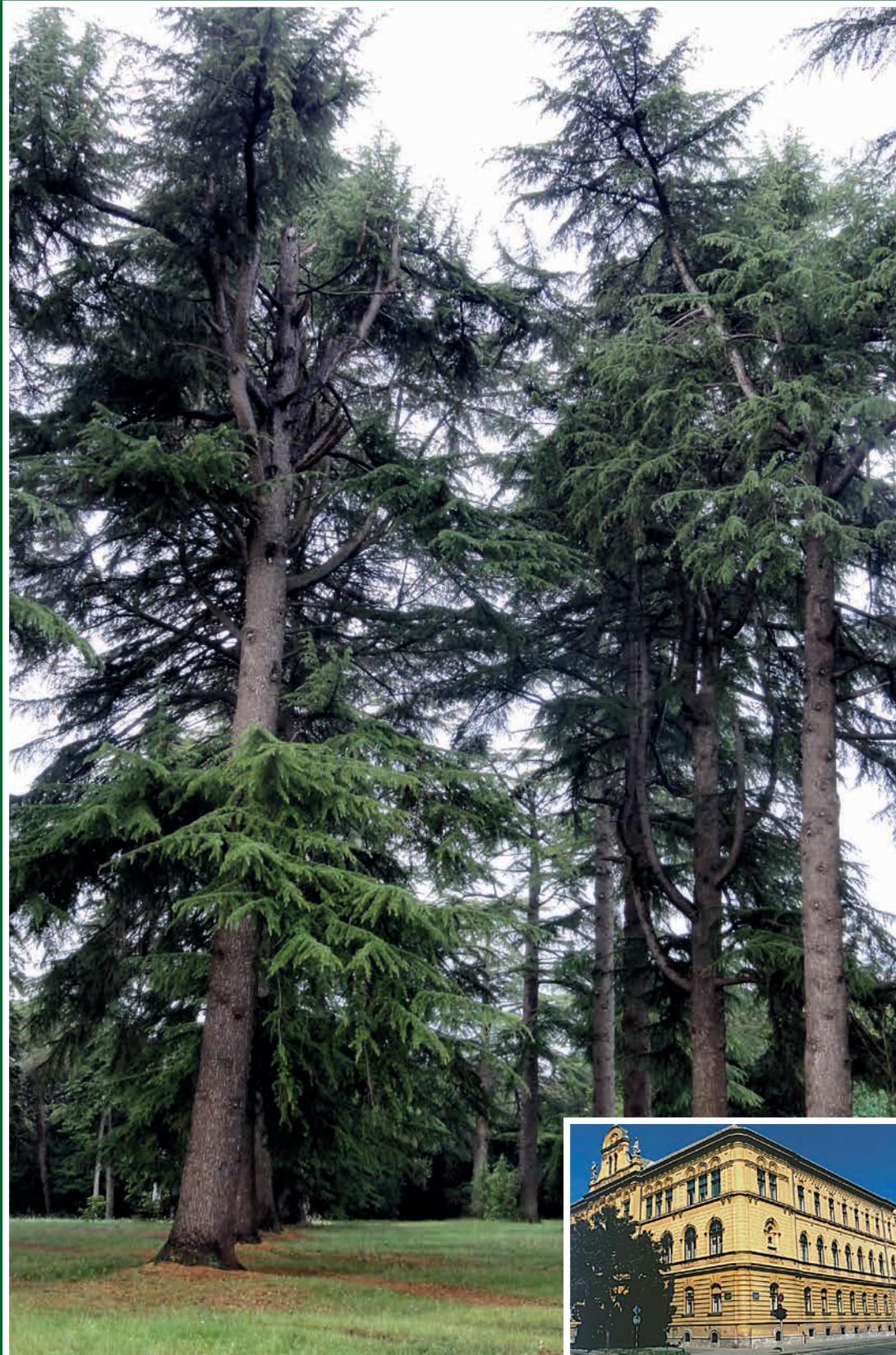


ŠUMARSKI LIST

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO



UDC 630*
ISSN
0373-1332
CODEN
SULIAB



11-12

GODINA CXLIII
Zagreb
2019

The screenshot shows the homepage of the Croatian Forestry Society (Hrvatsko Šumarsko Društvo). The page features a large banner image of a classical building, likely the society's headquarters. The URL http://www.sumari.hr is visible in the browser bar.

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO
CROATIAN FORESTRY SOCIETY
članica HIS
O DRUŠTVU ČLANSTVO

stranice ogranača:
 BJ DE GO KA SI SP ZA

PRO SILVA CROATIA
 SEKCIJA ZA BIOMASU
 SEKCIJA ZA ZAŠTITU ŠUMA
 EKOLOŠKA SEKCIJA
 SEKCIJA ZA KULTURU, SPORT I REKREACIJU

AKADEMIJA ŠUMARSKIH ZNANOSTI

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

www.sumari.hr

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO

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

IMENIK HRVATSKIH ŠUMARA

**14038 osoba
 22360 biografskih činjenica
 14810 bibliografskih jedinica**

ŠUMARSKI LIST

**143. godina neprekidnog izlaženja
 1091 svezaka na 83036 stranica
 15950 članaka od 3017 autora**

DIGITALNA ŠUMARSKA BIBLIOTEKA

**4331 naslova knjiga i časopisa
 na 26 jezika od 2932 autora
 izdanja od 1732. do danas**

IMENIK HRVATSKIH ŠUMARA

ŠUMARSKI LIST

DIGITALNA BIBLIOTEKA

**EFN HŠ ŠF HŠI
 HKISD DHMZ**



Naslovna stranica – Front page:
 Park šuma Zlatni Rt – Rovinj, Hrvatska
 (Foto Branko Meštrić)
 Zlatni Rt Park Forest – Rovinj, Croatia
 (Photo: Branko Meštrić)

Naklada 1650 primjeraka

**Uredništvo
 ŠUMARSKOGA LISTA**
 HR-10000 Zagreb
 Trg Mažuranića 11

Telefon: +385(1)48 28 359,
 Fax: +385(1)48 28 477
 e-mail: urednistvo@sumari.hr

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

Izdavač:
 HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO

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

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

"The publication of this journal was co-financed by the Ministry of Agriculture with funds collected from the tax on non-market forest functions. The opinions expressed here do not necessarily reflect the views of the Ministry of Agriculture".

Publisher: Croatian Forestry Society –
 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 | 12. Marina Juratović, dipl. ing. šum. | 23. Dr. sc. Sanja Perić |
| 2. Emil Balint, dipl. ing. šum. | 13. Mr. sc. Petar Jurjević | 24. Davor Prnjak, dipl. ing. šum. |
| 3. Mr. sc. Boris Belamarić | 14. Ivan Krajačić, dipl. ing. šum. | 25. Krasnodar Sabljić, dipl. ing. šum. |
| 4. Prof. dr. sc. Ružica Beljo Lučić | 15. Čedomir Križmanić, dipl. ing. šum. | 26. Zoran Šarac, dipl. ing. šum. |
| 5. Mario Bošnjak, dipl. ing. šum. | 16. Danijela Kučinić, dipl. ing. šum. | 27. Ante Taraš, dipl. ing. šum. |
| 6. Goran Bukovac, dipl. ing. šum. | 17. Prof. dr. sc. Josip Margaletić | 28. Prof. dr. sc. Ivica Tikvić |
| 7. Mr. sp. Mandica Dasović | 18. Akademik Slavko Matić | 29. Davor Topolnjak, dipl. ing. šum. |
| 8. Mr. sc. Josip Dundović | 19. Darko Mikičić, dipl. ing. šum. | 30. Oliver Vlainić, dipl. ing. šum., predsjednik |
| 9. Prof. dr. sc. Milan Glavaš | 20. Damir Miškulin, dipl. ing. šum. | 31. Doc. dr. sc. Dinko Vusić |
| 10. Goran Gobac, dipl. ing. šum. | 21. Damir Nuić, dipl. ing. šum. | 32. Silvija Zec, dipl. ing. šum. |
| 11. Mr. sc. Ivan Grginčić | 22. Martina Pavičić, dipl. ing. šum. | 33. Dražen Zvirotić, 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. Jozo Franjić,

Šumarska botanika i fiziologija šumskoga drveća
Forest Botany and Physiology of Forest Trees

Prof. dr. sc. Marilena Idžočić,

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*

Dr. sc. Sanja Perić,

Šumske kulture – *Forest Cultures*

Dr. sc. Vlado Topić,

Melioracije krša, šume na kršu –
Karst Amelioration, Forests on Karst

Akademik Igor Anić,

Uzgajanje prirodnih šuma, urbane šume –
Natural Forest Silviculture, Urban Forests

Prof. dr. sc. Ivica Tikvić,

Opća i krajobrazna ekologija, općekorisne funkcije šuma –
General and landscape ecology, Non-Wood Forest Functions

Doc. dr. sc. Damir Drvodelić,

Sjemenarstvo i rasadničarstvo –
Seed Production and Nursery Production

Izv. prof. dr. sc. Damir Barčić,

Zaštićeni objekti prirode, Hortikultura –
Protected Nature Sites, Horticulture

2. Uzgajanje šuma i hortikultura – Silviculture and Horticulture

Akademik Slavko Matić,

urednik područja – *Field Editor*

Silvikultura – *Silviculture*

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

Doc. dr. sc. Damir Ugarković,

Ekologija i biologija šuma, bioklimatologija –
Forest Ecology and Biology, Bioclimatology

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

Izv. 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

Prof. dr. sc. Jura Čavlović,
urednik područja –field editor
Uređivanje šuma – *Theory of Forest Management*

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

Izv. 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

Prof. dr. sc. Vjekoslav Glavač, Njemačka – *Germany*

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

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

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

Glavni i odgovorni urednik – Editor in Chief

Prof. dr. sc. Josip Margaletić

Lektor – Lecturer

Dijana Sekulić-Blažina

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* 375 (001) https://doi.org/10.31298/sl.143.11-12.1 Marenčić J., M. Šušnjar Granične sile i mase tovara pri privitlavaju drva – Limiting forces and load masses during timber winching ...	515
UDK 630* 453 (001) https://doi.org/10.31298/sl.143.11-12.2 Lukić I., Ž. Zgrablić, V. Mičetić Stanković Presence of birch Bark beetle (<i>Scolytus ratzeburgi</i>) in Croatia – Prisutnost brezovog potkornjaka bjelikara (<i>Scolytus ratzeburgi</i>) u Hrvatskoj	523
UDK 630* 164 (001) https://doi.org/10.31298/sl.143.11-12.3 Kvesić S., D. Ballian, M. Memišević Hodžić Varijabilnost populacija javora klena (<i>Acer campestre</i> L.) u Bosni i Hercegovini prema morfološkim obilježjima plodova – Population variability of Field maple (<i>Acer campestre</i> L.) in Bosnia and Herzegovina according to the fruit morphology.....	529
UDK 630* 165 (001) https://doi.org/10.31298/sl.143.11-12.4 Güney D., Z. Yahyaoglu, A. Bayraktar, F. Atar, I. Turna Genetic diversity of <i>Picea orientalis</i> (L.) link populations in Turkey – Genetska raznolikost populacija <i>Picea orientalis</i> (L.) link u Turskoj	539

Prethodno priopćenje – Preliminary communication

UDK 630* 934 + 676 https://doi.org/10.31298/sl.143.11-12.5 Đorđević I., N. Ranković, J. Nedeljković, J. Tomićević-Dubljević, D. Nonić, S. Posavec, G. Češljar Mechanisms of financing the protected area management system in Serbia – Mehanizmi financiranja sustava upravljanja zaštićenim područjima u Srbiji	549
UDK 630* 270 + 305 https://doi.org/10.31298/sl.143.11-12.6 Ogris N., T. Hauptman, M. De Groot, D. Jurc Comparison of two methods for monitoring urban forests health – Usporedba dviju metoda za praćenje zdravstvenog stanja urbanih šuma	561
UDK 630* 134 https://doi.org/10.31298/sl.143.11-12.7 Pervan I., T. Radočaj, T. Tomljanović, M. Bujanić, D. Konjević Determinacija spola i morfološke osobine sivog puha (<i>Glis Glis</i>) s područja Dalmatinske zagore – Determination of sex and morphological characteristics of Fat dormouse (<i>Glis Glis</i>) from the area of Dalmatian hinterland ..	571

Stručni članak – Professional paper

UDK 630* 232 https://doi.org/10.31298/sl.143.11-12.8 Drvodelić D., M. Oršanić Izbor kvalitetne šumske sadnice poljskog jasena (<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl) za umjetnu obnovu i pošumljavanje – Selecting high quality forest seedlings of Narrow-leaved ash (<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl) for regeneration and reforestation purposes	577
---	-----

Zaštita prirode – Nature protection

Arač, K.:	
Krivokljuni žalar (<i>Calidris ferruginea</i> Pont.)	587
Franjić, J.:	
Popularizacija Hrvatske flore: Endem Hrvatske flore – Hrvatska sibireja (<i>Sibiraea croatica</i> Degen, Rosaceae)	587
Aščić I.:	
Bogastvo flore nacionalnih parkova.	589
Kranjčev, R.:	
Zapisi iz hrvatskih šuma /3/ Šumske papučke osobitosti	591

Knjige i časopisi – Books and journals

Martinić, I.:	
Bioraznolikost šuma u Nacionalnom parku »Plitvička jezera« Tematski edukacijski vodič	593
Kajba, D.:	
Znanstvena monografija: "Varijabilnost obične bukve (<i>Fagus sylvatica</i> L.) u Bosni i Hercegovini" Dalibor Ballian, Marjana Westergren i Hojka Kraigher	595
Meštrić, B.:	
Pregled pisanja odabranih časopisa u redakcijskoj razmjeni Šumarskog lista	597

Znanstveni i stručni skupovi – Scientific and professional meetings

Anić, I.:	
Pomlađivanje šuma oplodnim sječama na malim površinama.	603
Ballian, D.:	
XXV svjetski IUFRO kongres, Curitiba – Brazil	605

Iz HŠD-a – From the Croatian forestry association

Meštrić, B.:	
Šumska pedagogija – škola u/o šumi	608

In memoriam

Crnčević, M.:	
Danka Jelen (1954. – 2019.)	610
Schreiber, P.:	
Anka Glavina Kovačić prof. (1925. – 2019.)	611

RIJEČ UREDNIŠTVA

TREBA LI OSUVREMENITI NACIONALNU ŠUMARSKU POLITIKU I STRATEGIJU?

Na svojoj sjednici 17. srpnja 2003. godine Vlada Republike Hrvatske donijela je Nacionalnu šumarsku politiku i strategiju. S obzirom na sve očitije klimatske promjene koje traže novi odnos prema prirodi i okolišu, na manjkavosti važeće Nacionalne šumarske politike i strategije šumarstva, ali i po našoj ocjeni na neadekvatno uključivanje šumarstva u narodno gospodarstvo, je li i vrijeme za promjene u važećoj Nacionalnoj šumarskoj politici i strategiji? Imamo li uzore? Gledajući šumarske politike u relevantnim zemljama u kojima je šumarstvo značajna grana gospodarstva, razvidno je da se one ne mogu doslovno kopirati. U brošuri Šumarska politika Sabadi (1992) nakon analize Šumarske politike u Njemačkoj i Švicarskoj, navodi kako je očito „da svaka zemlja ima svoj oblik šumarske politike koji joj odgovara s obzirom na gospodarski i politički poredak, filozofiju te utjecaj pojedinaca i grupa na državnu vlast“. No, nesporno je da je svaka šumarska politika integralni dio narodnog gospodarstva. Najvažnija faza u stvaranju nacionalne šumarske politike je njezino uključivanje i integracija s ostalim narodnim gospodarstvom u jednu inerakcijsku cjelinu. Isti autor kaže kako kod utvrđivanja Šumarske politike „treba prvo utvrditi ciljeve, a potom sredstva i mjere za postizanje postavljenih ciljeva. Posebnu pozornost treba posvetiti malom seljačkom šumoposjedu (oko 25 % šumske površine)“ što je kod nas posebice teško, jer su šumoposjedi mali, a šumovlasnici se teško odlučuju na udruživanja putem kojih se jedino može polučiti uspjeh. Otežavajuća je okolnost da je svako ulaganje u šumu dugoročno i za ulagače premalo profitabilno, ponajprije jer šumarstvo ne sagledavaju kao integralni i vrlo utjecajni čimbenik narodnog gospodarstva. Uglavnom šuma se gleda samo kao izvor sirovine za preradu, dok se zaboravlja općekorisna uloga šuma koja traži širu podršku narodnog gospodarstva. No, ako njenu pravu vrijednost ne mogu sagledati privatni šumovlasnici i općenito poduzetnici, kojima je na prvome mjestu trenutna sirovinska vrijednost, to mora Država, posebice kada je ona, kao u našem slučaju većinski vlasnik. Opći interes treba biti ispred svih drugih interesa, a Država mora kontrolirati i privatne šumovlasnike da se ponašaju sukladno Zakonu o šumama, instrumentu Nacionalne šumarske politike i strategije, koji mora biti obvezan za sve šumovlasnike.

Analizirajući da li primjenjujemo ono što je propisano u važećoj Nacionalnoj šumarskoj politici i strategiji i što bi još trebalo propisati, možemo postavljati pitanja i sami na njih odgovarati, jer bi tuđe odgovore smatrati kritikom, najčešće neopravdanom. Ponajprije: da li drvne sortimente proda-

jemo po tržišnim načelima; da li stvarno vjerujemo da ugovorima o isporuci sirovine pomažemo razvoju finalne prerade drva i povećanju zaposlenosti, posebice inženjera i VKV radnika, ili pak punimo privatne džepove izvoznika proizvoda primarne prerade; ako isporukudrvne sirovine ne usmjeravamo na optimalnu finalnu proizvodnju, nije li to rasipanje nacionalnog bogatstva u kojega je uložen prosječno stogodišnji trud; u isto vrijeme projekt Roswood Centra kompetencija za istočnu Europu, čitamo, daje primjere dobre prakse i inovacija koje se mogu implementirati za pametno i održivo korištenje vrijedne šumske sirovine; da li stvarno ili samo deklarativno kontroliramo sjeću na privatnom šumoposjedu, posebice u šumama koje su vraćene bivšim šumovlasnicima; kojim instrumentima i koliko uspješno to radimo; osiguravamo li koristi koje bi od šumarstva trebala imati lokalna zajednica i stanovništvo ruralnih područja, što je jedno od glavnih načela Šumarske politike i strategije EU, koju načelno podržavamo; potičemo li i koliko uspješno suvremenu energetsku uporabu drvne sirovine; da li razmišljamo kako riješiti pitanje sukcesije – ruralna područja ostaju bez stanovništva, i šuma se širi čak do vrtova – nestaju pašnjaci pa i livadske površine unutar šume koje su donedavno košene za pašu i prehranu divljači; da li je istina da nam drvoprerađivači ne želeći osigurati zalihu drvne sirovine, a kada njima to pogoduje „diktiraju“ izvlačenje drvnih sortimenata i kada to vremenske prilike ograničavaju (mokar teren) pa nastaju velike štete na šumskom tlu; zašto smo za sitan novac prepustili kancesionarima radnička odmarališta, posebice na moru, koja su izgrađena do prinosom radnika, kojega nisu pretočili u plaće, nego upravo u te objekte; da li smo u odnosu na druge zemlje prevelike površine uključili u Natura 2000; da li smo obavili restrukturiranje Hrvatskih šuma d.o.o.? Sabadi kaže: „Racionalan put glede organizacije je da se svi poslovi obavljaju u šumariji, a na višoj razini samo oni poslovi koje nije moguće riješiti na šumariji ili njihovo rješenje nije racionalno. U Ministarstvu organizirati službe vrhovnog šumarskog nadzora i one za pomoć malim šumoposjednicima“. Da li smo postavili sva pitanja – ne, ali čitatelje potičemo da ih i oni postave i daju odgovor na njih. Ponajprije treba odgovoriti na postavljeno pitanje u naslovu.

Nadajući se da nam ova razmišljanja neće pokvariti nadolazeće blagdane, svim članovima Hrvatskoga šumarskoga društva i čitateljima Šumarskoga lista, želimo sretan Božić i uspješnu 2020. godinu.

EDITORIAL

SHOULD THE NATIONAL FORESTRY POLICY AND STRATEGY BE MODERNIZED?

At its session on July 17, 2003, the Government of the Republic of Croatia passed the National Forestry Policy and Strategy. In view of the increasingly pronounced climate change, which requires a new approach to nature and the environment, of the deficiencies of the current National Forestry Policy and Forestry Strategy, as well as, in our opinion, of the inadequate inclusion of forestry in the national economy, has the time come to introduce some changes in the valid National Forestry Policy and Strategy? Do we have any models? A review of forestry policies in relevant countries in which forestry is an important branch of economy clearly shows that they cannot be literally copied. In his brochure "Forestry Policy" Sabadi (1992) analyzed forestry policies in Germany and Switzerland and concluded that "every country has its own form of forestry policy which is in line with its economic and political system, philosophy and the influence of individuals and groups on the state government". It is, however, indisputable that every forestry policy is an integral part of the national economy. The most important stage in the creation of a national forestry policy is its inclusion into and integration with other national economies into one interactive unit. The same author goes on to say that in order to develop forestry policy, "its goals should first be determined, followed by means and measures of achieving the set goals. Particular attention should be paid to small private forest estates (about 25 % of the forested area)". This is very difficult in our country because privately owned forests are small and private forest owners are not willing to merge their estates, which is the only way in which success can be achieved. An aggravating circumstance lies in the fact that investments in forests are of long-term nature and are not sufficiently profitable for investors, chiefly because they do not perceive forestry as an integral and highly influential factor in the national economy. Forests are mainly viewed as a source of raw material for processing, while the non-market forest role, which requires a broader support by the national economy, is overlooked. If the real value of forests is not understood by private forest owners and entrepreneurs in general, whose primary goal is the current value of raw material, then it is the State which should understand it, especially when the State is the major owner as in Croatia. Collective interest should be above all other interests. The State should also make sure that private forest owners adhere to the regulations of the Forest Act, the instrument of the National Forestry Policy and Strategy which is binding for all forest owners.

In our analysis of whether we apply the regulations set down in the valid National Forestry Policy and Strategy and what additional items should be incorporated, we should ask questions and answer them ourselves, since we would consider answers by other parties as mostly unjustified criticism. These questions involve the following: do we sell wood assortments

according to market principles; do we really believe that with contracts on the delivery of raw material we contribute to the development of final wood processing and increased employment of engineers and qualified workers in the first place, or do we fill the pockets of private exporters of primary processing products; if raw wood material is not directed towards optimal final production, does not this mean that we squander the national wealth in which a hundred-year-long effort has been invested; at the same time we find that the Rosewood Competence Centre for Eastern Europe provides examples of good practice and innovations to be implemented into wise and sustainable use of valuable wood material; do we control felling in private forest estates in practice or only declaratively, particularly in forests which have been returned to their original owners; which instruments do we use and how successfully to accomplish this; do we ensure benefits which forestry should provide for the local community and the population of rural areas, which is one of the main principles of the EU Forestry Policy and Strategy, which we support in principle; do we stimulate and to what extent modern energy use of wood material; do we think about how to solve the question of succession - rural areas are increasingly being abandoned and forests are spreading as far as the people's gardens - pastures and grassland areas within forest, which were until recently mowed or grazed by wildlife, are disappearing; is it true that wood processors do not want to ensure stocks of wood material, and when it suits them "dictate" the extraction of wood assortments even when weather conditions are unfavourable (wet terrain), thus inflicting vast damage on forest soil; why did we allow workers' resort centres, especially those at the seaside, to be taken over by concessionaires for petty cash (these resorts were built with the money which workers allocated from their salaries for exactly this purpose); in relation to other countries, did we allocate too large areas to Natura 2000; did we restructure the company "Croatian Forests Ltd"? Sabadi says: "Rational organisation presupposes that all jobs are accomplished in a forest office, and only those jobs which cannot be performed in a forest office or their solution is not rational should be performed at a higher level. Forest monitoring services and services aimed at assisting small forest owners should be set up in the Ministry". Have we covered all the relevant questions? No, we have not, but we urge the readers to ask questions and give the answers themselves. The first question to be answered is the one mentioned in the headline.

Hoping that these thoughts will not spoil the upcoming holidays, we wish Merry Christmas and a Very Successful New Year 2020 to all members of the Croatian Forestry Association and readers of the Forestry Journal.

GRANIČNE SILE I MASE TOVARA PRI PRIVITLAVANJU DRVA

LIMITING FORCES AND LOAD MASSES DURING TIMBER WINCHING

Jurij MARENČE¹, Marijan ŠUŠNJAR²

SAŽETAK

Stabilnost traktora osim uzdužnog i poprečnog kuta stabilnosti podrazumijeva i sigurnost sidrenja traktora pri privitlavaju drva. Privitlavanje predstavlja vuču drvnih sortimenta po tlu od mjesta izrade u sjećini do šumskog vozila za privlačenje drva opremljenog sa šumskim vitlom. Kod određenog graničnog tovara i nagiba terena dolazi do narušavanja uzdužne stabilnosti šumskog vozila s vitlom. Pri tome je faktor prijanjanja skidera i traktora sa podlogom važan pokazatelj mogućnosti sigurnog i pravilnog privitlavanja drva.

Na osnovi općeg izraza za faktor prijanjaja skidera na ravnom terenu određen je faktor prijanjanja pri privitlavaju drva na nagibu te prikazan dinamički model opterećenja šumskog vozila pri privitlavaju drva.

U rezultatima su prikazane granične horizontalne komponente sile u užetu i granične mase tovara u slučaju privitlavanja drva skiderom Ecotrac 120 V. Prema dobivenim vrijednostima graničnih horizontalnih komponenti sile u užetu može se zaključiti da je upravo stabilnost vozila definirana pomakom vozila u nazad granični uvjet privitlavanja drva.

Prikazani model privitlavanja drva na nagibu prikazuje temeljni princip za određivanje graničnih tovara i nagiba terena, a koji se može lako prilagoditi ostalim uvjetima privitlavanja drva pri različitim položajima vozila i prvcima privitlavanja drva s obzirom na stvarne eksploatacijske uvjete.

KLJUČNE RIJEČI: privitlavanje drva, stabilnost, dinamički model, granične sile, mase tovara

UVOD INTRODUCTION

Mehaniziranje radova pridobivanja drva ovisi o načinima gospodarenja, vrsti drva, metodama izrade drvnih sortimenta, terenskim i klimatskim čimbenicima (Vusić i dr. 2013, Erler 2017, Moskalik i dr. 2017). Privlačenje drva skiderima i poljoprivrednim traktorima sa šumskim vitlima u većini zemalja južne Europe je najčešći način privlačenja drva (Spinelli i Magagnotti 2011). Na području prigorskih i brdskih šuma Hrvatske za privlačenje se iz oplodnih i prebor-

nih sječa drva ponajprije koriste skideri s vitlom (Horvat i dr. 2007). U Austriji se također privlačenje drva uglavnom provodi pomoću skidera, dok se šumske žičare obično koriste na teškim i osjetljivim terenima (Russel i dr. 2005). U Sloveniji te južnoj i središnjoj Italiji najčešće sredstvo privlačenja drva su poljoprivredni traktori opremljeni šumskim vitlima (Picchio i dr. 2012, Marenč i Krč 2016). Sastavnice radnog ciklusa pri privlačenju drva šumskim vozilima s vitlom čini vožnja neopterećnog vozila od pomoćnog stovarišta do sjećine, okretanje vozila, vezanje i

¹ Doc. dr. sc. Jurij Marenč, jurij.marence@bf.uni-lj.si

Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani, Večna pot 83, 1000 Ljubljana, Slovenija

² Prof. dr. sc. Marijan Šušnjar, susnjar@sumfak.hr

Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za šumarske tehnike i tehnologije, Svetosimunska 25, 10 000 Zagreb, Croatia

privitlavanje tovara te vožnja opterećnog vozila do stovarišta (Zečić i dr. 2004).

Prednost šumskog vozila s vitlom ogleda se u tome da vozilo ne treba doći do svakog izrađenog sortimenta već s određene udaljenosti može privitlati po tlu drvni sortiment do zadnje zaštitno prihvratne daske. Ovom tehnologijom rada omogućuje se kretanje skidera ili adaptiranog poljoprivrednog traktora isključivo po sekundarnim šumskim prometnicama – traktorskim putevima i traktorskim vlačama. Navedena tehnologija zahtijeva dobru gustoću šumskih cesta kako bi se omogućila prihvatljiva udaljenost privlačenja (Solgi i dr. 2017). Izrađeni traktorski putevi omogućavaju sigurniji rad vozila, veće brzine kretanja, veće obujme tovara, što će omogućiti veći učinak te manji trošak rada (Sever i dr. 1997, Kaakkurivaara i Kaakkurivaara 2018). Tehničke značajke traktora tijekom privitlavanja u uskoj su interakciji s tehničkim značajkama ugrađenih vitala, kao što su: mjesto ugradnje vitla, vučna sila, položaj težišta samog traktora, masa vitla, karakteristike sidrene daske i dr. (Horvat i Šušnjar 2001). Ta je interakcija također i pod utjecajem nagiba terena na kojem se privitlava (uzbrdo, nizbrdo ili na ravnom terenu).

Proto i dr. (2018) te Kulak i dr. (2017) navode mnoga istraživanja rada skidera sa vitlom (*eng. cable skidder*) i skidera sa hvatalom (*eng. grapple skidder*) u cilju određivanja utjecajnih čimbenika na učinak, proizvodnost i troškove rada kao razvoj modela utroška vremena rada. Također je pažnja u istraživanjima dana dinamičkim modelima opterećenja skidera sa vitlom pri privlačenju drva u različitim uvjetima. (Hassan i Gustafson 1986, Marklund 1987, Sever 1987, Horvat 1996, Horvat i Sever 1996, Šušnjar i Horvat 2005, Matthies i dr. 2003, Šušnjar i Horvat 2006, Stoilov 2007, Tomašić i dr. 2007), kao i modelima opterećenja poljoprivrednog traktora sa šumskim vitlom pri privlačenju drva (Dweyr 1984, Yu Gu i Kushawa 1994, Horvat i Šušnjar 2003, Marenč 2014). Bitan znanstveni doprinos za šumarsku praksu predstavljaju istraživanja u cilju određivanja graničnih tovara i nagiba terena za privlačenje drva šumskim vozilima (Horvat 1990, Marenč 2005, Košir i Marenč 2007 i 2008, Tomašić i dr. 2009, Šušnjar i dr. 2010).

No, određivanje graničnih tovara i nagiba terena pri privitlavaju drva nije do sada detaljno razrađeno kroz znanstvene objave. Horvat i dr. (2005) provode mjerenja otpora privitlavanja na ravnom šumskom terenu, a Gužvinec i dr. (2012) istražuju stabilnost skidera i adaptiranih poljoprivrednih traktora pri privitlavaju drva.

Cilj je ovoga rada predložiti dinamički model opterećenja šumskih vozila pri privitlavaju drva te odrediti granične sile, mase tovara i nagibe terena prilikom privitlavanja drva.

PRIVITLAVANJE DRVA TIMBER WINCHING

Privitlavanje predstavlja vuču drvnih sortimenta po tlu od mjesta izrade u sjecini do šumskog vozila za privlačenje drva opremljenog sa šumskim vitlom (Proto i dr. 2018). Pri vuči drvnih sortimenta po tlu pojavljaju se otpori vuče, a za definiranje otpora koristi se bezdimenzijska veličina faktor privitlavanja (*eng. winching coefficient*) (Sever 1990).

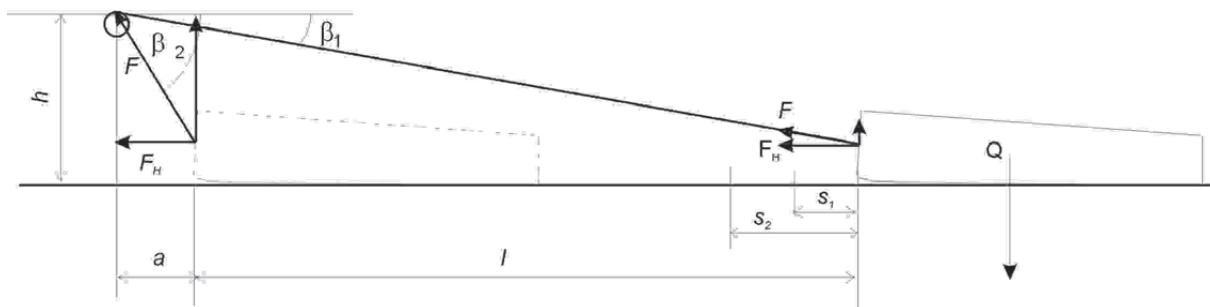
Faktor privitlavanja trupca ovisit će o njegovoj težini, obliku i usmjerenosti prilikom privitlavanja. Megille (1975) smatra da vrsta drva nema praktičnog utjecaja na faktore otpora vuče.

Faktor privitlavanja (slika 1) određen je odnosom horizontalne sile vuče i težine vučenog tereta (Hassan i Gustafson 1986).

$$\mu = \frac{F_H}{Q} \quad (1)$$

$$F_H = F \cos \beta \quad (2)$$

Pri privitlavaju po tlu mogu nastati razmjerno veliki otpori, koji ovise o faktorima privitlavanja. Horvat i dr. (2005) utvrdili su da faktor privitlavanja ovisi o težini, obliku i položaju trupaca u sjecini te da su veći otpori zabilježeni kod vuče s deblijim krajem naprijed. Kod privitlavanja trupaca, za razliku od npr. privlačenja drva skiderom, gdje je jedan kraj tereta uzdignut na zadnji kraj skidera, trupac se cijelom težinom vuče po tlu. Pri tome nedvojbeno nastaju i veći otpori (Sever 1990).



Slika 1. Raspored sile pri privitlavaju drva (Horvat i dr. 2005)
Figure 1. Distribution of forces during timber winching (Horvat et al. 2005)

Najveća se vučna sila vitla postiže kod praznog bubenja viti, tj. kada je uže potpuno izvučeno. Za potrebe privitlavanja trupca po tlu koristi se određena horizontalna sila manja od nazivne vučne sile. Veličina će horizontalne sile ovisiti o težini trupca i faktoru privitlavanja. Također se nazivna vučna sila ne može ostvariti tijekom cijelog vremena privitlavanja, jer se uz maksimalni zakretni moment doveden sustavom transmisije na bubenj viti, namatanjem užeta povećava krak djelovanja sile, a smanjuje veličina vučne sile.

Pri privitlavanju se kut nagiba užeta povećava približavanjem trupca šumskom stroju te je za približno jednaku horizontalnu silu za vuču trupca po tlu potrebna sve veća vučna sila. S povećanjem kuta nagiba užeta i veličine tovara povećava se okomita sastavnica sile u užetu koja se preko horizontalnih valjaka viti u cijelokupnom iznosu prebacuje na stražnju osovinu vozila.

Na osnovi navedenih razmatranja očekuju se najveća opterećenja stražnjeg mosta vozila pri privitlavanju određenog tovara. Kod određenog graničnog tovara dolazi do narušavanja uzdužne stabilnosti skidera ili do najvećeg dopuštenog opterećenja stražnjeg mosta (Horvat 1989).

Kako se privitlavanje drva ponajprije izvodi pri radovima privlačenja drva u brdskim i planinskim područjima na stabilnost vozila također utječe i nagib terena (traktorske vlake, traktorskog puta). S povećanjem pozitivnog nagiba terena sve veći dio težine vozila opterećuje zadnju osovinu te uz dodatno opterećenje okomitom sastavnicom sile u užetu vitla dolazi do sve manje uzdužne stabilnosti vozila (Sever i Horvat 1987).

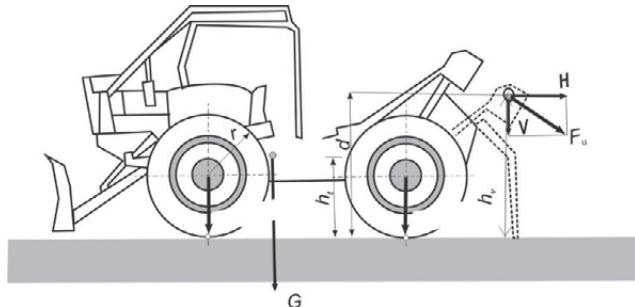
Svi traktori i skideri opremljeni vitlom imaju stražnju prihvativno-zaštitnu dasku. Mogućnost spuštanja zadnje daske (sidrenje) upotrebljava se prilikom privitlavanja, s ciljem stabilnosti traktora pri ostvarivanju najvećih vučnih sile vitla.

Stabilnost traktora osim uzdužnog i poprečnog kuta stabilnosti, podrazumijeva i sigurnost sidrenja traktora pri privitlavanju drva (Horvat 1983).

Vuča po tlu trupca određene težine ostvaruje se djelovanjem horizontalne komponente sile u užetu. Za potrebe privitlavanja trupca po tlu koristi se određena horizontalna sila manja od nazivne vučne sile (Hasan 1989).

Faktor prijanjanja skidera i traktora s podlogom važan je pokazatelj mogućnosti sigurnog i pravilnog privitlavanja drva. Iskazuje se odnosom horizontalnih sile koje djeluju na usidrenom skideru ili traktoru naspram spregom sile i trigonometrijskim funkcijama, mogu izvesti sljedeći izrazi:

$$\mu_{PR} = \frac{H}{V+G}$$



Slika 2. Sile na vozilu pri privitlavanju sa sidrenjem zadnjom daskom (Gužvinec i dr. 2012)

Figure 2. Forces on vehicle during winching by using anchoring of rear plate (Gužvinec et al. 2012)

Pri tome se povećanjem sile u užetu povećavaju vrijednosti obje komponente sile. Povećanjem vertikalne komponente sile u užetu koja se cijelokupno prebacuje na stražnji kraj skidera u uporišnu točku sidrene daske s tlom dolazi do pomaka točke težišta prema stražnjoj osovini skidera te smanjenje opterećenja na prednjoj osovini. U trenutku nedostatnog opterećenja prednje osovine vozila s tlom te određene vrijednosti horizontalne sastavnice vučne sile u užetu dolazi do poremećaja stabilnosti vozila koja će rezultirati ponajprije pomicanjem vozila prema natrag.

METODOLOGIJA METHODOLOGY

U radu se razmatra privitlavanje drva skiderom ili traktorom s vitlom na određenom nagibu terena.

Na osnovi općeg izraza za faktor prijanjanja skidera na ravnom terenu određen je faktor prijanjanja skidera pri privitlavanju drva na nagibu.

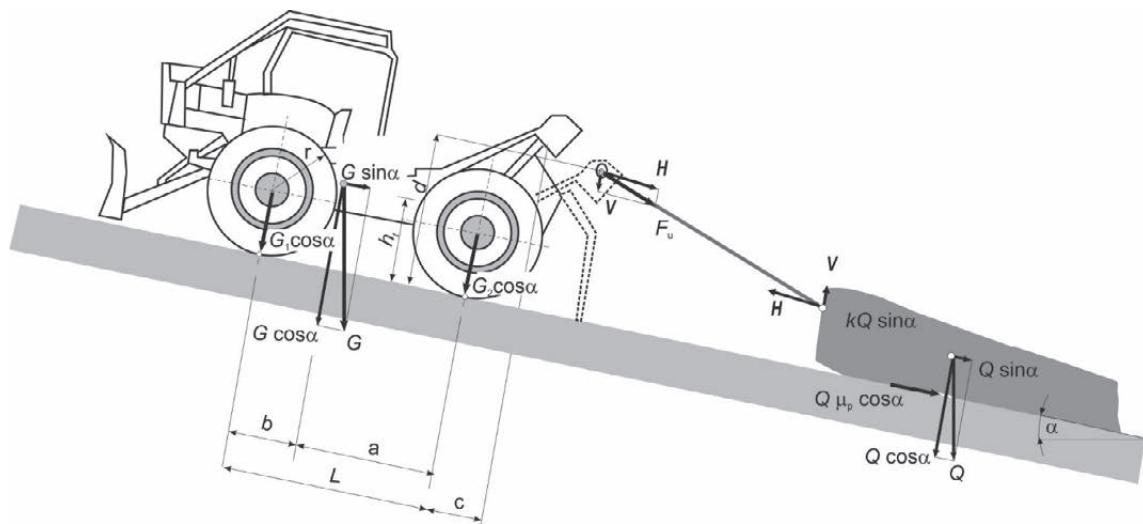
Na slici 3 prikazan je dinamički model opterećenja skidera pri privitlavanju drva, na osnovi kojeg se ravnotežom momenta sile oko određene točke, spregom sile i trigonometrijskim funkcijama, mogu izvesti sljedeći izrazi:

$$\mu_{PR} = \frac{H + G \sin \alpha}{V + G \cos \alpha}$$

$$\mu_{PR} = \frac{H + G \sin \alpha}{H \tan \beta + G \cos \alpha}$$

$$\tan \beta = \frac{h_V}{L} = \frac{V}{H}$$

$$H = \frac{\mu_{PR} G \cos \alpha - G \sin \alpha}{1 - \mu_{PR} \tan \beta}$$



Slika 3. Dinamički model opterećenja skidera pri privitlavaju drva na nagibu

Figure 3. Dynamic model of skidder load during timber winching on the slope

Na osnovi prikazanog modela može se za svaki skider, uz poznavanje vrijednosti faktora prijanjanja te težine vozila, visina horizontalnih valjaka vitala, proračunom odrediti granične horizontalne komponente sile u užetu, pri kojima dolazi do pomaka vozila u nazad pri privitlavaju u stvarnim eksploracijskim uvjetima.

Pri privitlavaju na nagibu horizontalna komponenta sile u užetu treba savladati horizontalnu komponentu težine tovara te silu otpora privitlavanja koja ovisi o vertikalnoj komponenti težine tovara te faktoru privitlavanja (Horvat 1985). Iz slike se spregom sila (slika 3) u smjeru nagiba terena može izvesti sljedeći izraz:

$$H = Q \sin \alpha + \mu_V Q \cos \alpha$$

Nadalje se može izvesti težina tovara koja se može privitlati horizontalnom komponentom sile u užetu na nagibu terena uz određeni faktor privitlavanja.

$$Q = \frac{H}{\sin \alpha + \mu_V \cos \alpha}$$

REZULTATI ISTRAŽIVANJA RESEARCH RESULTS

U rezultatima su prikazane granične horizontalne komponente sile u užetu u slučaju privitlavanja drva skiderom Ecotrac 120V. Težina skidera (71,191 kN) i visina horizontalnih valjaka vitla (1,15 m) je preuzeta iz podataka proizvođača te istraživanja Horvata i Šušnjara (2005).

Tablica 1. Granične horizontalne sile pri privitlavaju drva

Table 1. Limiting horizontal forces during timber winching

Visina valjaka <i>Height of rollers</i>	Udaljenost privitlavanja <i>Winching distance</i>	Kut nagiba užeta <i>Inclination angle of the rope</i>	Faktor prijanjanja <i>Adhesion factor</i>	Težina <i>Weight</i>	Granične horizontalne sile <i>Limiting horizontal forces</i>			
hv m 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60	L m 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60	β ° 13,0 6,6 4,4 3,3 2,6 2,2 1,9 1,6 1,5 1,3 1,2 1,1	μ _{pr} 1,02	G kN 94,9 82,3 78,8 77,1 76,2 75,6 75,1 74,8 74,6 74,4 74,2 74,1	Nagib terena – Slope of terrain			
					0°	15°	30°	40°
						67,6	35,7	12,9
						58,6	30,9	11,2
						56,1	29,6	10,7
						54,9	29,0	10,5
						54,3	28,6	10,4
						53,8	28,4	10,3
						53,5	28,2	10,2
						53,3	28,1	10,2
						53,1	28,0	10,1
						53,0	27,9	10,1
						52,8	27,9	10,1
						52,7	27,8	10,1

Tablica 2. Granične mase tovara
Table 2. Limiting load masses

Udaljenost privitlavanja <i>Winching distance</i>	L	Granične mase tovara – <i>Limiting load masses, m – t</i>		
m	0 o	15 °	30 °	40 °
5	9,671	5,624	0,962	0,095
10	8,386	4,876	0,834	0,083
15	8,030	4,669	0,799	0,079
20	7,863	4,572	0,782	0,077
25	7,767	4,516	0,772	0,076
30	7,703	4,479	0,766	0,076
35	7,659	4,454	0,762	0,075
40	7,626	4,434	0,758	0,075
45	7,600	4,420	0,756	0,075
50	7,580	4,408	0,754	0,075
55	7,563	4,398	0,752	0,074
60	7,550	4,390	0,751	0,074

Za potrebe istraživanja je korišten faktor prijanjanja skidera Ecotrac 120V (1,02) i faktor privitlavanja od (1,0), izmjeren u stvarnim uvjetima rada prema istraživanjima Gužvinec i dr. (2012).

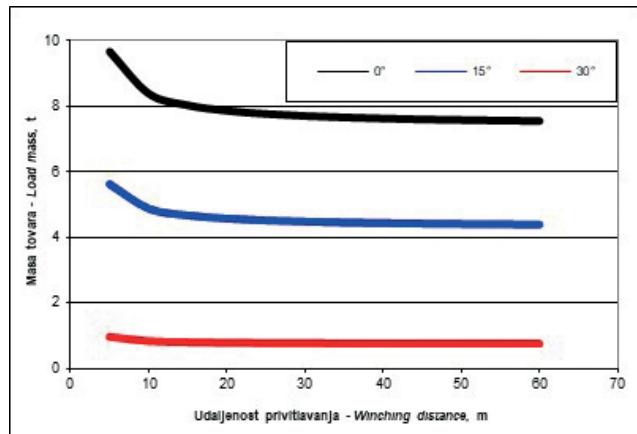
Prema navedenim izrazima su određene veličine graničnih horizontalnih komponenti sila u užetu pri privitlavanju drva u ovisnosti o nagibu terena i udaljenosti privitlavanja.

U tablici 1 prikazane su vrijednosti graničnih horizontalnih komponenti sila u užetu s promjenom nagiba terena i udaljenosti privitlavanja. Vidljivo je da se granične horizontalne komponente sile u užetu smanjuju s povećanjem udaljenosti privitlavanja, jer se na većim udaljenostima uslijed manjeg kuta nagiba užeta sila u užetu raspodjeljuje više na horizontalnu komponentu te je potrebna manja vrijednost horizontalne sile za narušavanje stabilnosti vozila.

Također se veličine graničnih horizontalnih sila smanjuju s povećanjem nagiba terena, jer je potrebna manja horizontalna sila da uz pomoć komponente težine vozila G sin α naruši stabilnost vozila i pomak prema nazad.

Prema dobivenim vrijednostima graničnih horizontalnih komponenti sila u užetu može se zaključiti da je upravo stabilnost vozila definirana pomakom u nazad granični uvjet privitlavanja drva. Naravno, treba napomenuti da nije narušena uzdužna stabilnost vozila i podizanja prednjeg kraja traktora ili prevelikog naprezanja zglobova skidera za što su potrebne veće vrijednosti sila.

Temeljem izračunatih graničnih horizontalnih komponenti sila u užetu te mjerjenjima određenog faktora privitlavanja mogu se iz prethodnog izraza odrediti granične mase tovara s obzirom na nagibe terena pri kojima će doći do narušavanja stabilnosti vozila, odnosno pomaka vozila prema nazad.



Slika 4. Granične mase tovara u ovisnosti privitlavljanja i nagib terena sa skiderom Ecotrac 120V

Figure 4. Load mass limits depending on winching distance and slope of terrain by using skidder Ecotrac 120V

U cilju usporedbe mogućnosti privitlavanja drva različitim sredstvima rada na slici 4 su prikazane granične mase tovara koje se mogu privitlati ispitivanim šumskim vozilom na nagibu od 30° .

Na nagibu terena od 30° skider Ecotrac 120V može privitlati tovar od 751 kg na udaljenosti od 60 m, što predstavlja udaljenost potpuno izvučenog užeta.

ZAKLJUČAK CONCLUSION

Prikazani model privitlavanja drva na nagibu prikazuje temeljni princip za određivanje graničnih tovara i nagiba terena, a koji se može primijeniti za sve tipove šumskih vozila s vitlom te lako prilagoditi ostalim uvjetima privitlavanja

drvra pri različitim položajima vozila i pravcima privitlavanja drva.

U istraživanju su određene granične horizontalne komponente sile u užetu te granične mase tovara koje se pri tim silama mogu privitlati uz nagib, i to u slučaju kada se i vozilo nalazi na određenom uzdužnom nagibu. Pri navedenim eksplotacijskim uvjetima narušavanje stabilnosti vozila pomakom prema nazad uvijek će biti granični uvjet privitlavanja.

Prikazani dinamički model privitlavanja predstavlja teoretski model budući, da pretpostavlja isključivo privitlavanje drva u smjeru uzdužne osi skidera ili traktora. Vrlo je čest slučaj privitlavanja drva pod određenim kutem s obzirom na uzdužnu os skidera. Pri tome također treba voditi računa o narušavanju ne samo uzdužne stabilnosti skidera, već i njegove bočne stabilnosti.

LITERATURA REFERENCES

- Dwyer, M.J., 1984: Computer models to predict the performance of agricultural tractors on heavy draught operations. Proceedings of the 8th International ISTVS Conference, August 6–10, 1984, Cambridge, England, Volume 3, 933–952.
- Erler, J., 2017: Transfer System to Adapt Timber Harvesting Operations to Local Conditions. Croatian journal of forest engineering 38(2): 197–208.
- Gužvinec, H., Zorić, M., Šušnjar, M., Horvat, D., Pandur, Z., 2012: Utjecaj nacina sidrenja na vrijednosti horizontalne sastavnice vucne sile i faktor prianjanja prilikom privitlavanja drva skiderom i adaptiranim poljoprivrednim traktorom. Nova mehanizacija šumarstva, vol. 33, 23–33.
- Hassan, A. E.; Gustafson, M. I.; 1986: Factors Affecting Tree Skidding Forces. ASAE paper No. 81, 47–53.
- Hassan, A., E., 1989: Mjerni postupci pri istraživanju šumskih zglobovnih traktora. Mehanizacija šumarstva, 14(11-12): 199–209.
- Horvat, D., 1983: Jedan pristup problemu opremanja poljoprivrednog traktora šumskim vitlom. Zbornik savjetovanja Mehanizacija šumarstva u teoriji i praksi, Opatija, 149–164.
- Horvat, D., 1985: Tehničko-eksploatacijske značajke adaptiranog poljoprivrednog traktora u radu na nagibu. Mehanizacija šumarstva 10 (5–6), 59–65.
- Horvat D., 1989: Prediction of Tractive Performance for a four WHILE Drive Skidder. International seminar “Forestry transporting machinery and terrain interaction”, College of forestry Garpenberg, Sweden, 1–12.
- Horvat, D., 1990: Predviđanje vučnih karakteristika šumskog zglobovnog traktora – skidera. Mehanizacija šumarstva 15(7/8): 113–118.
- Horvat D., 1996: Tractive parameters of four skidders used for wood transportation in mountain forest thinning, ECE/FAO/ILO & IUFRO Seminar on enviromentally sound foreds roads and wood transportation, Sinaia, Rumunjska, 377–381.
- Horvat, D., Spinelli, R., Šušnjar M., 2005: Resistance coefficients on ground-based winching of timber. Croatian journal of forest engineering 26(1), 3–11.
- Horvat, D., Šušnjar, M., 2001: Neke značajke poljoprivrednih traktora prilagođenih šumskim radovima (Some characteristics of farming tractors used in forest works), Znanstvena knjiga “Znanost u potrajanom gospodarenju hrvatskim šumama”, 535 –544.
- Horvat, D., Šušnjar M., 2003: Comparison between some technical characteristics of STEYR farming tractor equiped with 3 variants of tajfun farmi winches and with fixed TIGAR winch, Proceedings of Joint FAO/ECE/ILO & IUFRO Workshop on operation improvements in farm forests, Logarska dolina (Slovenija), 83–95.
- Horvat, D., Šušnjar, M., 2005: Ispitivanje vučnih značajki skidera Ecotrac 120V pri privlačenju drva na šumskoj vlaci različitog nagiba, Istraživanje i studija u okviru projekta “Razvoj, izrada i ispitivanje specijalnog šumskog vozila - skidera mase 7t”, programa RAZUM Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa RH, Studija, str. 1–37.
- Horvat, D., Zečić, Ž., Šušnjar M., 2007: Morphological characteristics and productivity of skidder ECOTRAC 120 V. Croatian Journal of Forest Engineering 28 (1): 11–25.
- Kaakkurivaara, N., Kaakkurivaara, T., 2018: Productivity and Cost analysis of Three Timber Extraction Methods on Steep Terrain in Thailand. Croatian Journal of Forest Engineering 39(2): 213–221.
- Košir, B., Marenče, J., 2007: Measuring the limits of uphill timber skidding with a WOODY 110 forestry tractor. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 83, 59–62.
- Košir, B., Marenče, J., 2008: Assessing maximum loads when skidding wood uphill with tractors. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 86, 21–31.
- Kulak, D., Stańczykiewicz, A., Szewczyk, G., 2017: Productivity and Time Consumption of Timber Extraction with a Grapple Skidder in Selected Pine Stands. Croatian Journal of Forest Engineering 38(1): 55–63.
- Marenče, J., 2005: Spreminjanje tehničnih parametrov traktorja pri vlačenju lesa – kriterij pri izbiri delovnega sredstva. Disertacija, Biotehniška fakulteta Univerze u Ljubljani, Slovenija, 1–271.
- Marenče, J., 2014: Effect of Transmission Type on Wheel Slip under Overload – Presented on the Example of the AGT 835 T Tractors, Croatian Journal of Forest Engineering 35 (2): 221–231.
- Marenče, J., Krč, J., 2016: Possibilities of Using Small Tractors for Forestry Operations on Private Property. Croatian Journal of Forest Engineering 37 (1): 151–162.
- Marklund, B., O., 1987: Torque distribution on wheeled vehicles affects damage on the forest ground. Proceedings of 9th ISTVS International Conference, Barcelona, Vol. 1, 347–354.
- Matthies, D., Wolf, B., Kremer, J., Ohrner, G., 2003: Comparative study of wheeled and tracked forest machines on soil and roots. Austro2003: High Tech Forest Operations for Mountainous Terrain, October, 5th - 9th 2003 in Schlaegl, Austria, 1–8.
- Megille, X. de, 1975: Du choix de tracteurs pour le débardage. Organisation des National Unies pour l’Alimentation et l’ Agriculture. (Arranged by: Leloup, M.: Tractors for Logging). FAO, Rome. No. 1, 189 pp.
- Moskalik, T., Borz, S.A., Dvořák, J., Ferencik, M., Glushkov, S., Muiste, P., Lazdiňš, A., Styranivsky, O., 2017: Timber Harvesting Methods in Eastern European Countries: a Review. Croatian Journal of Forest Engineering 38(2): 231–241.

- Picchio, R., Neri, F., Sirna, A., Spinelli, R., 2012: Improved winching technique to reduce logging damage. *Ecol. Engineering* 47, 83–86.
- Proto, A.R., Macri, G., Visser, R., Russo, D., Zimbalatti, G., 2018: Comparison of timber extraction productivity between winch and grapple skidding: A case study in Southern Italian forests. *Forests* 2018, 9, 61, 1–12.
- Russell, F.; Mortimer, D., 2005: A Review of Small-Scale Harvesting Systems in Use Worldwide and Their Potential Application in Irish Forestry; COFORD, National Council for Forest Research and Development: Dublin, Ireland, 2005; 48p.
- Sever, S., 1987: Dynamic loading of skidder axles at wood skidding, Proceedings of the 9th International Conference of the ISTVS, Barcelona, Vol. II, 531–540.
- Sever, S., 1990: Skidder Traction Coefficients. *Journal of Forest Engineering*, 15–23.
- Sever, S., Horvat, D. Tomašić, Ž., 1997: Wheel slip investigation of farming adapted tractor in wood skidding on skid trail. FAO/ ILO/ECE & IUFR workshop “New trends in thinings”, 8–11. September 1997, Zvolen, Slovačka. 105–112.
- Sever, S., Horvat, D., 1987: Neki problemi određenja stabilnosti zglobnih traktora. *Zbornik radova I stručnog skupa sekcije JUMV “Teramehanika i vozila visoke prohodnosti”*, 11. 3. 1997., Novi Sad, Jugoslavensko društvo za motore i vozila i Institut za mehanizaciju Novi Sad., 93–102.
- Solgi, A., Naghdi, R., Tsioras, P.A., Ilstedt, U., Salehi, A., Nikooy, M., 2017: Combined Effects of Skidding Direction, Skid Trail Slope and Traffic Frequency on Soil Disturbance in North Mountainous Forest of Iran. *Croatian Journal of Forest Engineering* 38(1): 97–106.
- Spinelli, R.; Magagnotti, N. The effects of introducing modern technology on the financial, labour and energy performance of forest operations in the Italian Alps. *For. Pol. Econ.* 2011, 13, 520–524.
- Stoilov, S., 2007: Improvement of wheel skidder tractive performance by tire inflation pressure and tire chains. *Croatian Journal of Forest Engineering* 28 (2): 137–144.
- Šušnjar, M., Bosner, A., Poršinsky, T., 2010: Vučne značajke skidera pri privlačenju drva niz nagib (Skidder Traction Performance in Downhill Timber Extraction). *Nova mehanizacija šumarstva* 31: 3–14.
- Šušnjar, M., Horvat, D., 2006: Dinamičko opterećenje kotača skidera pri privlačenju drva (Dynamic loading of skidder wheels at timber skidding). *Glasnik za šumske pokuse, posebno izdanje* 5, 601–615.
- Tomašić, Ž., Horvat, D., Šušnjar, M., 2007: Raspoljena opterećenja kotača skidera pri privlačenju drva (Wheel load distribution of skidders in timber extraction). *Nova mehanizacija šumarstva* 28 (1): 27–36.
- Tomašić, Ž., Šušnjar, M., Horvat, D., Pandur, Z., 2009: Forces affecting timber skidding performance. *Croatian Journal of Forest Engineering* 30 (2) 127–139.
- Vusić, D.; Šušnjar, M.; Marchi, E.; Spina, R.; Zečić, Ž.; Picchio, R., 2013: Skidding operations in thinning and shelterwood cut of mixed stands – Work productivity, energy inputs and emissions. *Ecological engineering*. 61, Part A; 216–223.
- Yu Gu, Kushawa, R. L., 1994: Dynamic load distribution and tractive performance of a model tractor. *Journal of Terramechanics* 31(1). 21–40.
- Zečić Ž., Krpan A. P. B., Poršinsky T., Šušnjar M., 2004: Djelotvornost traktora Steyr 8090 i 9078 u oplodnim sjećama sastojina Požeškog gorja (Efficiency of tractors Steyr 8090 and 9078 in shelterwood fellings of stands in Požega mountains). *Šumarski list* 128 (5–6): 245–254.

SUMMARY

The stability of a forest vehicle apart from the longitudinal and transversal stability angle implies the safety of tractor anchoring during timber winching. Timber winching is a dragging of timber assortments on the ground from the stump to a forest vehicle equipped with the forest winch. At a certain limiting load and slope of the terrain, disturbance of the longitudinal stability of the forest vehicle with the winch occurred. In this case, the adhesion factor of skidder and tractor on the ground is an important indicator of the possibility of safe and proper timber winching.

The adhesion factor of the skidder during timber winching on the slope is determined on the basis of the general expression of the adhesion factor on the skidder on the flat ground. Also, determined the dynamic model of the loading of the forest vehicle is presented during timber winching on the slope.

The results show the horizontal components of forces in the rope and the limiting masses of the loads during timber winching by skidder Ecotrac 120 V. According to the obtained values of the horizontal components of forces in the rope, it can be concluded that the stability of the vehicle, defined by the displacement of the vehicle backwards is the limitation of the timber winching.

The presented model of timber winching on the slope shows the basic principle for determining the limiting load masses and slope of the terrain, which can be applied to all types of forest vehicles equipped with winch as well as easily be adapted to other conditions of timber winching at different positions of the vehicle and the direction of timber winching.

KEY WORDS: timber winching, tractor stability, dynamic model, limiting forces, load masses



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.

PRESENCE OF BIRCH BARK BEETLE (*Scolytus ratzeburgi*) IN CROATIA

PRISUTNOST BREZOVOG POTKORNJAKA BJELIKARA (*Scolytus ratzeburgi*) U HRVATSKOJ

Ivan LUKIĆ¹, Željko ZGRABLJČ², Vlatka MIČETIĆ STANKOVIĆ³

SUMMARY

Bark beetles are one of the most important groups of forest pests and in recent years several bark beetle species have significantly impacted two biogeographic regions in Croatia. The Birch bark beetle (*Scolytus ratzeburgi*) is the only *Scolytus* species known to infest birch (*Betula* spp.) and is a potential threat to birch trees in Croatia but its presence has not been recorded for over 100 years. Here we review historical records of this species and examine several forest stands of Silver birch (*B. pendula*). The last published record of Birch bark beetle was from 1913 and entomological collections from Croatia only have specimens from neighboring countries. Examination of Silver birch forest stands discovered five new locations of Birch bark beetle with signs of its attack. This species in Croatia has a low population density in forests and urban areas. Impacts of this species may be minimal, but research on this bark beetle should not be neglected since it represents valuable part of entomofauna in Croatia. Further research in Croatia should target fungal relationships with this species in order to determine whether the bark beetle spreads tree pathogenic fungi. Assessment of possible long-term mortality trends across the southern range edge of Silver birch and the presence of the Birch bark beetle merits further attention.

KEY WORDS: *Betula pendula*, native species, Scolytinae

INTRODUCTION

UVOD

Bark beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) are one of the most important groups of forest pests primarily due to their ability to kill large numbers of trees (Kurtz *et al.*, 2008; Raffa *et al.*, 2008; Cudmore *et al.*, 2010). In recent years, several bark beetle species have significantly impacted two biogeographic regions of Croatia. In 2015, the European spruce bark beetle (*Ips typographus* L., 1758) together with the Six-toothed spruce bark beetle (*Pityophthorus chalcographus* L., 1761) killed large numbers of European spruce (*Picea abies* (L.) H. Karst.) weakened by ice damage in the previous year in the Alpine region of Gorski Kotar

(Hrašovec, 2016). In 2017, the Mediterranean pine beetle (*Orthotomicus erosus* Wollaston, 1857) killed trees in the Marjan recreation forest (Split, Croatia) and also on other locations situated within the Mediterranean region, predominantly on Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) weakened by drought (Spaić, 1964; Pernek *et al.*, 2019a; Pernek *et al.*, 2019b).

The Birch bark beetle (*Scolytus ratzeburgi* Janson, 1859), is the only *Scolytus* species known to infest birch (*Betula* spp. L.) and is a potential threat to birch trees in Croatia. This species is one of the largest in the subfamily Scolytinae (4.0 – 6.5 mm). The body is typically cylindrical with black and very finely dotted striped elytra. Males have thick chaetae

¹ Dr.sc. Ivan Lukić, Division for Forest Protection and Game Management, Croatian Forest Research Institute, 10450 Jastrebarsko, Croatia

² Dr.sc. Željko Zgrabljić, Research Centre for Forest Ecosystem Goods and Services "Josip Ressel", Croatian Forest Research Institute, 52000 Pazin, Croatia

³ Dr.sc. Vlatka Mičetić Stanković, Department of Zoology, Croatian Natural History Museum, 10000 Zagreb, Croatia



Figure 1 The Birch bark beetle (*Scolytus ratzeburgi* Janson, 1856): a) lateral view male; b) lateral view female
Slika 1 Brezov potkornjak bjelikar (*Scolytus ratzeburgi* Janson, 1856): a) lateralni pogled mužjak; b) lateralni pogled ženka

on the frons and a specific button-shaped hump at the abdominal sternum three (Figure 1), which is one of the identification characteristics (Pfeffer, 1995). The gender of the bark beetle can be determined by sound as only the female stridulates (Scholz, 1905). Females produce sound using a gula-prosternal stridulation method (Barr, 1969; Dobai, 2017). Signs indicating the presence of the Birch bark bee-

tle are holes on the bark located along the oviposition gallery (Figure 2). These holes may serve for mating locations (Trédl, 1915a; Trédl, 1915b; Munro, 1926; Kovačević, 1956) or for ventilation – humidity regulation (Melnikova, 1964). The holes, 2.0 – 2.5 mm in diameter, on the trunk are spaced along a vertical line up to 20 cm long (Trédl, 1915a; Trédl, 1915b; Melnikova, 1964; Zúbrik *et al.*, 2013). Birch



Figure 2 The Birch bark beetle (*Scolytus ratzeburgi* Janson, 1856): a) ventilation holes along oviposition tunnel; b) typical gallery system with bark removed
Slika 2 The Birch bark beetle (*Scolytus ratzeburgi* Janson, 1856): a) zračne rupice uzduž materinskog hodnika; b) tipični galerijski sustav s uklojenom korom

bark beetles colonize dying or weakened trees (Zúbrik *et al.*, 2013) although, they may also attack apparently healthy trees (Löyttyniemi, 1983; Linnakoski *et al.*, 2009). The species is typically with one-year life cycle (Pfeffer, 1995) but may have two-year life cycle depending on the temperature of environment (Sieber & Benz, 1985). Emergence, maturation feeding, mating, and egg deposition occur from May to June, depending on the location (Trédl, 1915a; Trédl, 1915b; Langhoffer, 1915; Kovačević, 1956). Little is known about their relationship with micro-organisms (Ring, 1977; Löyttyniemi, 1983; Sieber & Benz, 1985) but recent studies of the Birch bark beetle have focused on their relationship with ophiostomatoid fungi (Linnakoski *et al.*, 2008; Linnakoski *et al.*, 2009; Jankowiak, 2011) and mites (Kiełczewski *et al.*, 1983; Khaustov & Magowski, 2003; Trach & Kaustov, 2017).

The Birch bark beetle has been little studied and its presence in Croatia is unclear. Here, we (1) review historical records of this species (literature and available entomological collections) from Croatia and (2) examine forest stands with Silver birch (*B. pendula* Roth) to confirm the presence of the Birch bark beetle in Croatia.

MATERIAL AND METHODS

MATERIJALI I METODE

Published records of the Birch bark beetle in Croatia were collected and specimens in museums and other institutions were checked. Museums in Croatia were the Croatian Natural History Museum (CNHM), Natural History Museum Rijeka (NHMR), Natural History Museum Split (NHMS), Varaždin City Museum (VCM) and National Museum Zadar (NMZ). Additionally, Hensch's entomological collection at the Faculty of Forestry, University of Zagreb was included in the study.

To determine the presence of Birch bark beetle in Croatia, Silver birch stands were examined throughout Croatia from 2016 to 2017. Logs were sampled at three localities through-



Figure 3 Historical (orange points: 1, 2) and current records (green points: 3-7) of the Birch bark beetle (*Scolytus ratzeburgi* Janson, 1856) in Croatia.

Slika 3 Pronalasci brezovog potkornjaka bjelikara (*Scolytus ratzeburgi* Janson, 1856) u Hrvatskoj. Oznake lokaliteta: 1, 2: povijesni pronalasci, 3-7: trenutni pronalasci.

out Croatia and analyzed in the laboratory (Croatian Forest Research Institute). Geographical coordinates for each sampling site were collected using a GPS handheld device (Garmin GPSMAP® 78s) and depicted on a map created with Esri® ArcGIS 10.1 software. Illustrations were prepared using Adobe Illustrator CS6. Logs were kept at $20 \pm 1^\circ\text{C}$, 65 % r.h. and a photoperiod of 16h:8h (L:D). All emerging beetles were collected and identified to species, based on Pfeffer (1995) and Bense (1994).

Photos of killed trees were taken using a Canon® EOS 550D, and photos of Birch bark beetle morphology traits were made with Leica WILD MZ-8 equipped with Olympus SP-500 UZ (combined with Olympus QuickPHOTO CAMERA 2.2 microscopy imaging software).

Table 1 List of locations and years with records of the birch bark beetle (*Scolytus ratzeburgi* Janson, 1856) in Croatia.

Tablica 1 Popis lokacija i godina pronalaska brezovog potkornjaka bjelikara (*Scolytus ratzeburgi* Janson, 1856) u Hrvatskoj.

Location	Label	Latitude	Longitude	Altitude (m a.s.l.)	Number of logs (n)	Number of beetles (n)	Year of the record
Skrad	1	N 45.427800	E 14.911100	670	ND	ND	1915
Duboka	2	N 45.388694	E 17.975233	235	ND	ND	1906
Jankovac	3	N 45.521389	E 17.699722	599	3	34	2016
Orjavac	4	N 45.424167	E 17.475278	596	ND	ND	2016
Striježevica	5	N 45.491422	E 17.491939	534	1	0	2016
Šošice	6	N 45.777406	E 15.392628	855	ND	ND	2017
Ravna Gora	7	N 45.382794	E 14.948177	893	5	21	2017

RESULTS

REZULTATI

Historical records of the Birch bark beetle in Croatia – *Povijesni pronašasci brezovog potkornjaka bjelikara u Hrvatskoj*

The Birch bark beetle was first recorded in Croatia between 1891 and 1906 in Duboka close to Pleternica (Koča, 1900; Koča, 1906). An additional observation of the bark beetle was made in Skrad in 1913 (Trédl, 1915b; Langhoffer, 1915). Depoli (1940) reports the possible presence of the Birch bark beetle in Skrad in the 1930's, but detailed information regarding the impacts on forest stands or research conducted on the bark beetle is lacking.

None of the museum specimens of this bark beetle were collected from Croatia, they originate from neighboring countries. Therefore, 103 years have passed since this species was last recorded in Croatia. Specimens of the Birch bark beetle are in two collections held within CNHM: Spaić & Pfeffer beetle collection (1. Wingelmüller, Butschowitz, Czech Republic, South Moravian Region; Inv. No 2251; 2. Württemberg (Württemberg), Germany; Inv. No 2252) and in the Novak insect collection (CNHM) a specimen of the Birch bark beetle exists, but without the description of the location, only with the name of the collector – "Josef Klimesch". In Hensch's entomological collection at the Faculty of Forestry, University of Zagreb specimens of the Birch bark beetle originate from Vojvodina, Serbia ("Ruma, Slavonija").

Current records of the Birch bark beetle in Croatia – *Trenutni pronašasci brezovog potkornjaka bjelikara u Hrvatskoj*

Silver birch tree logs (containing Birch bark beetles) were collected in Striježevica, on November 23rd, 2016. On November 24th, 2016 logs were collected from Jankovac and July 3rd, 2017 logs were collected from Ravna Gora. At two other locations (Orlavac and Sošice) signs of attack from Birch bark beetles were observed (Figure 3, Table 1). In total, 55 specimens (18 males, 37 females) were collected from field collected Silver birch logs. Also, specimens of the longhorn beetle *Saperda scalaris* L. (1758) (Coleoptera: Cerambycidae) and an insect parasitoid *Dendrosoter protuberans* Nees (1834) (Hymenoptera: Braconidae) emerged from logs.

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

RASPRAVA I ZAKLJUČCI

Faunistic studies of bark beetles in Estonia, Finland, Russia (Voolma et al., 2004, Mandelshtam & Khairdinov, 2017) and Slovakia (Kollár et al., 2009) regularly record the presence of Birch bark beetle. Although the Birch bark beetle is distributed throughout Europe, Siberia, Korea, Japan and

China (Pfeffer, 1995; Vigna Taglianti et al., 1999; Alonso-Zarazaga et al., 2016) it is rarely recorded in Croatia. The primary reason for few recorded occurrences in Croatia is that Silver birch is minor component of forest stands with a wood stock of only 0.10 % and of little economic importance (Hrvatske šume d.o.o., 2017), which relates to southern edge of its distribution area in Europe (Kovačić & Nikolić, 2005; Hyynnen et al., 2009). Climate change effects on Silver birch have been researched in Finland (Briceno-Elizondo et al., 2006; Garcia-Gonzalo et al., 2007), and found that this tree species may increase in abundance at its northern range. This tree species will likely suffer and decline in abundance at its southern ranges as temperatures increase, but what will happen in Croatia requires further research. This bark beetle is the only *Scolytus* species to colonize and kill birch (Linnakoski et al., 2009). Throughout its range, the Birch bark beetle colonizes a number of birch species: *B. pubescens* (Ehrh.), *B. pendula* (Roth), *B. raddeana* (Trautv.), *B. dahurica* (Pall.), *B. ermanii* (Cham.), *B. platyphylla* (Sukatschev) and *B. costata* (Trautv.) (Pfeffer, 1995; Zúbrík et al., 2013). Since the last known record in Croatia was before 103 years ago (Trédl, 1915b; Langhoffer, 1915), we can conclude that this species in Croatia has a low population density in forests, although Silver birch trees can also be found in city parks and private gardens (Karavla, 2006), where so far the Birch bark beetle has gone unnoticed.

Impacts of this beetle may be minimal (Linnakoski et al., 2008; Linnakoski et al., 2009) but research on this bark beetle should not be neglected since it represents valuable part of entomofauna in Croatia. Research about the Birch bark beetle in other regions and their relationship with ophiostomatoid fungi have so far confirmed significant connection with the tree fungus *Ophiostoma karelicum* (Linnakoski et al., 2008; Linnakoski et al., 2009; Jankowiak, 2011). According to Linnakoski et al. (2008; 2009,) *Ophiostoma karelicum* pathogenic role combined with Birch bark beetle remains unclear. Similar bark beetle-fungal associations, but with far more visible impact on forest stands, can be seen with Dutch elm disease (pathogen *Ophiostoma novo-ulmi*) which is also transferred by *Scolytus* bark beetles (Moser et al., 2010) and Sudden wilt disease in Mango (pathogen *Ceratocystis manginecans*) transmitted by the bark beetle *Hypocryphalus mangiferae* Stebbing (1914) (Al Adawi et al., 2012).

Further research about Birch bark beetle in Croatia should target fungal relationships in order to see which species of ophiostomatoid fungi are present and possibly to clarify its role on the southern edge of Silver birch distribution area. Phoretic mites also play an important role in bark beetle ecology and interactions between bark beetles, phoretic mites and ophiostomatoid fungi range from mutualism, commensalism to antagonism (Klepzig et al., 2001; Hofstetter et al., 2006, Moser et al., 2010). Phoretic mites are

commonly associated with Birch bark beetle (e.g., Tarsonomus and Proctolaelaps mites; Khaustov & Magowski, 2003; Trach & Kaustov, 2017) and may play a role in the dispersal and introduction of fungal plant pathogens.

Although Silver birch is of minimal economic importance in Croatia, warming temperatures may lead to a rapid decline in the growth and a consequent retreat of the species from this region. Assessment of possible long-term mortality trends across the southern range edge of Silver birch and the presence of the Birch bark beetle merits further attention.

ACKNOWLEDGMENTS

ZAHVALE

The authors thank colleagues Antica Bregović (VCM), Bože Kokan (NHMS), Dr. Snježana Vujčić-Karlo (NMZ), and Doc. Milivoj Franjević (Faculty of Forestry, University of Zagreb) for help with the revision of beetle collections and Prof. Richard Hofstetter (School of Forestry, College of the Environment, Forestry and Natural Sciences, Northern Arizona University) for the help with unreachable references. In addition, authors thank colleagues from the Division of Forest Protection and Game Management (Croatian Forest Research Institute) for help with field and laboratory work and to the Ministry of Agriculture of the Republic of Croatia for the support through Diagnosis and Prognosis Service (IPP).

REFERENCES

LITERATURA

- Al Adawi, A.O., R.M. Al Jabri, M.L. Deadman, I. Barnes, B. Wingfield, M.J. Wingfield, 2012: The mango sudden decline pathogen, *Ceratocystis manginecans*, is vectored by *Hypocryphalus mangiferae* (Coleoptera: Scolytinae) in Oman, Eur J Plant Pathol, 135: 243-251
- Alonso-Zarazaga, M.A., R. Caldara, A. Machado, N. Maughan, J. Pelletier, H. Pierotti, L. Ren, A. Sforzi, H. Silfverberg, J. Skušovec, 2016: Addenda and Corrigenda to the Catalogue of Palaearctic Coleoptera, volumes 7 and 8 (CURCULIONOIDEA), Graellsia, 72 (1): 1-42
- Barr, B.A., 1969: Sound production in Scolytidae (Coleoptera) with emphasis on the genus *Ips*. Can Entomol, 101 (6): 636-672
- Bense, U., 1994: Longhorn Beetles: Illustrated Key to the Cerambycidae of Europe, Verlag Josef Margraf, 513 p., Weikersheim
- Cudmore, T.J., N. Björklund, A.L. Carroll, B.S. Lindgren, 2010: Climate change and range expansion of an aggressive bark beetle: evidence of higher beetle reproduction in naïve host tree populations, J Appl Ecol, 47 (5): 1036-1043
- Depoli, G., 1940: I coleotteri della Liburnia. Parte VII: Rhynchora e supplement all parta VI Phytophaga, Società di Studi Fiumenti, 15-16: 211-338
- Dobai, A., 2017: "Can you hear me?" Investigating the acoustic communication signals and receptor organs of bark beetles, Doctoral dissertation, Carleton University Ottawa
- Hofstetter R.W., J.T. Cronin, K.D. Klepzig, J.C. Moser, M.P. Ayres, 2006: Antagonisms, mutualisms and commensalisms affect outbreak dynamics of the southern pine beetle, Oecologia, 147 (4): 679-691
- Hrašovec, B., 2016: Overview of the situation of bark beetle management in Croatia (relating to the ice storm event on January 1st – February 6th, 2014), Meeting regarding challenges in bark beetle management after ice storms – GOZDIS, Ljubljana
- Hrvatske šume d.o.o., 2017: Šumskogospodarsko područje Republike Hrvatske – Šumskogospodarska osnova – Uređajni zapisnik, Važnost: 01. 01. 2016. - 31. 12. 2025
- Hyynnen, J., P. Niemistö, A. Viherä-Aarnio, A. Brunner, S. Hein, P. Velling, 2009: Silviculture of birch (*Betula pendula* Roth and *Betula pubescens* Ehrh.) in northern Europe, Forestry, 83 (1): 103-119
- Jankowiak, R., 2011: First report of *Ophiostoma karelicum* from birch stands in Poland, Phytopathologia, 59: 55-58
- Karavla, J. 2006: Dendrološke karakteristike zelene potkove grada Zagreba s prijedlogom obnove njezinoga istočnog dijela, Šum list, 1-2: 31-40
- Khaustov, A.A., W.L. Magowski, 2003: New data on tarsonemid mites (Acari: Tarsonemidae) associated with subcortical beetles (Coleoptera) in Ukraine and Russia, Acarina, 11: 241-245
- Kiełczewski, B., J.C. Moser, J. Winiewski, 1983: Surveying the acarofauna associated with Polish Scolytidae, Bulletin de la Société des amis des sciences et des lettres de Poznań, Série D, Vol. 22: 151-161
- Klepzig K.D., J.C. Moser, M.J. Lombardero, R.W. Hofstetter, M.P. Ayres, 2001: Symbiosis and competition: complex interactions among beetles, fungi, and mites, Symbiosis, 30: 83-96
- Koča, GJ., 1900: Prilog fauni gore Papuka i njegove okoline, Glasnik hrvatskoga naravoslovnoga društva, XII (1 – 3): 100-134
- Koča, GJ., 1906: Popis tvrdokrilaca (kornjaša) Vinkovačke okoline. (Enumeratio coleopterorum circa Vinkovce inventorum), Glasnik hrvatskoga naravoslovnoga društva, XVII. – druga polovina: 119-212
- Kollár, J., P. Hrubík, S. Tkáčová, 2009: Monitoring of Harmful Insect Species in Urban Conditions in Selected Model Areas of Slovakia, Plant Protect Sci, 45 (3): 119-124
- Kovačević, Ž., 1956: Familija: Scolytidae – Potkornjací. In: Kovačević, Ž. (ed), Primijenjena entomologija, III. knjiga, Šumski štetnici. Poljoprivredni nakladni zavod, p. 223-313
- Kovačić, S., T. Nikolić, 2005: Relations between *Betula pendula* Roth (Betulaceae) leaf morphology and environmental factors in five regions of Croatia, Acta Biol Cracov Bot, 47 (2): 7-13
- Kurtz, W.A., C.C. Dymond, G. Stinson, G.J. Rampley, E.T. Neilson, A.L. Carroll, T. Ebata, L. Safranyik, 2008: Mountain pine beetle and forest carbon feedback to climate change, Nature, 452: 987-990
- Linnakoski, R., Z.W. de Beer, M. Rousi, P. Niemelä, A. Pappinen, M.J. Wingfield, 2008: Fungi, including *Ophiostoma karelicum* sp. nov., associated with *Scolytus ratzeburgi* infesting birch in Finland and Russia, Mycol Res, 112 (12): 1475-1488
- Linnakoski R., Z.W. de Beer, M. Rousi, H. Solheim, M.J. Wingfield, 2009: *Ophiostoma denticiliatum* sp. nov. and other *Ophiostoma* species associated with the birch bark beetle in southern Norway, Persoonia, 23: 9-15
- Löyttyniemi, K., 1983: Flight periods of some birch timber insects, Silva Fenn, 17 (4): 419-422
- Mandelshtam, M.Y., R.R. Khairerdinov, 2017: Additions to the check list of bark beetles (Coleoptera, Curculionidae: Scolytinae)

- from Leningrad Province, Russia, Entomological Review, 97 (7): 893–899
- Melnikova, N.I., 1964: Biological significance of the air holes in egg tunnels of *Scolytus ratzeburgi* Jans. (Coleoptera, Ipidae), Entomological Revue, 43: 16–23
 - Moser, J.C., H. Konrad, S.R. Blomquist, T. Kirisits, 2010: Do mites phoretic on elm bark beetles contribute to the transmission of Dutch elm disease?, Naturwissenschaften, 97 (2): 219–227
 - Munro, J.W., 1926: British bark beetles, Forestry Commission Bulletin, (8): 1–77
 - Pernek, M., N. Lacković I., Lukić, N. Zorić, D. Matosović, 2019: Outbreak of *Orthotomicus erosus* (Coleoptera, Curculionidae) on Aleppo Pine in the Mediterranean Region in Croatia, SEEFOR 10 (1): 19–27
 - Pernek, M., N. Zorić, M. Matek, I. Lukić, S. Novak Agbaba, B. Liović, I. Mihaljević, N. Lacković, 2019: Sušenje alepskog bora i gradacija potkornjaka *Orthotomicus erosus* u park šumi Marjan, Radovi (Hrvat. Šumar. inst.) 46 (1): 1–18
 - Pfeffer, A., 1995: Zentral- und westpaläarktische Borken- und Kernkäfer. Pro Entomologia, c/o Naturhistorisches Museum, 309 p., Basel
 - Raffa, K.F., B.H. Aukema, B.J. Bentz, A.L. Carroll, J.A. Hicke, M.G. Turner, W.H. Romme, 2008: Cross-scale drivers of natural disturbances prone to anthropogenic amplification: the dynamics of bark beetle eruptions, Bioscience, 58 (6): 501–517
 - Ring, R.A., 1977: Cold-hardiness of the bark beetle, *Scolytus ratzeburgi* Jans. (Col., Scolytidae), Nor J Entomol, 24: 125–136
 - Scholz, R. 1905: Der Tonapparat von *Scolytus Ratzeburgi* Janson und die Entwicklung des Tonapparates bei einigen *Scolytus*-Arten. (Col.), Insektenbörse, 22: 143–144.
 - Sieber, R., G. Benz, 1985: The diapause of the birch engraver, *Scolytus ratzeburgi* Janson (Col., Scolytidae), ist termination by chilling, and manipulation with ecdysterone, Mitt Schweiz Entomol Ges, 58: 193–198
 - Spaić, I., 1964: Pokusi suzbijanja potkornjaka na alepskom boru metodom prstenovanja, Šum list, 5–6: 226–236
 - Trach, V.A., A.A. Khaustov, 2017: Mites of the genus *Proctolaelaps* Berlese, 1923 (Acari: Mesostigmata: Melicharidae) associated with bark beetles in Asian Russia, Acarina, 25 (2): 151–163
 - Trédl, R., 1915a: Aus dem Leben des Birkensplintkäfers, *Scolytus Ratzeburgi* Jans. (*Eccoptogaster destructor* Ratz.), Entomologische Blätter, 4–6: 97–102
 - Trédl, R., 1915b: Aus dem Leben des Birkensplintkäfers, *Scolytus Ratzeburgi* Jans. (*Eccoptogaster destructor* Ratz.), Entomologische Blätter, 7–9: 146–154
 - Vigna Taglianti, A., P.A. Audisio, M. Biondi, M.A. Bologna, G.M. Carpaneto, A. De Biase, S. Fattorini, E. Piattella, R. Sindaco, A. Venchi, M. Zapparoli, 1999: A proposal for a chorotype classification of the Near East fauna, in the framework of the Western Palearctic region, Biogeographia, 20: 31–59
 - Voolma, K., M.J. Mandelshtam, A.N. Shcherbakov, E.B. Yakovlev, H. Öunap, I. Süda, B.G. Popovichev, T.V. Sharapa, T.V. Galasjeva, R.R. Khairerdinov, V.A. Lipatkin, E.G. Mozolevskaya, 2004: Distribution and spread of bark beetles (Coleoptera: Scolytidae) around the Gulf of Finland: a comparative study with notes on rare species of Estonia, Finland and North-Western Russia, Entomol Fennica, 15 (4): 198–210
 - Zúbrik, M., A. Kunca, G. Csóka, 2013: Insects and Diseases Damaging Trees and Shrubs of Europe, N.A.P. Éditions, 535 p.

SAŽETAK

Potkornjaci su jedna od najvažnijih skupina šumskih štetnika, a u posljednjih nekoliko godina zabilježene su štete od istih u dvije biogeografske regije Hrvatske. Smrekov pisar (*Ips typographus*) na području alpinske i mediteranske potkornjak (Orthotomicus erosus) na području mediteranske regije ukazali su na njihovu važnost. Brezov potkornjak bjelikar (*Scolytus ratzeburgi*) je jedina vrsta iz roda *Scolytus* kojoj su domaćini vrste iz roda *Betula* spp. te kao takva može predstavljati potencijalnu opasnost u Hrvatskoj. Prisutnost ove vrste je vidljiva po rupicama na kori, ispod kojih se nalazi materinski hodnik (Slika 2), a mužjak i ženka se razlikuju po količini dlaka na prednjem dijelu glave te po izbočini na zadku (Slika 1). Kako bi utvrdili prisutnost brezovog potkornjaka bjelikara na području Hrvatske, u ovom radu je napravljen pregled povjesnih zapisa (entomološke zbirke i literatura) i sastojina obične breze (*B. pendula*). Na terenu su sakupljeni uzorci (trupčići) na kojima je uočena prisutnost brezovog potkornjaka bjelikara te je napravljena laboratorijska analiza. Pregledom literature utvrđen je posljednji zabilježeni pronalazak brezovog potkornjaka bjelikara od prije više od 100 godina (1913. godina), a primjeri u entomološkim zbirkama potječu iz susjednih zemalja. Terenski pregled sastojina obične breze utvrdio je pet novih lokacija na kojima je vidljiva prisutnost brezovog potkornjaka bjelikara (Slika 3; Tablica 1). Gustoća populacije ove vrste u šumskim i urbanim područjima Hrvatske je niska, ali bez obzira na tu činjenicu brezov potkornjak bjelikar predstavlja važan dio entomofaune Hrvatske. Nastavak istraživanja trebao bi razjasniti povezanost brezovog potkornjaka bjelikara s patogenim gljivičnim bolestima i foretičkim grinjama s obzirom na moguće promjene na južnom rubu područja rasprostranjenja obične breze.

KLJUČNE RIJEČI: *Betula pendula*, autohtona vrsta, Scolytinae

VARIJABILNOST POPULACIJA JAVORA KLENA (*Acer campestre* L.) U BOSNI I HERCEGOVINI PREMA MORFOLOŠKIM OBILJEŽJIMA PLODOVA

POPULATION VARIABILITY OF FIELD MAPLE (*Acer campestre* L.) IN BOSNIA AND HERZEGOVINA ACCORDING TO THE FRUIT MORPHOLOGY

Stjepan KVESIĆ¹; Dalibor BALLIAN²; Mirzeta MEMIŠEVIĆ HODŽIĆ*

SAŽETAK

U radu je prikazana morfološka varijabilnost ploda 25 populacija javora klena (*Acer campestre* L.) na području Bosne i Hercegovine. Morfometrijsko istraživanje unutar- i među-populacijske varijabilnosti provedeno je na temelju 10 morfoloških značajki ploda, pri čemu su korištene deskriptivne i univariatne statističke analize. Provedenim istraživanjem najmanje varijabilnim značajkama pokazale su se varijable koje opisuju oblik ploda, sa najmanjom varijabilnošću kod značajke odnos šrine i dužine sjemenke. Za razliku od toga, za mjerene značajke ploda utvrđeni su viši koeficijenti varijacije. Najvarijabilnija značajka ploda u javora klena bila je dužina stapčice ploda. Najdivergentnije populacije obuhvaćene ovim istraživanjem bile su populacija Trebinje i populacija Rogatica. Za populaciju Trebinje utvrđene su minimalne srednje vrijednosti za pet od devet analiziranih značajki ploda, a za populaciju Rogatica maksimalne srednje vrijednosti za pet od devet analiziranih značajki. Analizom varijance ustanovljene su statistički značajne razlike između populacija za sve analizirane značajke. Isto tako, istraživanjem je utvrđeno da je unutarpopulacijska varijabilnost veća od međupopulacijske varijabilnosti za većinu istraživanih značajki. Odstupanje od tog pravila pokazuje varijabla F4 (dužina krilca ploda bez sjemenke) gdje komponenta varijance na međupopulacijskoj i unutarpopulacijskoj razini zauzima podjednak udio u ukupnoj varijanci. Provedena istraživanja morfološke varijabilnosti ploda javora klena u Bosni i Hercegovini predstavljaju pionirska istraživanja ove vrste, a dobiveni rezultati, temeljeni na morfometrijskoj analizi morfoloških značajki plodova, mogu poslužiti kao temelj za daljnja istraživanja.

KLJUČNE RIJEČI: klen, plod, morfometrijska analiza, morfološka varijabilnost

UVOD INTRODUCTION

Klen je listopadno stablo koje postiže visinu do 15 m, iznimno do 25 m, te promjer debla do 70 cm (Chybicki i sur. 2014). Nagy i Ducci (2004) navode da postoje primjerici visoki i do 30 m, promjera 90 cm, starosti između 250 i 350 godina. Šilić (1990) ga opisuje kao stablo ili veći grm (na

ekstremnim staništima). Jednodomna je vrsta jednospolih cvjetova, a počinje cvjetati u starosti od oko 25 godina. Plodovi su mu nešto sitniji u odnosu na plodove gorskoga javora i javora mlječa. Sjemenke su plosnate, a krilca zatvaraju kut od oko 180°. Plodovi (kalavci) dozrijevaju u rujnu i listopadu prve godine, a u 1 kg ide oko 15.600 sjemenki (Herman 1971).

* Dr. sc. Stjepan Kvesić, Šumskogospodarsko društvo / Šumskoprivredno društvo „Šume Središnje Bosne / Srednjobosanske šume“ d.o.o. Donji Vakuf.

² Prof. dr. sc. Dalibor Ballian, Dr. sc. Mirzeta Memišević Hodžić, Šumarski fakultet u Sarajevu, Zagrebačka 20, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina.

*ovo je dio doktorske disertacije kandidata dr. sc. Stjepana Kvesića

Prirodno je rasprostranjen u većem dijelu Europe, izuzev njenih sjevernih dijelova. S obzirom na njegovo malo komercijalno značenje, klen nije podložan različitim šumsko-uzgojnim zahvatima i vrlo često raste u spontano nastalim populacijama. Iz tih razloga klen može poslužiti kao vrijedan model u svrhu istraživanja osjetljivosti populacija na fragmentaciju staništa (Chybicki i sur. 2014). Klen ima iznimno široku ekološku amplitudu (Nagy i Ducci 2004). Raste u područjima s toplijom klimom, međutim otporan je i na zimske uvjete te u kontinentalnom području tolerira i temperaturne ekstreme (Nagy i Ducci 2004). Iako je najčešći na mezofilnim staništima, posebice u listopadnim hrastovim šumama, rasprostire se od razine mora do 1600 m nadmorske visine (Praciak i sur. 2013). Vrsta je koja ima umjerene potrebe za vodom. Favorizira vapnenačke supstrate, ali uspijeva i na teškim glinenim tlima. Osim toga, raste na tlima kojima je pH niži od 6 i veći od 8. Iznimno je tolerantan na sjenu posebice u prvih deset godina života, a potrebe za svjetlošću su mu veće nakon što počne plodonositi (Nagy i Ducci 2004). Vrlo je tolerantan na orezivanje, što ga čini izuzetno pogodnim za korištenje u živim ogradama (Jones 1945).

Chybicki i sur. (2014) navode da klen ne gradi čiste sastojine, ali je često subdominantna vrsta u mnogim šumskim sastojinama u Europi. U kontinentalnom području raste u mješovitim listopadnim šumama, posebice s vrstama iz roduvora *Quercus*, *Tilia*, *Ulmus* i *Castanea*, dok je vrlo rijedak u šumama četinjača (Jones 1945; FAO 2001). Prema Šiliću (1990), klen raste većinom u listopadnim mješovitim hrastovim šumama, posebno u poplavnim šumama hrasta lužnjaka i poljskoga jasena te u šumama hrasta kitnjaka i običnoga graba, cera i sladuna. Prema istom autoru, klen

najbolje uspijeva na rahlim, dubokim i mineralno bogatim tlima s blagim humusom. Na višim nadmorskim visinama, klen ima ograničenu mogućnost zbog dominacije bukve i graba (Nagy i Ducci 2004).

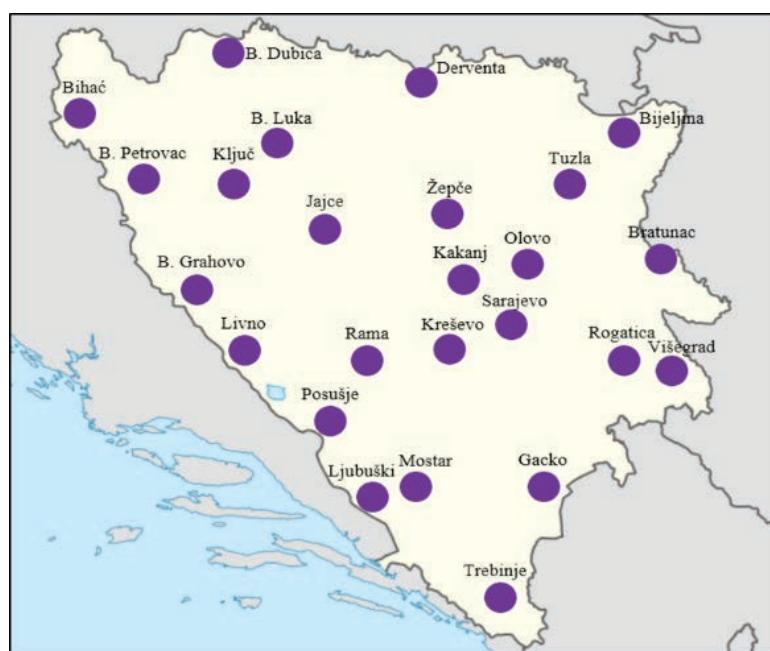
Drenkovski (1979) u svojim istraživanjima ističe veliku morfološku varijabilnost klena na Balkanskem poluotoku koji je ranije opisan i okarakteriziran kao šest različitih vrsta (*A. campestre* L., *A. marsicum* Guss., *A. austriacum* Tratt., *A. pseudomarsicum* (Pax) Drenk., *A. varbossianum* (Malý) Sim. i *A. pannonicum* Drenk.). Herman (1971) navodi da su listovi 5-7 cm dugački i nešto malo više široki te da su pretežito ptero-režnjasti (f. *quinquelobum* Schwerin = *lobatum* Pax), a rijetko tro-režnjasti (f. *subtrilobum* Schwerin). Šilić (2005) opisuje dva varijeteta, od kojih je jedan pustenastih plodova (var. *campestre*; syn. var. *leiocarpum* /Opiz/ Wallr.), a drugi golih (var. *eriocarpum* Wallr.). Navedeno ukazuje na iznimno široku ekološko-morfološku amplitudu populacija koje se obično svrstavaju pod zajedničko ime „klen“ (Jovanović 2000).

Cilj ovog istraživanja je utvrđivanje morfološke varijabilnosti ploda klena na prostoru Bosne i Hercegovine. Utvrđena morfološka varijabilnost populacija klena, može poslužiti u svrhu očuvanja ove vrste i njene raznolikosti, zatim u njenom oplemenjivanju te praćenju njenog reprodukcijskog materijala.

MATERIJAL I METODE

MATERIAL AND METHODS

Materijal za analizu morfološke varijabilnosti populacija klena sakupljen je u 25 prirodnih populacija u Bosni i Her-



Slika 1. Zemljopisni položaj istraživanih populacija.

Figure 1. Geographic position of researched populations.

cegovini (slika 1, tablica 1). Svaka od 25 populacija predstavljena je sa po 12 stabala, a svako stablo sa po pet zdravih i neoštećenih plodova. Plodovi su sakupljeni sa stabala na osami ili na rubu šume koja su normalno razvijena, kako bi njihov fenotip bio iskazan u potpunosti bez promjena uvjetovanih uzgojnim mjerama odnosno kako bi pokazivao recentno stanje vrste (Franjić 1996; Kajba 1996; Idžočić i sur. 2006; Mikić 2007; Ballian i sur. 2010; Zebec i sur. 2010). Ukupno je prikupljeno i morfometrijski obrađeno 1500 plodova. Stabla su bila udaljena najmanje 50 metara jedna od drugih kako bi se izbjegla mogućnost uzorkovanja genetički srodnih jedinki (Zebec i sur. 2010, 2014, 2015; Poljak i sur. 2012, 2014, 2015, 2018). Plodovi za morfometrijsku analizu su sakupljeni u rujnu 2014. godine i izmjereni su digitalnim pomicnim mjerilom. Točnost mjerjenja iznosi je 0,1 mm, a za svaki plod mjerene su sljedeće značajke (slika 2 i 3): dužina stapčice (F_1); dužina krilca sa sjemenkom (F_2); širina krilca (F_3); dužina krilca bez sjemenke (F_4); dužina krilca od najšireg dijela krilca (F_5); dužina sjemenke

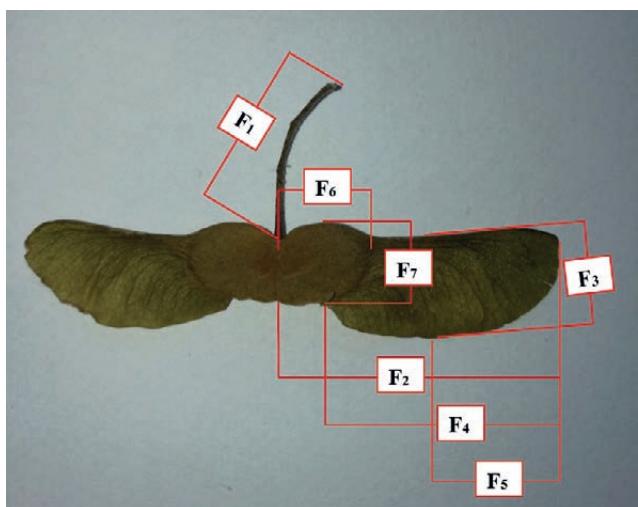
(F_6); širina sjemenke (F_7); i kut koji međusobno zatvaraju krilca (F_8). Iz mjernih značajki izvedeni su sljedeći omjeri: odnos širine krilca i dužine krilca sa sjemenkom ($F_9 = F_3/F_2$) i odnos širine sjemenke i dužine sjemenke ($F_{10} = F_7/F_6$).

Trend izmjerjenih morfoloških značajki opisan je putem deskriptivnih statističkih pokazatelja, pri čijem su izračunu korišteni standardni algoritmi deskriptivne statističke analize (Sokal i Rohlf 1989). Podaci su za sve populacije zajedno prezentirani sljedećim procjeniteljima: broj podataka (N), aritmetička sredina (M), minimalna vrijednost (x_{\min}), maksimalna vrijednost (x_{\max}), standardna devijacija (SD) i koeficijent varijacije (CV %). Osim toga, posebno za svaku populaciju izračunata je i: aritmetička sredina (M), standardna devijacija (SD) i koeficijent varijacije (CV %). Utvrđivanje statistički značajnih razlika između populacija i unutar populacija provedeno je pomoću analize varijance. Analiza je provedena univarijatno za mjerene značajke koje su imale normalnu distribuciju i homogenu varijancu. Za provjeru

Tablica 1. Istraživane populacije.

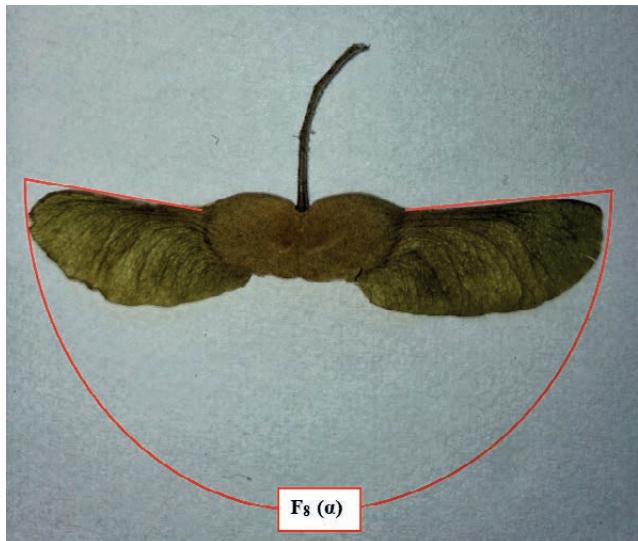
Table 1. Researched populations.

Redni broj No.	Populacija Population	Lokalitet Locality	Oznaka populacije Population ID	Zemljopisna širina Latitude	Zemljopisna dužina Longitude	Srednja nadmorska visina (m) Altitude	Eko-geografsko područje Eco-geographic region
1.	Posušje	Posuško polje	POS	43° 27' 10"	17° 22' 22"	710	Submediteransko-brdsko
2.	Rama	Rumboci	RAM	43° 49' 37"	17° 30' 28"	625	Submediteransko-planinsko
3.	Kreševo	Polje	KRE	43° 53' 01"	18° 04' 22"	570	Srednje-bosansko
4.	Žepče	Orahovica	ŽEP	44° 25' 27"	18° 03' 01"	225	Zavidovićko-tesličko
5.	Jajce	Podmiljače	JAJ	44° 22' 33"	17° 17' 36"	345	Srednje-bosansko
6.	Ključ	Čađavica	KLJ	44° 29' 08"	16° 53' 34"	685	Zapadnobosansko krečnjačko-dolomitno
7.	Banja Luka	Trapisti	BLU	44° 48' 25"	17° 13' 36"	185	Sjeverozapadno-bosansko
8.	Bosansko Grahovo	Bosansko Grahovo	BGR	44° 11' 12"	16° 22' 16"	845	Submediteransko-planinsko
9.	Livno	Mali Kablići	LIV	43° 51' 19"	16° 56' 31"	750	Submediteransko-brdsko
10.	Bosanski Petrovac	Vođenica	BPE	44° 37' 37"	16° 14' 57"	620	Zapadnobosansko vapnenasto-dolomitno
11.	Bihać	Spahići	BIH	44° 51' 29"	15° 53' 17"	315	Cazinske krajine
12.	Bosanska Dubica	Donji jelovac	BDU	45° 04' 44"	16° 41' 25"	170	Sjeverozapadno-bosansko
13.	Ljubuški	Studenci	LJU	43° 10' 11"	17° 37' 00"	50	Submediteransko
14.	Mostar	Pijesci	MOS	43° 11' 40"	17° 49' 00"	225	Submediteransko
15.	Višegrad	Dobrun	VIŠ	43° 45' 17"	19° 23' 17"	375	Gornje-drinsko
16.	Rogatica	Kukavice	ROG	43° 46' 55"	19° 00' 28"	515	Gornje-drinsko
17.	Bijeljina	Dragaljevac srednji	BIJ	44° 49' 01"	19° 01' 59"	95	Donje-drinsko
18.	Gacko	Vrba	GAC	43° 13' 28"	18° 34' 44"	1115	Submediteransko-planinsko
19.	Trebinje	Dobromani	TRE	42° 47' 26"	18° 09' 25"	240	Submediteransko
20.	Derventa	Lužani	DER	45° 01' 05"	17° 59' 29"	115	Sjeverno-bosansko
21.	Kakanj	Donja papratnica	KAK	44° 04' 42"	18° 06' 06"	450	Srednje-bosansko
22.	Tuzla	Donje dubrave	TUZ	44° 29' 39"	18° 40' 50"	245	Sjeverno-bosansko
23.	Olov	Bogonovići	OLO	44° 08' 18"	18° 33' 11"	510	Zavidovićko-tesličko
24.	Bratunac	Konjevići	BRA	44° 14' 48"	19° 06' 38"	220	Donje-drinsko
25.	Sarajevo	Tihovići	SAR	43° 55' 13"	18° 22' 48"	690	Srednje-bosansko



Slika 2. Mjerene značajke ploda (F_1 - F_7).

Figure 2. Measured fruit traits (F_1 - F_7).



Slika 3. Mjerena značajka ploda (F_8).

Figure 3. Measured fruit traits (F_8).

normalnosti raspodjele analiziranih podataka korišten je Kolmogorov-Smirnov test. U analizu su uključene sve istraživane značajke osim širine krilca (F_3) za koju je utvrđeno da nema normalnu distribuciju i homogenu varijancu. Analizirani faktori varijabilnosti bili su populacija i stablo, na način da je faktor „stablo“ ugniježđen unutar faktora „populacija“. Nadalje, kako bi se utvrdilo koje se točno populacije međusobno signifikantno razlikuju, provedeno je i dodatno testiranje Tukeyevim multiplim testovima (HSD) za sve parove populacija. Da bi se dobio uvid u zastupljenost pojedinih istraživanih izvora varijabilnosti u ukupnoj varijanci (između populacija, između stabala unutar populacije, unutar stabla) korištena je REML metoda (*Restricted Maximum Likelihood Method*). Navedene statističke analize izvršene su u statističkom programu SPSS 20.0 (IBM Corp. 2011).

REZULTATI

RESULTS

Najveći stupanj varijabilnosti imala je dužina stapčice ploda (F_1), $CV = 32,31\%$. Najstabilnija značajka ploda, odnosno značajka s najmanjim koeficijentom varijacije, utvrđena je za odnos širine sjemenke i dužine sjemenke (F_{10}), $CV = 8,13\%$. Navedene vrijednosti, kao i ostali rezultati deskriptivne statističke analize za sve populacije zajedno, prikazani su u tablici 2, a za svaku populaciju posebno u tablici 3.

Dužina stapčice ploda (F_1) kretala se u rasponu od 4,20 do 30,30 mm. Srednja vrijednost ove značajke, izračunata za sve populacije zajedno, iznosila je 12,63 mm. Najmanja srednja vrijednost dužine stapčice ploda karakteristična je za populaciju Gacko, a najveća za populaciju Derventa. Populacija Kreševo imala je najveći koeficijent varijacije za navedenu značajku, $CV 35,72\%$. Najmanja vrijednost koeficijenta varijacije od 19,06 % bila je karakteristična za populaciju Ključ.

Tablica 2. Parametri deskriptivne statistike za mjerene morfološke značajke za sve populacije zajedno.

Table 2. Descriptive statistical parameters for measured morphological traits for all populations together.

Značajka Trait	N	M	x_{\min}	x_{\max}	SD	CV(%)
F_1 (mm)	1500	12,63	4,20	30,30	4,08	32,31
F_2 (mm)	3000	28,35	14,50	43,50	4,09	14,42
F_4 (mm)	3000	27,10	11,10	43,50	4,57	16,86
F_5 (mm)	3000	11,11	4,50	21,50	2,32	20,90
F_6 (mm)	3000	8,56	5,60	11,90	0,99	11,54
F_7 (mm)	3000	8,14	5,20	11,80	0,95	11,65
F_8 (°)	1500	182,87	120,00	247,00	21,26	11,63
F_9	3000	0,33	0,20	0,50	0,04	12,92
F_{10}	3000	0,95	0,70	1,23	0,08	8,13

Tabelica 3. Parametri deskriptivne statistike za mjerene morfološke značajke.
Table 3. Descriptive statistical parameters for measured morphological traits.

ZNAČAJKA TRAJIT	POPULACIJA / POPULATION																									
	Deskriptivni pokazatelji Descriptive parameters	POS	RAM	KRE	ŽEP	JAU	KLJ	BLU	BGR	LIV	BPE	BIH	BDU	LJU	MOS	VŠ	ROG	BLJ	GAC	TRE	DER	KAK	TUZ	OLO	BRA	SAR
F_1	M	14,54	10,75	10,53	13,37	11,59	10,80	11,96	10,93	14,76	11,76	13,01	15,12	13,39	11,37	13,18	16,26	10,37	12,07	16,53	11,98	13,18	12,76	12,98	11,16	
	SD	3,86	2,96	3,76	3,40	3,33	2,06	3,82	3,00	5,14	3,37	4,33	3,58	3,47	4,21	4,84	2,37	3,84	4,69	3,63	3,87	4,11	4,46	3,24		
	CV %	26,52	27,57	35,72	25,42	28,71	19,06	31,94	27,47	34,82	28,63	26,07	23,35	28,68	26,74	30,56	31,96	29,76	22,85	31,83	28,37	30,28	29,38	32,24	34,35	29,02
F_2	M	24,93	27,25	30,93	27,52	28,57	28,69	30,72	28,21	26,65	26,79	25,70	29,27	26,21	25,43	28,54	34,61	32,33	26,87	22,92	32,14	29,01	29,61	30,16	27,84	27,74
	SD	2,82	2,57	4,23	2,77	3,19	3,82	3,34	3,14	2,28	3,28	3,36	3,90	2,49	2,57	3,27	3,09	2,60	4,35	4,49	2,94	2,95	3,12	3,24	3,02	
	CV %	11,30	9,43	8,30	15,37	9,68	11,13	12,42	11,84	11,78	8,53	12,75	11,49	14,88	9,77	8,99	9,46	9,57	9,66	18,98	13,96	10,15	9,97	10,34	11,64	10,89
F_3	M	20,43	24,10	28,71	26,40	27,72	28,24	29,92	27,39	26,00	26,30	25,31	28,78	25,03	24,37	27,58	34,08	31,78	24,95	20,73	31,27	27,48	28,51	29,11	26,71	26,72
	SD	3,26	2,98	2,85	4,92	2,81	3,29	4,24	3,14	3,37	2,37	3,35	3,45	3,95	2,92	2,56	3,39	3,45	3,11	4,76	4,73	3,13	3,14	3,62	3,04	
	CV %	15,95	12,37	9,91	18,64	10,12	11,66	14,19	11,46	12,95	9,00	13,22	11,99	15,79	12,00	9,27	9,95	10,87	12,47	22,97	15,11	11,37	10,92	10,80	13,54	11,36
F_4	M	9,74	10,71	11,93	11,63	10,90	11,09	11,24	10,54	9,82	10,95	9,76	11,18	10,36	11,32	11,47	14,07	12,38	11,25	8,92	12,20	11,55	11,17	11,42	10,42	11,66
	SD	1,96	2,14	2,03	3,11	1,92	2,44	2,23	1,74	1,91	1,97	2,04	2,35	1,91	2,00	2,06	1,89	1,72	2,32	2,34	1,85	1,83	2,07	2,12	1,61	
	CV %	20,08	19,98	17,02	26,72	17,59	22,02	22,11	21,11	17,71	17,46	20,14	18,28	22,69	16,90	17,47	14,64	15,31	15,26	26,07	19,17	16,05	16,34	18,09	20,31	13,82
F_5	M	8,02	8,06	8,88	8,35	8,43	8,33	8,96	9,23	7,69	8,37	8,22	8,91	7,74	7,63	8,98	9,68	9,49	8,27	7,42	9,57	8,92	8,68	8,87	9,01	8,36
	SD	0,77	0,73	1,04	0,67	0,77	0,76	0,96	0,86	0,78	0,67	0,79	0,87	0,75	0,75	0,58	0,73	0,73	0,85	0,52	0,86	0,95	0,76	0,56	0,92	0,75
	CV %	9,62	9,08	11,68	8,06	9,13	9,18	10,76	9,32	10,09	8,02	9,58	9,71	9,70	7,60	8,31	7,50	8,92	6,29	11,53	9,92	8,47	6,51	10,39	8,34	8,87
F_6	M	7,28	7,62	8,41	8,13	8,58	8,03	8,74	8,12	7,58	7,45	7,79	8,46	7,18	7,75	8,56	9,08	8,76	8,08	7,00	8,92	8,61	8,26	8,52	8,46	8,19
	SD	0,77	0,71	0,88	0,77	0,76	0,61	0,70	0,84	0,59	0,77	0,95	0,70	0,61	0,77	0,86	0,67	0,55	0,89	0,91	0,84	0,66	0,93	0,80	0,57	
	CV %	10,52	9,35	10,44	9,48	8,90	7,59	11,74	8,57	11,14	7,98	9,85	11,18	9,82	7,89	8,95	9,47	7,64	6,83	12,66	10,17	9,78	8,00	10,87	9,46	7,00
F_7	M	181,13	184,85	182,70	194,72	188,95	185,13	192,27	166,60	173,40	173,35	184,88	174,20	173,95	197,33	184,13	179,47	186,47	190,28	187,48	196,62	176,17	188,92	169,53	180,52	178,70
	SD	18,37	14,02	18,80	27,80	19,43	16,85	20,15	12,65	15,47	21,67	17,14	18,93	20,32	20,09	18,79	15,00	20,25	17,66	24,14	21,53	23,48	21,47	25,09	21,13	14,66
	CV %	10,14	7,59	10,29	14,28	9,10	10,48	7,59	8,92	12,50	9,27	10,87	11,68	10,18	10,20	8,36	10,86	9,28	12,87	10,95	13,33	11,36	14,80	11,71	8,20	
F_8	M	0,35	0,33	0,35	0,34	0,36	0,33	0,37	0,33	0,36	0,34	0,33	0,32	0,32	0,33	0,35	0,35	0,33	0,31	0,32	0,35	0,31	0,33	0,31	0,34	
	SD	0,05	0,03	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,05	0,03	0,04	0,04	
	CV %	14,44	9,11	10,33	13,37	11,74	12,93	10,35	13,20	13,68	13,02	13,23	12,27	13,46	8,86	11,87	11,21	10,40	11,77	12,69	9,45	14,17	8,94	13,68	12,04	13,19
F_9	M	0,91	0,95	0,98	1,02	0,97	0,98	0,88	0,99	0,95	0,95	0,93	1,02	0,96	0,94	0,93	0,98	0,94	0,93	0,97	0,95	0,96	0,94	0,98	0,98	
	SD	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,06	0,08	0,08	0,08	0,06	0,07	0,07	0,06	0,07	0,08	0,08	0,06	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	
	CV %	5,71	6,54	5,84	7,18	6,93	8,11	6,16	8,63	7,91	8,66	7,90	6,12	7,76	8,20	8,22	6,67	7,44	6,50	7,34	8,23	8,13	7,86	7,93	7,15	7,36
F_{10}	M	0,91	0,95	0,98	1,02	0,97	0,98	0,88	0,99	0,95	0,95	0,93	1,02	0,96	0,94	0,93	0,98	0,94	0,93	0,97	0,95	0,96	0,94	0,98	0,98	
	SD	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,06	0,08	0,08	0,08	0,06	0,07	0,07	0,06	0,07	0,08	0,08	0,06	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	
	CV %	0,91	0,95	0,98	1,02	0,97	0,98	0,88	0,99	0,95	0,95	0,93	1,02	0,96	0,94	0,93	0,98	0,94	0,93	0,97	0,95	0,96	0,94	0,98	0,98	

Za značajku dužina krilca sa sjemenkom (F_2) utvrđen je koeficijent varijabilnosti od 14,42%. Pojedinačne vrijednosti kretale su se u rasponu od 14,50 do 43,50 mm, a srednja vrijednost ove značajke iznosila je 28,35 mm. Najmanja aritmetička sredina zabilježena je u populacije Trebinje i iznosila je 22,92 mm, dok je najveća zabilježena u populacije Rogatica i iznosila je 34,61 mm. Najveća varijabilnost karakterizirala je populaciju Trebinje ($CV = 18,98\%$), a najmanja populaciju Kreševo ($CV = 8,30\%$).

Koeficijent varijacije od 16,86 % bio je svojstven dužini krilca ploda bez sjemenke (F_4). Navedena značajka varirala je od 11,10 do 43,50 mm. Srednja vrijednost ove značajke iznosila je 27,10 mm. Prosječno najmanje vrijednosti za navedenu značajku zabilježene su u populaciji Posušje (20,43 mm), a prosječno najveće u populaciji Rogatica (34,08 mm). Populacija Trebinje imala je najveći stupanj varijabilnosti ($CV = 22,97\%$), a populacija Bosanski Petrovac najmanji ($CV = 9,00\%$).

Za značajku dužina krilca od najšireg dijela krilca (F_5) utvrđen je koeficijent varijacije od 20,90 %. Dužina krilca od najšireg dijela krilca varirala je od 4,50 do 21,50 mm. Srednja vrijednost ove značajke iznosila je 11,11 mm. Najniža srednja vrijednost bila je karakteristična za populaciju Trebinje i iznosila je 8,92 mm, dok je najveća srednja vrijednost bila karakteristična za populaciju Rogatica i iznosila je 14,07 mm. Najveći stupanj varijabilnosti ($CV = 26,72\%$) bio je svojstven populaciji Žepče, a najmanji populaciji Sarajevo ($CV = 13,82\%$).

Dužina sjemenke (F_6) kretala se u rasponu od 5,60 do 11,90 mm s prosječnim koeficijentom varijacije 11,54 %. Srednja vrijednost dužine sjemenke iznosila je 8,56 mm. Najmanja srednja vrijednost dužine sjemenke utvrđena je za populaciju Trebinje 7,42 mm, a najveća za populaciju Rogatica 9,68 mm. Najvarijabilnija populacija s obzirom na navedenu značajku bila je populacija Kreševo ($CV = 11,68\%$), a najmanje varijabilna populacija Gacko ($CV = 6,29\%$).

Širina sjemenke (F_7) za 25 istraživanih populacija kretala se je u rasponu od 5,20 do 11,80 mm. Srednja vrijednost širine sjemenke iznosila je 8,14 mm s koeficijentom varijacije od 11,65 %. Najmanja srednja vrijednost širine sjemenke utvrđena je u populaciji Trebinje i iznosila je 7,00 mm, a najveća u populaciji Rogatica i iznosila je 9,08 mm. Najveću varijabilnost, kada je u pitanju širina sjemenke, imala je populacija Trebinje u koje je koeficijent varijacije iznosio 12,66 %, a najmanju varijabilnost, kao i u značajke dužina sjemenke (F_6), imala je populacija Gacko u koje je koeficijent varijacije iznosio od 6,83 %.

Vrijednost koeficijenta varijacije za kut koji međusobno zatvaraju krilca (F_8) iznosila je 11,63 %. Navedeni kut kretao se u rasponu od 120° do 247° . Srednja vrijednost kuta iznosila je $182,87^\circ$. Najmanja srednja vrijednost bila je karakteristična za populaciju Bosansko Grahovo i iznosila je $166,60^\circ$, a najveća za populaciju Mostar i iznosila je $197,33^\circ$. Populacija Olovo je imala najveću varijabilnost ($CV = 14,80\%$), a populacija Bosansko Grahovo najmanju ($CV = 7,59\%$).

Tablica 4. Rezultati univariatne analize varijance (ANOVA).

Table 4. Results of univariate analysis of variance (ANOVA).

Značajka Trait	Izvor varijabilnosti Source of Variation	Suma kvadrata Sum of Squares	Broj stupnjeva slobode Degree of freedom	Sredina kvadrata MeanSquare	F vrijednost F Value	Značajnost Significance
F_1	Populacija	86,93	24	3,62	4,70	p<0,0001
	Stablo/Populacija	212,07	275	0,77		
F_2	Populacija	143,20	24	5,97	10,53	p<0,0001
	Stablo/Populacija	155,80	275	0,57		
F_4	Populacija	160,98	24	6,71	13,37	p<0,0001
	Stablo/Populacija	138,02	275	0,50		
F_5	Populacija	94,10	24	3,92	5,26	p<0,0001
	Stablo/Populacija	204,90	275	0,75		
F_6	Populacija	143,47	24	5,98	10,57	p<0,0001
	Stablo/Populacija	155,53	275	0,57		
F_7	Populacija	127,07	24	5,29	8,47	p<0,0001
	Stablo/Populacija	171,93	275	0,63		
F_8	Populacija	55,46	24	2,31	2,61	p<0,0001
	Stablo/Populacija	243,54	275	0,89		
F_9	Populacija	52,75	24	2,20	2,45	p<0,0001
	Stablo/Populacija	246,25	275	0,90		
F_{10}	Populacija	72,22	24	3,01	3,65	p<0,0001
	Stablo/Populacija	226,78	275	0,82		

Tablica 5. Komponente varijance.

Table 5. Variance components.

ZNAČAJKA	Efekt (%)			
	Populacija	Stablo / populacija	Ostatak	UKUPNO
F ₁	12,97	34,87	52,16	100,00
F ₂	35,27	44,83	19,90	100,00
F ₄	41,12	40,26	18,62	100,00
F ₅	17,04	47,42	35,54	100,00
F ₆	34,42	44,32	21,26	100,00
F ₇	30,11	49,20	20,69	100,00
F ₈	9,13	65,93	24,94	100,00
F ₉	7,74	69,03	23,23	100,00
F ₁₀	14,62	62,53	22,84	100,00

Za odnos širine krilca ploda i dužine krilca ploda s orašicom (F₉) bio je svojstven koeficijent varijacije od 12,92 %. Vrijednost istraživanog svojstva varirala je od 0,20 do 0,50. Srednja vrijednost ovoga svojstva iznosila je $0,33 \pm 0,001$. Najniža srednja vrijednost bila je karakteristična za populaciju Trebinje i iznosila je $0,31 \pm 0,004$, dok je najveća srednja vrijednost bila karakteristična za populaciju B. Luka i iznosila je $0,37 \pm 0,003$. Najveći stupanj varijabilnosti sa vrijednošću koeficijenta varijacije od 14,44 % svojstven je populaciji Posušje, dok je najmanji karakterističan za populaciju Mostar s vrijednošću koeficijenta od 8,86 %.

Za odnos širine i dužine sjemenke (F₁₀) utvrđena je najmanja varijabilnost od svih istraživanih značajki ploda. Navedeni omjer kretao se u rasponu od 0,70 do 1,23, a srednja vrijednost ove značajke iznosila je 0,95. Najmanji prosječni odnos širine i dužine sjemenke imala je populacija Bosansko Grahovo 0,88, a najveći populacija Mostar 1,02. Najvarijabilnija populacija s obzirom na ovu značajku bila je Bosanski Petrovac (CV = 8,66 %), a najmanje varijabilna populacija Posušje (CV = 5,71 %).

Analizom varijance utvrđeno je da se istraživane populacije statistički značajno razlikuju za svih devet analiziranih značajki ploda, što je vidljivo iz tablice 4. U svrhu postizanja uvjeta normalnosti pri analizi varijance korišteni su prosjeci jedinki, a ne podaci za pojedinačne plodove.

Višestrukim testiranjem utvrđeno je da je dužina krilca ploda bez sjemenke (F₄), značajka koja u najvećoj mjeri doprinosi razlikovanju populacija javora klena. Za navedenu značajku utvrđeno je da su se populacije, na razini značajnosti 0,05, međusobno statistički značajno razlikovale u 30,33 % slučajeva višestrukih usporedbi. Nakon ove značajke, najveći doprinos u razlikovanju populacija javora klena kada je u pitanju plod, imala je značajka dužina sjeme-

menke (F₆) pomoću koje su se populacije statistički značajno razlikovale u 26,67 % slučajeva višestrukih usporedbi. Zatim slijedi značajka dužina krilca ploda sa sjemenkom (F₂) u kojega je ovaj postotak iznosio 25,00 te značajka širina sjemenke (F₇) u kojega su se populacije statistički značajno razlikovale u 21,00 % slučajeva. Populacije javora klena u najmanjoj mjeri razlikovale su se za značajku odnos širine krilca ploda i dužine krilca ploda sa sjemenkom (F₉). Osim ove značajke, relativno mali doprinos u razlikovanju populacija imale su značajke: kut koji međusobno zatvaraju krilca (F₈); odnos širine sjemenke i dužine sjemenke (F₁₀); dužina stapčice ploda (F₁); i dužina krilca ploda od najšireg dijela krilca (F₅).

Za sve analizirane značajke ploda zajedno, utvrđeno je da se populacija Trebinje najviše razlikuje u odnosu na ostale istraživane populacije. Naime, ova populacija se, na razini značajnosti 0,05, od ostalih populacija međusobno statistički značajno razlikovala u 39,35 % slučajeva višestrukih usporedbi. Zatim slijedi populacija Rogatica, koja se od ostalih populacija međusobno statistički značajno razlikovala u 36,57 % slučajeva. Kada je riječ o razlikama u analiziranim značajkama ploda, osim ovih dviju populacija u nešto većoj mjeri bile su divergentne populacije: Derventa, Bijeljina i Posušje. S druge strane, populacija koja se u pogledu analiziranih značajki ploda najmanje razlikovala u odnosu na ostale istraživane populacije, bila je populacija Ključ. Populacija Ključ se od ostalih istraživanih populacija razlikovala u svega 6,94 % slučajeva višestrukih usporedbi. Nakon ove populacije najmanju divergentnost pokazale su populacije: Tuzla, Višegrad i Žepče u kojih je ovaj postotak iznosio 7,41% zatim, populacije: Bosanska Dubica, Kakanj, Gacko, Sarajevo, Bratunac, Olovno i Jajce, koje su se razlikovale u manje od 10,00 % slučajeva višestrukih usporedbi. Populacije: Bihać, Kreševo, Rama, Bosansko Grahovo, Bosanski Petrovac, Banja Luka, Livno, Ljubuški i Mostar, su se statistički značajno razlikovale između 10,00 i 20,00 % slučajeva višestrukih usporedbi.

REML metodom (*Restricted Maximum Likelihood Method*) dobiven je uvid u zastupljenost pojedinih istraživanih izvora varijabilnosti u ukupnoj varijanci (između populacija, između stabala unutar populacije, ostatak). Provedenom analizom utvrđena je veća unutarpopulacijska nego međupopulacijska varijabilnost. Odstupanje od toga pravila pokazuje značajka dužina krilca ploda bez sjemenke (F₄) kod koje međupopulacijska i unutarpopulacijska varijabilnost zauzimaju podjednak udio u ukupnoj varijanci.

RASPRAVA I ZAKLJUČCI

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Zanimljiva je činjenica da morfološka istraživanja klena nisu bila predmetom brojnih i opsežnih istraživanja na prostoru Europe. Razlozi ponajprije leže u malom komercijal-

nom značaju ove vrste, iako predstavlja značajan ekološki element različitih ekosustava unutar svoje prirodne rasprostranjenosti, kao i agrikulturalnih pejzaža. Primarni fokus istraživača ove vrste (Drenkovski 1979) bila je unutarvrsna taksonomija kompleksa *Acer campestre* sensu latissimo.

Iako su u današnje vrijeme molekularne metode dominantne u populacijskim istraživanjima (Ballian i Tröber 2017; Zebec i sur. 2016; Poljak i sur. 2017), morfometrijske metode još uvijek imaju značajnu ulogu u razjašnjavanju obrazaca unutar- i među-populacijske varijabilnosti (Ballian i sur. 2010, 2014; Brus i sur. 2011; Jarni i sur. 2011; Galvan i sur. 2012; Jasińska i sur. 2013; Poljak i sur. 2012, 2014, 2015, 2018; Paridari i sur. 2013; Zebec i sur. 2010, 2014, 2015; Popović i Kerkez 2016). Unatoč brojnim istraživanjima u prošlosti (Pax 1885; Malý 1906; Hayek 1927; Plavšić 1941; Fukarek 1953; Drenkovski 1979), taksonomija klena (*Acer campestre* s.l.) još uvijek nije u potpunosti razjašnjena zbog izrazite lokalne i regionalne varijabilnosti ove vrste. Sama činjenica o prisutnoj i neriješenoj taksonomsкоj kompleksnosti posredno ukazuje na veliku morfološku varijabilnost unutar vrste. Provedena detaljna istraživanja morfološke varijabilnosti klena u Bosni i Hercegovini predstavljaju pionirska istraživanja ove vrste. Istraživanjima je potvrđena velika morfološka varijabilnost istraživane vrste, kao i značajna izdiferenciranost i strukturiranost populacija na malom prostoru unutar Bosne i Hercegovine, u usporedbi s ukupnom prirodnom rasprostranjenosću ove vrste.

Najvarijabilnija značajka ploda u javora klena bila je dužina stapčice ploda (F_1). Nasuprot tomu, najmanje varijabilnom značajkom pokazao se odnos širine i dužine sjemenke (F_{10}). I u drugih vrsta javora utvrđeni su isti obrasci (Tripić 2011), kao i u nekih drugih vrsta drveća (Poljak 2014). Najdivergentnije populacije obuhvaćene ovim istraživanjem bile su populacija Trebinje i populacija Rogatica. Za populaciju Trebinje utvrđene su minimalne srednje vrijednosti za pet od devet analiziranih značajki ploda, a za populaciju Rogatica maksimalne srednje vrijednosti za pet od devet analiziranih značajki.

Analizom varijance ustanovljene su statistički značajne razlike između populacija za svih devet analiziranih značajki ploda. Isto tako, istraživanjem je utvrđeno da je unutarpopulacijska varijabilnost veća od međupopulacijske varijabilnosti za većinu istraživanih značajki. Odstupanje od tog pravila pokazuje varijabla F_4 (dužina krilca ploda bez sjemenke) gdje komponenta varijance na međupopulacijskoj i unutarpopulacijskoj razini zauzima podjednak udio u ukupnoj varijanci. Ovakvi rezultati su u skladu s rezultatima ostalih autora koji istražuju morfološku varijabilnost populacija drvenastih vrsta (Ballian i sur. 2010, 2014; Bolvanský i Užík 2005; Brus i sur. 2011; Jarni i sur. 2011; Poljak 2014; Poljak i sur. 2012, 2014, 2015, 2018; Popović i Kerkez 2016; Zebec i sur. 2010, 2014, 2015).

Općenito uzevši, uzorkovane populacije klena u Bosni i Hercegovini odlikovale su se visokim stupnjem varijabilnosti ploda, pri čemu su izvedene značajke bile manje varijabilne od mjernih, ukazavši tako na nižu stopu variranja oblika od dimenzija ploda.

Kako bi se donijeli kritičniji zaključci o varijabilnosti populacija javora klena na području Bosne i Hercegovine i ostalog dijela njegove prirodne rasprostranjenosti, potrebno je istraživanja proširiti i na morfometrijska istraživanja vegetativnih biljnih organa, kao i na molekularno-biološke metode istraživanja. Dobiveni rezultati, temeljeni na morfometrijskoj analizi morfoloških značajki plodova, mogu poslužiti kao temelj za nastavak istraživanja s ciljem utvrđivanja interakcije ekoloških, zemljopisnih i morfoloških značajki.

LITERATURA

REFERENCES

- Ballian D., A. Hajrudinović, J. Franjić, F. Bogunić 2014: Morfološka varijabilnost lista makedonskoga hrasta (*Quercus trojana* Webb.) u Bosni i Hercegovini i Crnoj Gori. Šumarski list, 138(3–4): 135–144. Zagreb.
- Ballian D., M. Memišević, F. Bogunić, N. Bašić, M. Marković, D. Kajba 2010: Morfološka varijabilnost hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) na području Hrvatske i zapadnog Balkana. Šumarski list, 134(7–8): 371–386. Zagreb.
- Ballian, D., U. Tröber, 2017: Genetska karakterizacija europske crne topole (*Populus nigra* L.) u Bosni i Hercegovini. Šumarski list, 141 (7–8): 351–362. Zagreb.
- Bolvanský M., M. Užík 2005: Morphometric variation and differentiation of European Chestnut (*Castanea sativa*) in Slovakia. Biologia, 60: 423–429. Bratislava.
- Brown J. D. 1997: Statistics Corner: Questions and answers about language testing statistics: Skewness and kurtosis. Shiken: JALT Testing&Evaluation SIG Newsletter, 1(1): 16–18.
- Brus R., D. Ballian, F. Bogunić, M. Bobinac, M. Idžožić 2011: Leaflet morphometric variation of service tree (*Sorbus domestica* L.) in the Balkan peninsula. Plant Biosystems, 145: 278–285.
- Chybicki I.J., B Waldon-Rudzinek, K. Meyza 2014: Population at the edge: increased divergence but not in breeding towards northern range limit in *Acer campestre*. Tree Genetics and Genomes, 10: 1739–1753.
- Drenkovski R. 1979: Taksonomska obrada *Acer campestre*–*Acer marsicum*– kompleksa u Jugoslaviji. Doktorska disertacija.str. 116–139. Skopje-Beograd
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2001: Global Ecological Zoning for the Global Forest Resources Assessment 2000. Forestry Department, Rome, Italy.
- Franjić J. 1996: Morfometrijska analiza varijabilnosti lista posavskih i podravskih populacija hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L., *Fagaceae*) u Hrvatskoj, Glasnik za šumske pokuse, 33: 153–214. Zagreb.
- Fukarek P. 1953: Javori Bosne i Hercegovine u radovima Karla Malý-a. Godišnjak Biološkog Instituta u Sarajevu. God. V., Sv. 1–2. Sarajevo.

- Galvan J.V., J.J.J. Novo, A.G. Cabrera, D. Ariza, J. Garcia-Olmo, R.M.N. Cerrillo 2012: Population variability based on the morphometry and chemical composition of the acorn in Holm oak (*Quercus ilex* subsp. *ballota* [Desf] Samp.). European Journal of Forest Research, 131: 893–904.
- Hayek A. 1927: Prodromus Flora peninsulae Balcanicae. Bd. I. Beihefte zu Fedde Repert. Spec. Novar. Bd. XXX/1. Str. 601–607. Berlin – Dahlen
- Herman, J., 1971: Šumarska dendrologija, Stanbiro, 470 str., Zagreb.
- IBM Corp. Released 2011. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0. Armonk, New York.
- Idžoitić M., M. Zebec, D. Drvodelić 2006: Varijabilnost populacija brekinje u kontinentalnom dijelu Hrvatske prema morfološkim obilježjima lišća i plodova. Glasnik za šumske pokuse, Posebno izdanje, 5: 305–314. Zagreb.
- Jarni K., M. Westergren, H. Kraigher, R. Brus 2011: Morphological variability of *Fraxinus angustifolia* Vahl in the north-western Balkans. Acta Societatis Botanicorum Poloniae, 80: 245–252.
- Jasinska A.K., K. Boratyńska, K. Sobierajska, A. Romo, T. Ok, M.B.D. Kharat, A. Boratyński 2013: Relationships among *Cedrus libani*, *C. brevifolia* and *C. atlantica* as revealed by the morphological and anatomical needle characters. Plant Systematics and Evolution, 299: 35–48.
- Jones E.W. 1945: Biological Flora of the British Isles: *Acer pseudoplatanus* L. Journal of Ecology, 32: 220–237.
- Jovanović B. 2000: Dendrologija. Univerzitetski udžbenik. Str. 360. Beograd
- Kajba D. 1996: Medupopulacijska i unutarpopulacijska varijabilnost breze (*Betula pendula* Roth.) u dijelu prirodne rasprostranjenosti u Republici Hrvatskoj. Glasnik za šumske pokuse, 33: 53–108.
- Malý K. 1906: *Acer campestre* L. var. *varbossianum* Malý u Dörfler. Herbarium Normale Schedae ad Cent. XLVII. Wien, 4617: 190.
- Mikić T. 2007: Analiza morfoloških parametara lista divlje trešnje (*Prunus avium* L.) u Bosni i Hercegovini. Disertacija, Šumarski fakultet u Banja Luci.
- Nagy L., F. Ducci 2004: EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for field maple (*Acer campestre*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. Str. 1–6. Rome.
- Paridari I. C., S.G. Jalali, A. Sonboli, M. Zarafshar, F. Bruschi 2013: Leaf macro- and micro-morphological altitudinal variability of *Carpinus betulus* in the Hyrcanian forest (Iran). Journal of Forestry Research, 24: 301–307.
- Pax F. 1885: Monographie der Gattung Acer. Engler Botanischer Jahrbücher VI. Str. 287.
- Plavšić S. 1941: Neue Pflanzenformen aus Bosnien. II. Aceraceae. Österr. Botan. Zeitschrift Bd. 90. Wien. Heft 4. Str. 213–223.
- Poljak I. 2014: Morfološka i genetička raznolikost populacija i kemijski sastav plodova evropskog pitomog kestena (*Castanea sativa* Mill.) u Hrvatskoj. Doktorska disertacija. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str. 1–194. Zagreb.
- Poljak I., M. Idžoitić, I. Šapić, J. Vukelić, M. Zebec 2014: Population variability of grey (*Alnus incana* L./ Moench) and black alder (*A. glutinosa* L./ Gaertn.) in the Mura and Drava region according to the leaf morphology. Šumarski list, 138 (1–2): 7–17.
- Poljak I., M. Idžoitić, M. Zebec, N. Perković 2012: The variability of European sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in the region of northwest Croatia according to morphology of fruits. Šumarski list, 136 (9–10): 479–489. Zagreb.
- Poljak, I., D. Kajba, I. Ljubić, M. Idžoitić, 2015: Morphological variability of leaves of *Sorbus domestica* L. in Croatia. Acta Soc Bot Pol, 84 (2): 249–259.
- Poljak, I., M. Idžoitić, Z. Šatović, M. Ježić, M. Čurković-Perica, B. Simovski, J. Acevski, Z. Liber, 2017: Genetic diversity of the sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in Central Europe and the western part of the Balkan Peninsula and evidence of marlon genotype introgression into wild populations, Tree Genet Genomes, 13: 18.
- Poljak, I., M. Idžoitić, I. Šapić, P. Korijan, J. Vukelić, 2018: Diversity and Structure of Croatian Continental and Alpine-Dinaric Populations of Grey Alder (*Alnus incana* L./ Moench subsp. *incana*): Isolation by Distance and Environment Explains Phenotypic Divergence. Šumarski List 142 (1–2): 19–32. Zagreb.
- Popović V., I. Kerkez 2016: Varijabilnost populacija divlje trešnje (*Prunus avium* L.) u Srbiji prema morfološkim svojstvima listova. Šumarski list, 140(7–8): 347–355. Zagreb.
- Praciak A., N. Pasiecznik, D. Sheil, M. van Heist, M. Sassen, C.S. Correia, C. Dixon, G. Fyson, K. Rushford, C. Teeling 2013: The CABI encyclopedia of forest trees, CABI, Oxfordshire, UK.
- Savill P.S. 2013: The silviculture of trees used in British forestry. Centre for Agriculture and Bioscience International.
- Sokal R.R., F.J. Rohlf 1981: Biometry – The Principles and Practice of Statistics in Biological Research. 2nd ed. W.H. Freeman and Company, San Francisco.
- Šilić Č. 1990: Atlas drveća i grmlja. IP »Svetlost«, str. 132. Sarajevo.
- Tripić R. 2011: Obrasci ekološko-morfološke diferencijacije populacija i vrsta sekcije Goniocarpa Pojarkova roda Acer na jugoistočnim Dinaridima. Doktorska disertacija. Prirodno-matematički fakultet Sarajevo. Str. 1–350. Sarajevo.
- Wright D.B., J.A. Herrington 2011: Problematic standard errors and confidence intervals. Behavior Research Methods, 43: 8–17.
- Zebec M., M. Idžoitić, I. Poljak 2014: Morfološka varijabilnost nizinskog briješta (*Ulmus minor* Mill. sensu latissimo) na području kontinentalne Hrvatske. Šumarski list, 138(11–12): 563–572. Zagreb.
- Zebec M., M. Idžoitić, I. Poljak, I. Mihaldinec 2010: Varijabilnost nizinskog briješta (*Ulmus minor* Mill. sensu latissimo) na području hrvatske Podravine prema morfološkim svojstvima listova. Šumarski list, 134(11–12): 569–580. Zagreb.
- Zebec, M., M. Idžoitić, I. Poljak, I. Modrić, 2015: Population variability of wychelm (*Ulmus glabra* Huds.) in the mountainous region of Croatia according to the leaf morphology. Šumarski list 139 (9–10): 429–439.
- Zebec, M., M. Idžoitić, Z. Šatović, I. Poljak, Z. Liber, 2016: Alive and kicking, or, living on borrowed time? – Microsatellite diversity in natural populations of the endangered *Ulmus minor* Mill. sensu latissimo from Croatia. Acta Bot Croat, 75 (1): 53–59.

SUMMARY

We researched the morphological variability of 25 populations of field maple (*Acer campestre* L.) in the territory of Bosnia and Herzegovina. Morphometric research of intrapopulation and interpopulation variability was based on ten morphological traits of the fruit, using descriptive and univariate statistical analyses. Measured trait of fruit petiole length showed the highest variability and calculated characteristic proportion of width and length of seed showed the lowest variability. Measured traits of fruit were more variable than calculated traits, suggesting less variation in shape than the size of fruits. By analysing variance, we found statistically significant differences between populations in all analysed fruit traits. However, for most traits (eight out of nine), there was a higher intrapopulation than interpopulation variability. The obtained results can serve as a basis for further research in other parts of the species distribution range, with the aim of determining the interaction of ecological, geographical, climatic and migration factors on the overall morphological variability of field maple populations.

KEY WORDS: field maple, fruit, morphometric analysis, morphological variability

PRIJE STO GODINA: ŠUMARSKI LIST 11-12/1919.

GOSPODARENJE NA MALIM POVRŠINAMA

Završavajući ovogodišnju seriju tekstova o pisanju našeg časopisa prije sto godina ne možemo ne primjetiti da je tijekom te 1919. od prvih brojeva u novoj državi i novoj konstelaciji snaga, ispunjenih brojnim šumarsko-političkim temama, prvotni polet i oduševljenje hrvatskih šumara novim mogućnostima "bratske" suradnje jednostavno splasnuo. U posljednjem broju teško smo pronašli neku temu kojom bi se čudili našim predšasnicima i kojom ni zaintrigirali suvremenike.

Međutim, sama se otvorila jedna tema koja bi začudila te naše stare kolege: zar će se šumari i nakon sto godina još uvijek time baviti?

Hrvatsko šumarsko društvo upravo se ovih dana vratilo sa stručne ekskurzije po češkim šumama u pratnji i pod stručnim vodstvom akademika Igora Anića. Tema je bila: gospodarenje šumama na malim površinama. A pogledajte što o toj temi piše Šumarski list 11-12/1919. iz pera šumara grada Zagreba Albina Leusteka. Zapravo, izvatka iz Mayrova djela Waldbau.

Šuma malih sastojina,

t. j. prijedlozi za gospodarenje šuma, koje će više odgovarati prirodnim zakonima i renti.
Iz Mayrovo djeła „Waldbau“, preveo A. Leustek, šumar grada Zagreba.

Dugi niz vremena nastojao je Mayr, da sasma drugim tragom pronade zlatnu sredinu gospodarenja, koje će zaštitivati pravo današnjeg uživaoca, t. j. najvišu rentu, kano i pravo naslijednika, našto oni bezuvjetno pravo imadu, t. j. čuvati im neoslabljenu snagu tia i vrsti drveća. Svoje prijedloge iznesao je Mayr u knjizi Waldbau, u kratko sastavljenom odsjeku „Šuma malih sastojina“ (Kleinbestandswald). Da li je navedeno sa stanovišta uzgoja i tehnike uređenja šuma ispravno, neka pokušaju oni, koji zato imadu moć.

Preborna šuma (Plenter-Femelwald), koja je prašumi najsličnija, nije u pravom smislu riječi ništa drugo, nego gospodarenje na najmanjoj površini, jerbo se na jednom stalnom bonitetu stisuju samo niemu odgovarajuće vrste.

Razdoblja šuma mora se promjeniti s razloga, koji svoj temelj imadu u zakonima prirode, dok se sa uzroka, koji su čisto finansijske naravi, treba da zadrži čista sastojina.

Podjela u odjele može se sa upravno-tehničkih uzroka pridržati, odsjekе (današnju sastojinu) treba još jednom podijeliti u sastojine velike 0'3–3 hektara, dakle u male sastojine, koje treba da budu stalni gospodarski oblici; svaka mala sastojina sastoji se iz druge vrsti drveća, ali je sama za sebe čista sastojina. Gdje nam uvjetuje oblik stojbine, kano gorje i visokogorje, pjeskovito tlo, hladno tlo i hladna klima, da se jedna te ista vrst drveća u malim sastojinama jedna na drugu priključuje, to može i ova jedinica doseći veličinu od 5 hektara; no kod toga bi bilo poželjno, da se ovakove susjedne sastojine međusobno razlikuju većom diferencijom u starosti.

GENETIC DIVERSITY OF *Picea orientalis* (L.) LINK POPULATIONS IN TURKEY

GENETSKA RAZNOLIKOST POPULACIJA *Picea orientalis* (L.) LINK U TURSKOJ

Deniz GÜNEY¹, Zeki YAHYAOĞLU¹, Ali BAYRAKTAR¹, Fahrettin ATAR^{1*} and İbrahim TURNA¹

Summary

Knowledge of genetic variation is needed to understanding the genetic structure in forest tree populations. In addition, the determination of the genetic structure in the natural distribution areas of forest trees has become easier depending on the development of the isoenzyme technique. Determining the genetic structure and variations of *Picea orientalis* (L.) Link, which is limited local natural distribution areas on the world, transfer of this genetic to the future generations with sustainable forestry is important to ensure the continuity of the species. In this study, genetic differences and similarities were determined for *P. orientalis* populations in selected regions (Artvin, Torul-Örümcek, Tirebolu-Akilbaba, Ordu-Çambaşı, Artvin-Şavşat, Ardanuç-Ovacık, Şavşat-Sahara, Artvin-Saçinka, Ardahan-Posof and Maçka-Hamsiköy) in Turkey. In the study using 10 gene loci in different enzyme systems to determine the genetic variation, the values of heterozygosity (H_o), number of alleles per locus (A_l), genetic diversity (v), intrapopulational differentiation (d_t), multilocus diversity (V_{gam}) and differentiation among populations (D_j) were determined in these populations. The grand means were obtained as 0.154, 1.74 and 1.719 for the observed heterozygosity, alleles per locus and genetic diversity, respectively. Moreover, when the genetic diversity was considered, three different groups arose in terms of selected populations. Since Torul-Örümcek population had relatively higher results in contrast to other populations, this population has high importance for sustainability of gene resource of oriental spruce.

KEY WORDS: Genetic diversity, conservation, Isoenzyme, *Picea orientalis*,

INTRODUCTION

UVOD

Picea orientalis (L.) Link (oriental spruce) spreads over North-East Anatolia and in adjacent region of the Caucasus. The whole area of its present distribution has a North to South extensions from 43°50' N. to 40°23'N., and East to West extensions from 44°13' E. (Greenwich) to 37°47'E., this area is horseshoe-shaped in outline and is part of the mountainous vegetation zones. The high mountain chains have a great modifying influence on the climate and on the vegetation throughout all the area. *P. orientalis* covers parts of the big Caucasus Mountains, covering the Giorgi and

Tiflis regions, the small Caucasus Mountains, and the Pontus range in North-East Anatolia. Spread to the South-East is prevented by the arid climate of the hinterland. Further limitations are evident by the Black Sea and by mountain chains, except in the West near the Melet River where *P. orientalis* is restricted westwards of the River by dense beech forest. In vertical direction, it begins at the coastal zone and continues as high as 2400 m altitude (Saatçioğlu 1976; Kayack 1980; Atalay 1984).

Oriental spruce, paleo endemic tree species (Yahyaoglu et al. 1991), is one of the most important tree species for Turkey. In addition, this species plays a significant role for the

¹ Assoc. Prof. Dr. Deniz Güney, Prof. Dr. Zeki Yahyaoglu, Msc. Ali Bayraktar, Dr. Fahrettin Atar, Prof Dr. İbrahim Turna, department of Forest Engineering, Karadeniz Technical University, 61080 Trabzon, Turkey

* Corresponding author: fatar@ktu.edu.tr

country in terms of ecological and silvicultural aspects. Natural distribution ranges of oriental spruce are between 550 and 2400 m and it is widespread in the Eastern Black Sea Region, the center of its distribution areas. On the other hand, the species is dominant at treeline and upper subalpine forest, the elevation of this zone varies between 1800 and 2400 m depending on anthropogenic pressure and local ecological conditions in its natural distribution area (Üçler et al. 2001; Üçler et al. 2018). However, a small number of studies were conducted on genetic variation of oriental spruce. In a study about morphological characters of *P. orientalis* in Turkey, it was determined that the main reason of seed, cone and wing size variation was ecological differentiation throughout gradients, especially regarding watershed parameters and altitude (Turna 2004). In another study performed in *P. orientalis*, genetic variation was attempted by using only two enzyme systems (Turna and Yahyaoglu 2002). Results of genetic monitoring in populations concerning the species were rare. Goncharenko et al. (1996) stated that heterozygosities and genetic diversities of *P. orientalis* clearly fell below the average.

For sustainable forest health, genetic diversity provides evolutionary potential against a changing environment. As trees are normally the key element of forest ecosystems, their genetic diversity has also special importance. At the same time, it is known that genetic variability is the basis for tree breeding. Thus, the genetic diversity of trees can be seen as the primary factor for forest sustainability and ecosystem stability. Allozymes and molecular markers (Avise 1994; Ouborg 1999) based on DNA can assist in the estimation of genetic diversity, in the development of sustainable forest management practices as genetic, in the determination of genetic structure and diversity of populations (Luo et al. 2005).

Although genetic diversity has been predominantly predicted by DNA markers over the last decade, allozyme still remain a preferred marker due to a number of advantages.

These indicators, which demonstrate the genetic diversity between individuals and populations, are necessary for the development of effective strategies for sustainable management and protection (Crawford 1989; Hamrick et al. 1992; Vicario et al. 1995; Luo et al. 2005; Radu et al. 2014). In addition, the allozyme markers are useful for monitoring the genetic changes in the evolutionary process and for identifying geographic variation models that are useful in gene conservation.

Monitoring the geographical genetic variation within natural populations of *P. orientalis* in Turkey consists of the aim of the present study. In this way, it can be provided a contribution to the characterization of genetic resources and to the practical measures for in-situ conservation of genetic variation. A check on genetic erosion and inbreeding will help to detect genetic loads and thus to avoid destabilization following the use of unqualified forest reproductive material.

MATERIALS AND METHODS MATERIJALI I METODE

In the scope of this study, seeds were collected from 10 different populations (to be at least 20 trees per population) of oriental spruce. Haploid endosperms and diploid embryos of the air-dry seeds of oriental spruce were used in isoenzyme analysis. Sampling in 10 populations of this species a smaller amount of material was available so that routinely only 60 samples per stand were genotyped, i.e. endosperm and embryo of each of 30 seeds. The geographical coordinates of selected populations of oriental spruce naturally grown in Turkey (Table 1) and distribution on the map, determined by using management plans belong to the country, (Figure 1) are given in below. The geographic distribution of sampled populations allowed an evaluation of overall genetic diversity of this species in Turkey.

Table 1. Elementar data and elevations related to the populations
Tablica 1. Temeljni podaci i nadmorske visine populacija

No Broj	Provenance Provenijencija	Latitude (°, ', '') Zemljopisna širina	Longitude (°, ', '') Zemljopisna dužina	Altitude (m) Visina
1	Artvin	41° 09' 46"	41° 47' 57"	1150
2	Torul-Örümcek	40° 40' 29"	38° 58' 01"	1700
3	Tirebolu-Akilbaba	40° 41' 32"	38° 54' 32"	1850
4	Ordu-Çambaşı	40° 38' 08"	37° 53' 55"	1640
5	Artvin-Şavşat	41° 14' 08"	42° 22' 13"	1265
6	Ardanuç-Ovacık	40° 58' 54"	42° 02' 04"	1920
7	Şavşat-Sahara	41° 13' 49"	42° 26' 59"	1900
8	Artvin-Saçinka	41° 11' 06"	41° 55' 29"	2014
9	Ardahan-Posof	41° 29' 52"	42° 44' 00"	1370
10	Maçka-Hamsiköy	40° 38' 30"	39° 22' 54"	1810

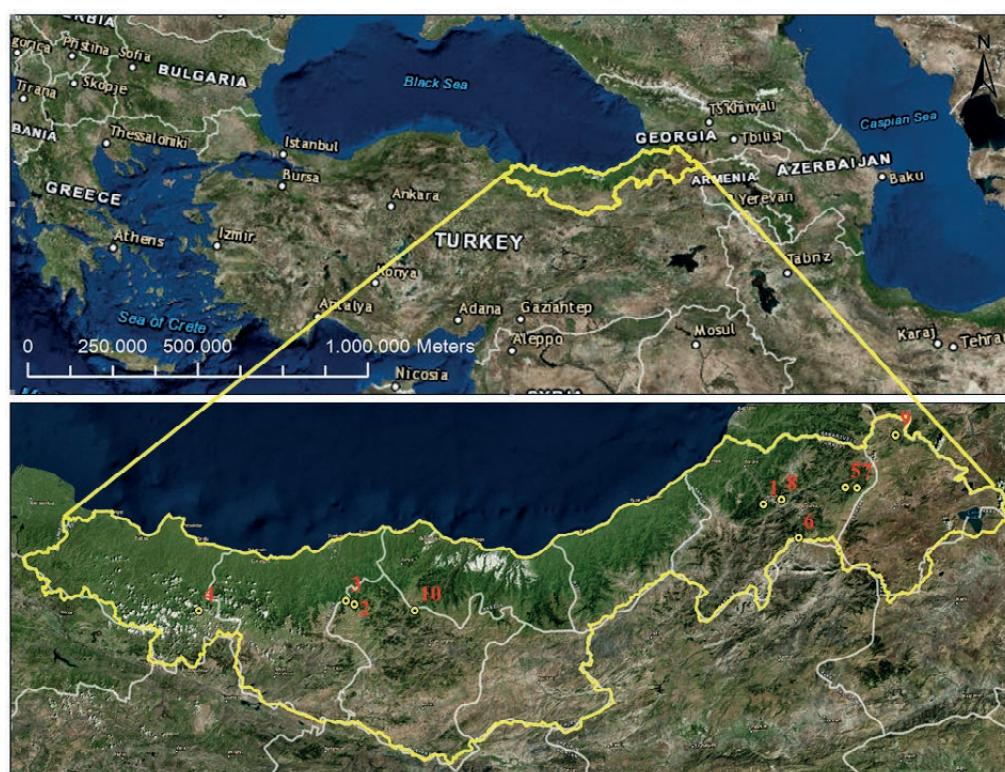


Figure 1. Natural distribution areas of *Picea orientalis* in Turkey and locations of sampled populations

Slika 1. Prirodno rasprostiranje *Picea orientalis* u Turskoj i lokaliteti uzorkovanih populacija

Table 2. Survey of enzyme sistem and polymorphic gene loci
Tablica 2. Pregled enzimskih sustava za polimorfne genske lokuse

Enzyme system and Enzyme Commission number (EC) Enzimski sustav i enzimski broj (EC)	Studied gene loci Istraživani genski lokusi
Aspartate aminotransferase (AAT syn. GOT), EC 2.6.1.1	AAT-A
Aconitase (ACO), (ACO) EC 4.2.1.3	ACO-A
Alcohol dehydrogenase (ADH) EC 1.1.1.1	GDH-A
Glutamate dehydrogenase (GDH) EC 1.4.1.2	IDH-B
Isocitrat dehydrogenase (IDH) EC 1.1.1.42	LAP-B
Leucin aminopeptidase (LAP) EC 3.4.11.1	6-PGDH-A
Malat dehydrogenase (MDH) EC 1.1.1.37	PGI-B
Menadion reductase (MNR) EC 1.6.99.2	PGM-B
6-Phosphogluconate dehydrogenase (6-PGDH) EC 1.1.1.44	SKDH-A, -B
Phosphoglucose isomerase (PGI) EC 5.3.1.9	
Phosphoglucomutase (PGM) EC 2.7.5.1	
Shikimate dehydrogenase (SKDH) EC 1.1.1.25	
Number of studied loci Broj istraživanih lokusa	10

Embryo and megagametophyte were homogenized in 0.08-0.1 M Tris-HCl buffer with pH 7.5. Other compounds added were: 5 g saccharose, 150 mg DTT and 3 g PVP in 100 ml of buffer. Extracts from the megagametophyte and the embryo were positioned adjacent to each other in the gels. Horizontal starch gel electrophoresis (10.5% starch concentration plus 2.5-3.5% sucrose) was performed as described by Feret and Bergmann (1976), Conkle et al. (1982) and Liengsiri et al. (1990). The buffer system of Ashton pH 8.6 for GOT and PGM as well as Tris-Citro pH 7.3 were used as electrode and gel buffers for SKDH, MDH and 6-PGDH. In addition, used enzyme systems and 10 gene loci are listed in Table 2.

Genetic variation within populations is measured by counting the number of alleles or genotypes per gene locus (A_L, G_L), with the gene pool diversity in combination with the hypothetical gametic multilocus diversity (v, V_{gam}) (Gregorius 1978; Gregorius 1987) and the intra-populational genetic differentiation (d_T) (Gregorius 1987). Heterozygosity is described by the observed proportion (H_o) of heterozygotes, fixation coefficients according to Wright (1978). Differences between frequencies of genetic types are statistically tested applying the G-test of homogeneity. In the present study, GSED version 1.1 (Gillet 1998) and BIOSYS-2 (Swofford and Selander 1997) programs were used to calculate the measures.

RESULTS

REZULTATI

Differentiations among populations were evident in respect of heterozygosity, the number of alleles per locus and especially the hypothetical gametic multilocus diversities. Variation parameters including number of trees (N), mean number of alleles and genotypes per locus (A_L , G_L), genetic differentiation (d_T), observed heterozygosity (H_o), expected heterozygosity (H_c), fixation index (F_{is}), genetic diversity (v), multilocus diversity (V_{gam}) and differentiation among populations (D_j) related to seed samples of *Picea orientalis* from 10 different locations in Turkey are examined in Table 3.

Heterozygosity (H_o) – Heterozigotnost (H_o)

For a particular locus, the observed heterozygosity (H_o) is calculated by dividing the number of heterozygous trees with the overall number of the individuals surveyed (Goncharenko et al. 1996). The observed heterozygosity (H_o) values ranged between 0.110 (Artvin-Saçinka) and 0.190 (Ordu-Çambaşı), equivalent to a ratio 1:1.72, and the grand mean of 0.154.

Number Alleles per locus (A_L) – Broj alela po lokusu (A_L)

Mean number of alleles per locus is computed by dividing the number of alleles revealed by the overall number of the loci analyzed (Goncharenko et al. 1996). A_L values ranged between 1.70 (Provenance No. 1, 2, 3, 4, 7, 9 and 10) and 1.90 (Provenance No. 6), equivalent to a ratio 1:1.12. In addition, the grand mean was obtained as 1.74 alleles. In the studies on other tree species, this value ranged between 1.60-4.30 for *Picea abies* (L.) Karst., 1.70-4.70 for *Abies alba* Mill., 1.50-1.90 for *Pinus cembra* L., 1.20-2.10 for *Pinus halepensis* Mill., 1.40-1.60 for *Pinus leucodermis* Ait., 2.40-3.00 for *Pinus nigra* Arnold., 2.60-4.30 for *Pinus sylvestris* L., 1.70-3.20 for *Castanea sativa* Mill., 2.20-4.00 for *Fagus syl-*

vatica L. and 3.10-3.20 for *Quercus petraea* Liebl. Moreover, this was determined as 1.90, 2.30, 1.60, 2.70, 2.80 and 3.20 for *Larix decidua* Mill., *Pinus pumila* (Pall.) Regel, *Pinus sibirica* Du Tour, *Ficus carica* L., *Quercus ilex* L. and *Quercus robur* L., respectively (Müller-Starck et al. 1992; Müller-Starck 1995).

Genetic diversity (v) – Genetički diverzitet (v)

Differences were indicated in terms of the genetic diversity v-values ranges 1.555 (Ordu-Çambaşı) and 1.990 (Ardanuç-Ovacık), equivalent to a ratio 1:1.279, and the grand mean of 1.719. For each population, the comparison of A_L and v-values allow to infer tentatively on the mode of frequency distribution of alleles. Samples with similar or identical A_L values (e.g. $A_L=1.70$ for Provenance No. 1, 2, 3, 4, 7, 9 and 10) can show distinct deviations with respect to the corresponding diversities (v=1.738, v=1.768, v=1.709, v=1.555, v=1.600, v=1.811 and v=1.730, respectively). This demonstrates the greater evenness of the allelic frequency distributions of Provenance No. 9 as compared to Provenance No. 1, 2, 3, 4, 7 and 10. In addition, Provenance No. 6 revealed the largest v-value (1.990). On the other hand, it was determined that the second largest A_L value (1.80) occurred by Provenance No. 5 and 8, but the corresponding low v-values (1.700 and 1.586, respectively) suggests a larger proportion of rare alleles due to greater deviations from even frequency distribution of alleles (Müller-Starck 1995).

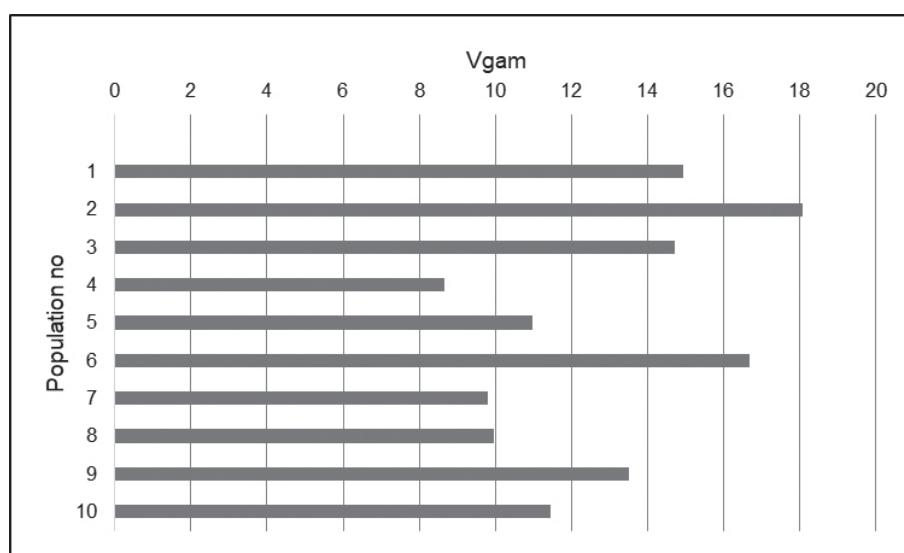
Intrapopulational differentiation (d_T) – Intrapopulacijska diferencijacija (d_T)

The trends with respect to the gene diversities were also evident for the gene (allelic) differentiation. Accordingly, while Tirebolu-Akibaba population gave the largest value ($d_T=0.326$), Ordu-Çambaşı population had the smallest value ($d_T=0.255$). These deviations were equivalent to a ratio of 1:1.278. This ratio was very close with genic diversity

Table 3. Variation parameters in seed samples of the populations

Tablica 3. Parametri varijabilnosti u uzorcima sjemena populacija

Populations Populacije	N	Number Broj		Diversity Diverzitet		δ_T	H_o	H_c	F_{is}	Div.V	V_{gam}	D_j
		A_L	G_L	Alleles	v							
Artvin	30	1.70	2.50	1.359	1.738	0.306	0.157	1.251	0.234	1.267	14.942	0.104
T. Örümcek	30	1.70	2.40	1.398	1.768	0.301	0.114	4.960	0.443	1.280	18.077	0.058
T. Akılbaba	30	1.70	2.50	1.343	1.709	0.326	0.153	1.533	0.270	1.274	14.710	0.086
O. Çambaşı	30	1.70	2.30	1.279	1.555	0.255	0.190	5.160	-0.044	1.207	8.656	0.136
A. Şavşat	30	1.80	2.60	1.326	1.700	0.275	0.153	1.836	0.111	1.224	10.971	0.067
A. Ovacık	30	1.90	2.80	1.388	1.990	0.319	0.190	5.573	0.250	1.270	16.674	0.106
Ş. Sahara	30	1.70	2.50	1.297	1.600	0.264	0.147	2.073	0.244	1.220	9.816	0.075
A. Saçinka	30	1.80	2.40	1.304	1.586	0.264	0.110	5.683	0.268	1.221	9.964	0.071
A. Posof	30	1.70	2.40	1.349	1.811	0.310	0.163	2.390	0.222	1.250	13.501	0.092
M. Hamsiköy	30	1.70	2.50	1.326	1.730	0.300	0.160	5.964	0.067	1.234	11.459	0.080
Mean	30	1.74	2.49	1.337	1.719	0.292	0.154	3.642	0.207	1.245	12.877	0.088

**Figure 2.** Hypothetical gametic multilocus diversity related to the populations

Slika 2. Hipotetska gametska multilokusna raznolikost populacija

(1:1.279). Thus, it can be understood that discriminative function of the gene differentiation and gene diversity is similar.

Multilocus diversity (V_{gam}) – **Multilokusna raznolikost (V_{gam})**

V_{gam} attributes to differences among samples with respect to the genetic diversity. This shows the potential of a set of trees in order to produce genetically different gametes. Thus, genetic variation can submit to the next generation. For autochthonous tree populations, genetic variability is a basic precondition for adaptation and survival in heterogeneous environments (Müller-Starck 1995). This measure is suggested to quantify the ability of forest tree populations to create genetic variation and thus to facilitate adaptation to changing environmental conditions (Gregorius et al. 1986).

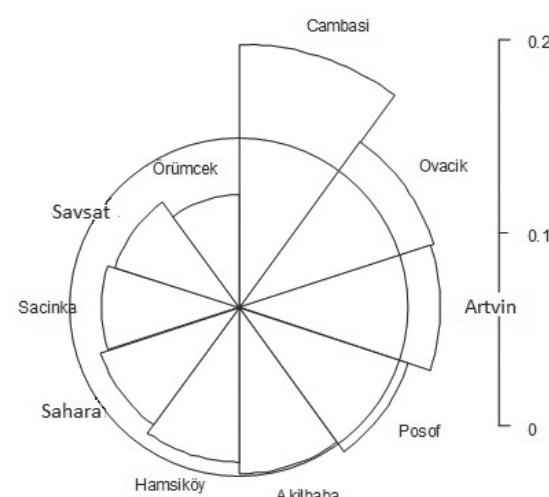
As can be seen from Figure 2, there were significant differences among populations. Whereas the maximum V_{gam} was obtained as 18.077 in Torul-Örümcek population, the minimum V_{gam} was determined as 8.656 in Ordu-Çambaşı population. This was equivalent to a ratio of 1:2.09.

Differentiation among populations (D_j) – **Diferencijacija među populacijama (D_j)**

Genetic differentiation among subpopulations is based on genetic distances. Frequencies of genetic types of one population are contrasted with the weighted averages of the frequencies of the remaining populations. Each population is considered as a subpopulation and differentiation is quantified via the genetic distances between one sample and the remaining ones that are pooled as the respective complement population. As a conclusion, genetic differentiation is quantified as a whole (Müller-Starck 1995).

As can be seen from the last column in Table 3, D_j values differentiated considerably from each other: the maximum value occurred in Ordu-Çambaşı population (0.136), the minimum value revealed in Torul-Örümcek population (0.058). This was equivalent to a ratio of 1:2.34. In Figure 3, the genetic differentiation was illustrated.

Three different groups depending on the gene pool occurred according to the snail diagram used among 10 populations. Ordu-Çambaşı population differentiating from other regions as genetic structure was in a group by itself. Ardanuç-Ovacık and Artvin populations, being genetically close to each other and separating from the other regions, took place in the same group. Another group was formed by Torul-Örümcek, Tirebolu-Akılıbaba, Artvin-Şavşat, Şavşat-Sahara, Artvin-Saçinka, Ardahan-Posof and Maçka-Hamsiköy populations.

**Figure 3.** Genetic differentiation related to the populations

Slika 3. Genetska diferencijacija populacija

DISCUSSION AND CONCLUSION

RASPRAVA I ZAKLJUČCI

Earlier studies on variation in morphological and genetic characters have revealed the existence of considerable variation in oriental spruce (Atalay 1984; Goncharenko et al. 1996; Turna and Yahyaoglu 2002; Turna 2004; Temel 2010). However, there is not much study showing genetic variation by using different enzyme systems to represent the natural distribution areas of this species.

Expected and observed heterozygosities allow the most accurate estimation of the genetic variation level within populations. According to the results of the present study, it was determined that the mean observed heterozygosity (H_o) value was 0.154. In a study conducted in 12 populations using two enzyme system for *P. orientalis* in Turkey, mean expected heterozygosity per population varied from 0.128 to 0.463, with an average of 0.280 (Turna and Yahyaoglu 2002). Serbian spruce (*Picea omorika* (Panc.) Purk.), having isolated distribution range like *Picea orientalis*, exhibited considerable variation in terms of both heterozygosity and gene diversity among populations. Observed heterozygosities ranged from 0.018 to 0.132, whereas expected heterozygosities varied from 0.017 to 0.096 (Ballian et al. 2006). In a research made in the populations of *Picea abies*, observed heterozygosity ranged from 0.136 to 0.173, with the mean of 0.158 in Carpathian region (Korshikov and Privalikhin 2007). Another study was conducted for Norway spruce distributed in Romania. According to this, expected heterozygosity ($H_e=0.115$) was similar to the average value obtained in 70 populations from Europe natural range of the species (Lagercrantz and Ryman, 1990; Radu et al. 2014). While expected heterozygosity was 0.156 in a study conducted in the same species in Poland, expected and observed heterozygosity were determined as 0.186 and 0.185, respectively, in a study conducted in Latvia (Goncharenko et al. 1995; Lewandowski and Burczyk 2002). Ballian et al. (2009) stated that observed heterozygosity in the populations of *P. abies* ranged from 0.19 to 0.22 in Slovenia and Bosnia and Herzegovina, on the extreme sites (for realistic data from Bosnia and Herzegovina, the author should consult the proposed literature). It is clearly understandable that there are similarities between the previous researches related to *Picea* genus and the present study. Unlike this situation, Gömöry (1992), in the study for *P. abies* in Poland, reported that expected and observed heterozygosity were 0.306 and 0.275, respectively. In this study for oriental spruce, the grand mean of $H_o=0.154$ showed the smaller average heterozygosity than the reported studies for Norway spruce including $H_o=22.6\%$ (Müller-Starck 1995), $H_o=25.2\%$ (Konnert and Franke 1990; Konnert 1991), $H_o=22.2\%$ (Löchelt and Franke 1993). In addition, observed heterozygosity was found as 14.7 % in a study in Austria (Geburek 1999).

The number of alleles per locus ($A_L=1.74$) obtained from the present study conducted for *Picea orientalis* was higher than other Norway spruce populations studied in Romanian Carpathians region ($A_L=1.21$) (Radu et al. 2014). While A_L value (1.58) obtained for *Picea abies* in another study (Lagercrantz and Ryman 1990) was close to the value that we obtained in our study, $A_L=1.45$ value obtained for *Picea asperata* was lower (Luo et al. 2005). Krutovskii and Bergmann (1995) found that this value occurred as 2.4 for *Picea obovata* in Kazakhstan and Siberia. In different studies made for *P. abies*, the number of alleles per locus was determined as 2.17 in Poland (Lewandowski and Burczyk 2002), as 2.2 in Austria (Geburek 1999), as 2.26 in Latvia (Goncharenko et al. 1995), as 2.50, 2.80, 2.90, 2.90 and 2.80 in Germany, Sweden, Byelorussia, Ukraine and Russia, respectively (Krutovskii and Bergmann 1995), as 2.59-2.71 in the Mountain of Igman (Ballian et al. 2007a), as 2.06 and 3.38 in Slovenia and Bosnia and Herzegovina, respectively (Ballian et al. 2009), and as 3.55 in Ukrainian Carpathians (Korshikov and Privalikhin 2007). As can be seen from the results, these values are higher than the number of alleles per locus obtained for *P. orientalis* in this study.

According to results of a study conducted for *P. asperata* in China, the sampled populations were characterized by low genetic diversity (mean $H_e=0.096$) and a low level of inbreeding (mean $Fis=0.005$). In addition, the expected heterozygosities (H_e) and observed heterozygosities (H_o) were relatively low and ranged from 0.066 to 0.131, and from 0.059 to 0.141, with an average of 0.096 and 0.094, respectively (Luo et al. 2005). In a study carried out for *P. abies* in Poland, a relatively low allozyme differentiation was determined among populations from north-eastern and southern Poland (mean genetic distance $D=0.005$). According to the results, historical events and extensive gene flow played a significant role in the distribution of the observed allozyme differentiation of the species in Poland (Lewandowski and Burczyk 2002). In another study conducted by Geburek (1999) regarding *P. abies*, while the genetic diversity was 1.18 in Austria, this varied from 1.23 to 1.28 in Slovenia and Bosnia and Herzegovina, on the extreme sites. (for realistic data from Bosnia and Herzegovina, the author should consult the proposed literature) In the study conducted in Latvia, the genetic distance among the populations ranged between 0.003 and 0.012. When the results of the study were evaluated, there were a very low differentiation and a close genetic relationship among the populations in Latvian (Goncharenko et al. 1995).

While the highest value in terms of V_{gam} (18.077) was determined in Provenance No. 2 (Torul-Örümcek), the lowest one was obtained as 8.656 in Provenance No. 4 (Ordu-Çambası). The arithmetic grand mean related to this value was 12.877. Oriental spruce has a local and limited natural distribution for both Turkey and the world. Therefore, ge-

netic variation of this species is of great importance. In this study, Torul-Örümcek population having the highest V_{gam} value is located in backward section of Eastern Black Sea Region in Turkey. In the genetic diversity studies concerning oriental spruce and the other species, this area is presented as a region with high variation (Temel 2010; Velioğlu et al. 2012). Ordu-Çambaşı population having the lowest V_{gam} value is located in Central Black Sea Region in Turkey. In the scope of the study, three different groups revealed among the populations. Similarly to this study, Turna (2004) found that Ordu-Çambaşı region was located in a group being different from the other regions. It should be added that Torul-Örümcek population stands out with its genetic variation. In-situ and ex-situ conservation of these populations, located in natural distribution area of oriental spruce and having high genetic variation, is important. In Turkey, rough geographical structure, different climate types and soil characteristics encourage to create local breeds even in short distances (İşik 1988; Kaya 1989). Optimal protection of a species and its genes can take place in its natural habitat.

At the beginning of breeding programs, genetic diversity and variation studies are emphasized within species. If there is not enough genetic diversity between trees and populations in terms of desirable characters in tree species, and the inheritance values of tree characters are too low, the expected benefits from breeding will not occur (İşik 1994; Güney 2005).

In terms of climate change, genetic diversity is one of the most important factors that can contribute to the adaptation of species (Thompson et al. 2009; Radu et al. 2014). Characterization and conservation of genetic variation is significant for tree populations exposed to a wide range of abiotic and biotic stress factors in time and space. Since future environmental stress factors together with the global warming will increase, the adaptability of tree populations becomes even more important. The situation of genetic variation in present and future generations will determine this adaptation (Müller 1995).

The great number of rare alleles being evident in forest tree populations and having a large potential to create genetic diversity should be preserved. Rare alleles considerably increase the genetic variability and thus the ability of adaptation and survival of long lived carrier species of complex forest ecosystems under highly variable environmental conditions. Local populations which are reserves against genetic erosion and genetic pollution should be protected to be used as genetic sources in future (Müller 1995). On the other hand, Ballian et al. (2007b) stated that it would be necessary to establish a dense network of gene banks in situ and ex situ, and to preserve the genetic diversity within populations in order to preserve the natural genetic resources of spruce in Bosnia and Herzegovina.

The diversity of gene, species and ecosystem levels for sustainable development should be protected and maintained. Genetic diversity provides wide adaptability and evolutionary potential to the species carrying those genes in order to adapt changing conditions and environments. Therefore, the components of biodiversity must first be protected, then researched and learned, and finally, they should be used in accordance with the principles of sustainability within the framework of the knowledge and understanding derived from them.

ACKNOWLEDGMENTS

ZAHVALA

This study was supported by the DAAD (German Academic Exchange Service).

REFERENCES

LITERATURA

- Atalay, I., 1984: Regioning of the seed transfer of Oriental spruce (*Picea orientalis* L.) in Turkey. Forest General Directorate, Forest Tree Seeds and Breeding Research Directorate, Publication No. 2, Ankara, pp. 67.
- Avise, JC., 1994: Molecular markers, natural history and evolution. Chapman and Hall, New York.
- Ballian, D., R. Longauer, T. Mikić, L. Paule, D. Kajba, D. Gömöry, 2006: Genetic structure of a rare European conifer, Serbian spruce (*Picea omorika* (Panč.) Purk.). Plant Systematics and Evolution 260(1): 53-63.
- Ballian, D., F. Bogunić, M. Konnert, H. Kraigher, M. Pučko, G. Božić, 2007a: Genetička diferenciranost subpopulacija obične smreke (*Picea abies* (L.) Karst.) na planini Igman. Šumarski list 1/2: 13-23.
- Ballian, D., F. Bogunić, G. Božić, 2007b: Genetička varijabilnost obične smreke (*Picea abies* /L./ H. Karst.) u bosanskom dijelu Dinarida. Šumarski list 6(7): 237-246.
- Ballian, D., F. Bogunić, G. Božić, 2009: Genetic structure of *Picea abies* populations growing on extreme sites as revealed by isoenzyme markers: a case study from Slovenia and Bosnia and Herzegovina, Dendrobiology 61: 137-144.
- Conkle, MT., 1979: Isozyme variation and linkage of allozymes in six conifer species, in: Conkle, MT. (Ed) Proceedings of the Symposium on Isozymes of North American Forest Trees and Forest Insects, Gen. Tech. Rep. PSW-48, USDA Forest Service, Berkeley, California, 11-17.
- Crawford, DJ., 1989: Enzyme electrophoresis and plant systematics. In: D. E. Soltis, P. S. Soltis [eds.]: Isozymes in plant biology, Dioscorides Press, Portland, Oregon, USA, pp. 146-164.
- Feret, PP., F. Bergmann, 1976: Gel electrophoresis of proteins and enzymes, in: Miksche, JP. (Ed) Modern Methods in Forest Genetics, Springer, Berlin, Heidelberg, 49-77.
- Geburek, T., 1999: Genetic Variation of Norway Spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) Populations In Austria, III. Macrospatial Allozyme Patterns Of High Elevation Populations, Forest Genetics 6(3): 201-211.

- Gillet, EM., 1998: GSED: Genetic Structure from Electrophoresis Data, Version 1.1 User's Manual, Institut für Forestgenetik und Forstpflanzenzüchtung, Universität Göttingen, Germany.
- Gömöry, D., 1992: Effect of stand origin on the genetic diversity of Norway spruce (*Picea abies* Karst.) populations. *Forest Ecology and Management* 54: 215-223.
- Goncharenko, G., IV. Zadeika, JJ. Birgelis, 1995: Genetic structure, diversity and differentiation of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in natural populations of Latvia, *Forest Ecology and Management* 72(3): 1-38.
- Goncharenko, GG., AE. Silin, AE. Padutov, VE. Padutov, 1996: Genetic resources of pine, spruce and fir species in the former Soviet Union: analysis of their genepools, phylogenetic relationships and genome organization. in Goncharenko GG, Turok J, Gass T, Paule L (Eds.): Sustainable forest genetic resources programmes in the Newly Independent States of the former USSR. Proceedings workshop Sept. 23-26, 1996, Belovezha, Belarus, pp. 84-101.
- Gregorius, HR., 1978: The concept of genetic diversity and its formal relationship to heterozygosity and genetic distance. *Math. Bioscience* 41: 253-271.
- Gregorius, HR., 1987: The relationship between the concepts of genetic diversity and differentiation. *Theor. Appl. Genetics* 74: 397-401.
- Gregorius, HR., J. Krauhausen, G. Müller-Starck, 1986: Spatial and temporal genetic differentiation among the seed in a stand of *Fagus sylvatica* L.. *Heredity* 57: 255-262.
- Güney, D., İ. Turna, 2005: Ormancılıkta Ağaç İslahı ve Gen Kaynaklarının Korunmasının Önemi, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, 1. Çevre ve Ormancılık Şurası, 2. cilt, Antalya.
- Hamrick, JL., MJV. Godt, SL. Sherman-Broyles, 1992: Factors influencing levels of genetic diversity in woody plant species. *New Forest* 6(1-4): 95-124.
- Işık, F., 1994: Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) populasyonlarında denizden uzaklık ve yüksekliğe göre değişen genetik çeşitlilik, Batı Akdeniz Araştırma Müdürlüğü Yayınları, Antalya (in Turkish).
- Işık, K., 1988: Orman Ağacı Türlerimizde Lokal Irkların Önemi ve Genetik Kirlenme Sorunları, Orman Mühendisliği Dergisi, 25(11): 25-30 (in Turkish).
- Kaya, Z., 1989: Genetik Uyumluluk, Tohum Kaynağı ve Tohum Transferi, Fidan Dergisi, OGM Meslek Memurları Derneği Yayın Organı, 17: 3-8 (in Turkish).
- Kayacık, H., 1980: Doğu Ladini (*Picea orientalis* L.)'ni coğrafik yayılışı. Review of the Faculty of Forestry, University of İstanbul, series B, 2: 25-32.
- Konnert, M., A. Franke, 1990: Die Fichte (*Picea abies* (L.) Karst.) im Schwarzwald: Genetische Differenzierung von Beständen. *Allg. Forst- u. J.-Ztg.* 162: 100-106.
- Konnert, M., 1991: Die Fichte (*Picea abies* (L.) Karst.) im Schwarzwald: Genetische Variation und Korrelationen. *Forstw. Cbl.* 110: 84-94.
- Korshikov, II., SN. Privalikhin, 2007: Genetic Structure of Populations of Norway Spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) from Ukrainian Carpathians. *Russian Journal of Genetics* 43(12): 1364-1372.
- Krutovskii, KV., F. Bergmann, 1995: Introgressive hybridization and phylogenetic relationships between Norway, *Picea abies* (L.) Karst., and Siberian, *P. obovata* Ledeb., spruce species studied by isozyme loci, *Heredity* 74: 464-480.
- Lagercrantz, U., N. Ryman, 1990: Genetic structure of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.): Concordance of Morphological and Allozymic Variation.
- Lewandowski, A., J. Burczyk, 2002: Allozyme Variation of *Picea abies* in Poland, *Scand. J. For. Res.* 17: 487-494.
- Liengsiri, C., C. Piewluang, TJB. Boyle, 1990: Starch Gel Electrophoresis of Tropical Trees, A Manual, ASEAN-Canada Forest Tree Seed Centre and Petawawa National Forestry Institute, Muaklek, Saraburi, Thailand, 51.
- Löchelt, S., A. Franke, 1993: Bestimmung genetischer Merkmale von Fichten (*Picea abies* (L.) KARST.) mit unterschiedlich ausgeprägten Schadssymptomen auf baden-württembergischen Dauerbeobachtungsflächen. *Allg. Forst- u. J.-Ztg.* 165: 21-27.
- Luo, J., Y. Wang, H. Korpelainen, C. Li, 2005: Allozyme Variation in Natural Populations of *Picea asperata*, *Silva Fennica* 39(2): 167-176.
- Müller-Starck, G., 1995: Genetic variation in high elevated populations of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in Switzerland, *Silvae Genetica* 44: 5-6.
- Müller-Starck, G., F. Baradat, F. Bergmann, 1992: Genetic variation within European tree species, *New Forests* 6: 23-47.
- Ouborg, NJ., Y. Piquot, JM. Van Groenendaal, 1999: Population genetics, molecular markers and the study of dispersal implants. *J. Ecol.*, 87: 551-568.
- Radu, RG., LA. Curtu, G. Spârchez, N. Sofletea, 2014: Genetic diversity of Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst.] in Romanian Carpathians, *Ann. For. Res.* 57:1, 19-29.
- Saatçioğlu, F., 1976: Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri, (Silvikültür I), İÜ Orman Fakültesi, Yayın No. 2187/222, İstanbul (in Turkish).
- Swofford, DL., RB. Selander, 1997: BIOSYS-2: A Computer Program for the Analysis of Allelic Variation in Genetics, User's Manual, Department of Genetics and Development, Univ. of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana, Illinois, USA.
- Temel, F., 2010: Oriental spruce (*Picea orientalis* (L.) Link) breeding efforts III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs, Cilt II, 775-779.
- Thompson, I., B. Mackey, S. McNulty, A. Mosseler, 2009: Forest resilience, biodiversity, and climate change. A Synthesis of the Biodiversity/Resilience/Stability in Forest Ecosystems. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal. Technical Series no. 43, 67.
- Turna, İ., 2004: Variation of morphological characters of Oriental spruce (*Picea orientalis*) in Turkey, *Biologia*, Bratislava, 59:4, 519-526.
- Turna, İ., Z. Yahyaoglu, 2002: Allozyme variation in some populations of Oriental spruce (*Picea orientalis*) in Turkey, *Pb. Univ. Res. Bull.* 52: 119-125.
- Üçler, AÖ., A. Demirci, H. Yavuz, Z. Yucesan, E. Oktan, AU. Gül, 2001: Alpin Zona Yakın Saf Doğu Ladini Ormanlarının Mescere Kuruluşlarıyla Fonksiyonel Yapılarının Tespiti ve Silvikültürel Öneriler. TOGTAG TARP-2215, Trabzon (in Turkish): TÜBİTAK
- Üçler, AÖ., C. Acar, Z. Yucesan, E. Oktan, 2018: Effect of thermal pretreatment on germination of seeds from different provenances of subalpine oriental spruce (*Picea orientalis* (L.) Link.) forest in Turkey, *Journal of Sustainable Forestry* 37:3, 302-315.
- Velioğlu, E., Y. Tayanç, B. Çengel, G. Kandemir, 2012: Genetic Variability of Seed Characteristics of Abies Populations from

- Turkey, Kastamonu Univ., Journal of Forestry Faculty, Special Issue.
- Vicario, F., GG. Vendramin, P. Rossi, P. Liò, R. Giannini, 1995: Allozyme, chloroplast DNA and RAPD markers for determining genetic relationships between *Abies alba* and the relict population of *Abies nebrodensis*. Theoretical and Applied Genetics 90:7-8, 1012-1018.
 - Wright, S., 1978: Evolution and the Genetics of Populations. Vol. 4: Variability within and among Natural Populations. Chicago: University of Chicago Press.
 - Yahyaoglu, Z., A. Demirci, M. Genç, 1991: A Relict (Paleoendemic) Species: Oriental Spruce (*Picea orientalis* (L.) Link.). [In Turkish], 1. Uluslararası Çevre Koruma Sempozyumu, Cilt I, 254-263, Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye.

SAŽETAK

Za razumijevanje genetske strukture populacija šumskog drveća potrebno je poznavati genetsku varijabilnost. Razvoj izoenzimske tehnike olakšao je određivanje genetske strukture populacija u području rasprostranjenja vrsta. Određivanjem genetske strukture i varijabilnosti *Picea orientalis* (L.) Link, koja je u svijetu ograničena na manje područje, transfer trenutne genetske strukture na buduće generacije putem održivog gospodarenja šumama važan je za osiguravanje kontinuiteta vrste. U ovom istraživanju određene su genetske različitosti i sličnosti za populacije *P. orientalis* u odabranim populacijama (Artvin, Torul-Örümcek, Tirebolu-Akilbaba, Ordu-Çambaşı, Artvin-Şavşat, Ardanuç-Ovacık, Şavşat-Sahara, Artvin-Saçinka, Ardahan-Posof an Maçka-Hamsiköy) Turske. Korišteno je 10 genskih lokusa u različitim enzimskim sustavima, a određena je genetska varijabilnost, vrijednost heterozigotnosti (H_o), broj alela po lokusu (A_L), genetski diverzitet (v), intrapopulacijska diferencijacija (d_T), multi-lokusna raznolikost (V_{gan}) te diferencijacija među populacijama (D_j). Za promatrano heterozigotnost, broj alela po lokusu i genetski diverzitet dobivena je središnja vrijednost od 0.154, 1.74 i 1.719. Nadalje, kod razmatranja genetskog diverziteta, pojavile su se tri različite skupine u smislu odabranih populacija. S obzirom da je populacija Torul-Örümcek pokazala relativno više vrijednosti u odnosu na ostale populacije, ova populacija je vrlo važna za održivost genetskih izvora kavkaske smreke.

KLJUČNE RIJEČI: genetski diverzitet, očuvanje, izoenzimi, *Picea orientalis*



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

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

Članovi Komore:

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

Stručni poslovi (Zakon o HKIŠDT, članak 1):

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

Javne ovlasti Komore:

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

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

Ostali poslovi koje obavlja Komora:

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

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

- Razred inženjera šumarstva,
- Razred inženjera drvne tehnologije.

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

MECHANISMS OF FINANCING THE PROTECTED AREA MANAGEMENT SYSTEM IN SERBIA

MEHANIZMI FINANCIRANJA SUSTAVA UPRAVLJANJA ZAŠTIĆENIM PODRUČJIMA U SRBIJI

Ilija ĐORĐEVIĆ¹, Nenad RANKOVIĆ², Jelena NEDELJKOVIĆ², Jelena TOMIĆEVIĆ-DUBLJEVIĆ²,
Dragan NONIĆ², Stjepan POSAVEC³, Goran ČEŠLJAR⁴

SUMMARY

The financing of protected area (PA) management includes the interaction of different actors that are involved in the process of management and financing, i.e., from the management framework to the mechanisms of financing. The management framework sets the basic preconditions for PA management, while the mechanisms of financing represent the ways of financing PAs based on the long-term and sustainable conditions. The management of PAs in Serbia has mostly been done by public enterprises (PE). It was given to non-governmental organizations (NGO) for the first time in the late 1990s. Today, the management is carried out by different managers from the public sector (PS) to the private sector (PrS). This research deals with different financing mechanisms present in PAs in Serbia. Additionally, it deals with the differences in the financing between different management actors (MA) in order to establish the best financing practices in the PA management system in Serbia. The results indicate that public enterprise "Srbijašume" (PES) has the lowest average number of financial sources, unlike public enterprise "Vojvodinašume" (PEV). Regarding the average amount of financing, other managers from the public sector (OPS) have the largest amount of financing, while other public enterprises (OPE) record the smallest amount of their own financing. In order to improve the use of mechanisms for the PA management system financing, additional training for the use of funds is proposed at national and international level, as well as external, i.e., additional engagement of agencies that would prepare projects at international level. It is also proposed to establish a specific mechanism – a fund intended for nature protection.

KEY WORDS: protected areas; mechanisms of financing; management actors; Serbia;

INTRODUCTION UVOD

PAs contribute to the environmental, social and economic goals of sustainable development through the support of

ecosystem functioning, promotion of sustainable use of renewable resources and provision of space for tourism and recreation (Philips 1998). They are defined as areas that have "...specific geological, ecosystem and/or landscape di-

¹ Dr. Ilija Đorđević, research associate, Institute of forestry, Kneza Višeslava 3, 11030 Belgrade, Serbia, ilija.djordjevic@forest.org.rs

² Prof. dr. Nenad Ranković, nenad.rankovic@sfb.bg.ac.rs

² Doc. dr. Jelena Nedeljković, jelena.nedeljkovic@sfb.bg.ac.rs

² Prof. dr. Jelena Tomićević-Dubljević, jelena.tomicevic@sfb.bg.ac.rs

² Prof. dr. Dragan Nonić, dragan.nonic@sfb.bg.ac.rs, Faculty of forestry - University of Belgrade, Kneza Višeslava 1, 11030 Belgrade, Serbia

³ Prof. dr. Stjepan Posavec, Faculty of forestry - University of Zagreb, Svetošimunska 25, HR-10002 Zagreb, Croatia, sposavec@sumfak.hr

⁴ Dr. Goran Češljarić, research associate, Institute of forestry, Kneza Višeslava 3, 11030 Belgrade, Serbia, cesljargoran@gmail.com

versity" (2009), while the International Union for Nature Conservation (IUCN) defines these areas as "...clearly defined geographical space, recognised, dedicated and managed, through legal or other effective means, to achieve the long term conservation of nature with associated ecosystem services and cultural values" (Emerton et al. 2006). The system of PA management represents the interaction between managers, i.e., organizations that are entrusted management and its environment. The environment in which the PA managers are located includes strategic, legislative and institutional frameworks that set the basic prerequisites for the functioning of this system. Additionally, one of the most important prerequisites for PA management is the interaction between PA managers and the local community, which is carried out through public participation. This participation has become a widely accepted principle of work in PA management institutions (Martinić 2010). At state level, the system of PA management is regulated directly through the Law on Nature Protection and responsible institutions (competent ministry, Institute for Nature Conservation, etc.), while at the level of European Union (EU), Natura 2000 represents the basic program (regulated through the Habitat and Bird Directive), whose aim is to provide favourable conditions for endangered species and habitats through establishing an ecological network of the most important areas for their preservation (Posavec et al. 2011).

PA management can be delegated to an organization, individual or community which operates according to a set of laws, rules and/or traditions (Chape et al. 2008). Additionally, PA managers can be classified according to their authority to make decisions and the degree of their accountability (Borrini-Feyerabend et al. 2013). According to the IUCN, governmental and non-governmental participants in PA management are distinguished. The governmental participants include local authorities, agencies, PEs, etc., while the non-governmental participants are individuals, local communities, NGOs, religious organizations, enterprises (privately-owned) and corporations (Đorđević et al. 2014, Borrini-Feyerabend et al. 2013).

One of the important components of PA management is sustainable financing, which represents the basis for the realization of nature protection. Sustainable financing is defined as "... ability to provide sufficient, stable and long-term financial resources" (Emerton et al., 2006). It is necessary to provide adequate financial resources at the appropriate time and form, in order to "...cover the full PA costs, and ensure the effective and efficient management of the PA, in accordance with the objectives of protection and other objectives" (Worboys et al. 2010). Sustainable financing can be provided through the diversification of revenues (Philips 1998, Eagles et al. 2002, Bowarnick et al. 2010, Avramov et al. 2012), i.e., by introducing innovative mechanisms and continuous financing of activities in the PA.

If we compare the ways revenues are collected and used, three categories of funding mechanisms can be distinguished (Emerton et al. 2006, Sprugeon et al. 2009):

1. external financing mechanisms (including government and donor budgets);
2. mechanisms for raising funds to encourage nature protection activities (including cost-benefit sharing, investment and company funds, fiscal instruments and arrangements for private and joint management of PA resources);
3. mechanisms that include market revenues for goods and services of PAs (including fees for using PAs and revenues from tourism and payment of ecosystem services).

Protected area management in Serbia – *Upravljanje zaštićenim područjima u Srbiji*

The planned increase in the PA in Serbia envisages a double larger area than the current coverage (Đorđević et al. 2017). This fact will create an additional obligation for existing and new managers in the forthcoming period because the sustainable PA management has become a challenge, not only for the nature protection sector but for other sectors (Grujić et al. 2008). Sustainable management also means sustainable financing mechanisms, which need to be improved, given the planned increase in the PA.

In the late '90s of the 20th century, PS was present as the main type of PA manager in Serbia. However, by adopting the Law on Environmental Protection (1991) the process of decentralization was started. It moved the focus of PA management to PrS. At the time, the management of PAs in Serbia was for the first time given to NGOs, i.e., PrS (Đorđević et al. 2014, Nonić et al. 2015). The research conducted so far point out the fact that besides the two types of PA managers (PS and PrS), there are numerous categories and subcategories of managers* in Serbia (Đorđević et al. 2014, Nonić et al. 2015, Đorđević et al. 2017, Đorđević, 2018).

PA financing in Serbia is directly defined by the Law on Nature Protection (2009) and includes three sources (Đorđević et al. 2013/b): the budget of the Republic of Serbia, the revenues obtained by the organization that manages the PA, and donations. One of the main problems in financing PAs in Serbia is related to the unresolved issue of PA financing, since the funds are most often devoted to the basic functions (ranger service, marking, preparation of planning documents, etc.), while the financing of concrete activities of protection and monitoring is almost completely ignored in practice (Puzović 2008). It must be also emphasized that

* On the basis of these categories and subcategories of managers, MAs are defined (Đorđević 2018).

when the state does not have an adequate budget and PA financing sources, it must find transitional solutions and compromising variants, which is not always good for the protection of the basic PA natural values (Puzović 2008).

Research on the mechanisms of financing the PA management system in Serbia has not been done so far. There have been some studies on the financing of national parks (Šumarac 2009, Đorđević et al. 2013/a, Đorđević et al. 2013/b), but no research dealing with other categories of PA or the differences in the financing of individual PA managers.

In this paper, we aim to determine the mechanisms of financing the PA system within different MAs. The subject of the research includes the mechanisms for the PA management system financing in Serbia. The purpose of the research is to create the basis for more detailed research of the mechanisms for the PA management system financing. On the basis of such knowledge, existing financing mechanisms can be improved and more assumptions can be developed to improve the financing mechanisms.

MATERIAL AND METHOD

MATERIJAL I METODE

A door-to-door survey was used in the data collection phase (Neumann 2014). This research technique was selected with an aim of maximizing the response rates and minimizing the problems that can arise when using the telephone or the email. The survey consisted of three sets of questions (basic characteristics, structural characteristics and financing mechanisms) and for this paper, the issues related to the mechanisms of PA financing were used. The statistical method was used for the primary data analysis (Šešić 1984) and the comparative method to determine the differences and similarities between the categories of PA managers.

The research was conducted in two phases. In the first phase, the research population was defined on the basis of the PA Register (ZZP 2012), from which 63 PAs were selected. The following criteria were used in PA sampling: the existence of a PA manager**, PA size (areas smaller than 10 ha were excluded) and PA categories (all PA categories were included in the sample, except for nature monuments*** and protected habitats****). The basic characteristics of PA managers included the name of the PA, the date and place

of the survey, the type of the legal status and the area in ha. Regarding the characteristics of financing mechanisms, data on types of financing mechanisms and amounts allocated to each type were collected. Based on the legal status of PA managers, MAs were formed and used to identify the differences in financing mechanisms. The results of the survey were then compared with the research results in the region.

The preparation of the questionnaire for data collection included some preparatory actions for the subsequent coding of the questionnaire. Each answer was given a code which was later used in the statistical analysis. (De Vaus 2002). Having been coded, data was entered into a single database. The collected data was entered into the software package for statistical processing SPSS (ver. 21) (Pallant 2011). In order to process the collected data, the following MAs were formed from the categories and subcategories of the PA managers:

1. PES – 27 responses;
2. PEV – 5 responses;
3. Public enterprise that manages a National Park (PENP) – 4 responses;
4. OPE – 12 responses;
5. OPS – 6 responses;
6. PrS***** – 9 responses.

This was done in order to determine the differences between the existing managers in the most appropriate way, since the defined category of PA manager ("enterprise") is too wide, i.e., the largest PA managers (PES, PEV and PENP) are one category, while there are only a few respondents in other categories. On the other hand, the subcategories are too simplified and there were no respondents' answers in all cases.

In the second phase, the research sample was defined based on the examples of "good practice" of PA managers and representatives of the public administration and service, as well as organizations in the PA management system. Examples of "good practice" were selected on the basis of the "purposive sampling", which is used to select cases that are particularly informative (Neuman 2014). The total sample included 18 respondents (Annex 1). PA managers (7 respondents) included representatives from different PEs and PrS, while the public administration and service (5 respondents) included representatives from the ministry responsible for PA, Institutes for Nature Conservation (republic and provincial) and the main offices of PES and PEV. Organizations in the PA management system (6 respondents) included representatives from different scientific-research

** In Serbia, certain PAs do not have a manager (Đorđević et al. 2014).

*** Nature monuments are the PA category with the largest number of PAs without a manager, areas smaller than 10 ha and PAs managed by individuals.

**** Protected habitats were not present in the PA Register from 2012 (ZZP 2012), which was used for this research. This PA category was established in the coming years.

***** PrS was not divided into smaller groups, but was seen as one group in order to be able to compare the characteristics of managers between MA.

Annex 1: Codes of respondents within second phase of research

Prilog 1: Kodovi ispitanika u drugoj fazi istraživanja

Code of respondent / Kod ispitanika	The name of the PA manager / public administration and service / organizations / Naziv upravitelja zaštićenog područja / javne uprave i službe / organizacije	Type of respondent / Tip ispitanika	Date / Datum
NCM	Nature Conservation Movement - Sremska Mitrovica / Pokret Gorana – Sremska Mitrovica	Manager / Upravitelj	12.04.2017
ILF	Institute of Lowland Forestry and Environment / Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu	Organization / Organizacija	12.04.2017
PENP	PE "NP Tara" / Javno poduzeće „Nacionalni park Tara“	Manager / Upravitelj	19.04.2017
CLR	Company with limited responsibility "Uvac" / Tvrta sa ograničenom odgovornošću "Uvac"	Manager / Upravitelj	19.04.2017
PES1	PE "Srbijašume"-Main office / Javno poduzeće „Srbijašume“ - Direkcija	Public administration and service / Javna uprava i služba	20.04.2017
SOC	Serbian Orthodox Church – The Eparchy of Vranje / Srpska Pravoslavna Crkva – Eparhija Vranjska	Manager / Upravitelj	21.04.2017
PEPL	PE "Palić-Ludaš" / Javno poduzeće „Palić-Ludaš“	Manager / Upravitelj	25.04.2017
PES2	PE "Srbijašume" / Javno poduzeće „Srbijašume“	Manager / Upravitelj	26.04.2017
PINC	Institute for Nature Conservation of Voivodina Province / Pokrajinski zavod za zaštitu prirode	Public administration and service / Javna uprava i služba	28.04.2017
PEV	PE "Vojvodinašume" / Javno poduzeće „Vojvodinašume“	Public administration and service / Javna uprava i služba	28.04.2017
IF	Institute of Forestry / Institut za šumarstvo	Organization / Organizacija	29.04.2017
Futura	Futura / Futura	Organization / Organizacija	10.05.2017
IUCN	IUCN / IUCN	Organization / Organizacija	11.05.2017
PES3	PE "Srbijašume" / Javno poduzeće "Srbijašume"	Manager / Upravitelj	15.05.2017
WWF	World Wide Fund / Svjetski fond za zaštitu prirode	Organization / Organizacija	15.05.2017
INC	Institute for Nature Conservation / Zavod za zaštitu prirode	Public administration and service / Javna uprava i služba	17.05.2017
FF	The Faculty of Forestry / Šumarski fakultet	Organization / Organizacija	19.05.2017
MEP	Ministry of agriculture and environmental protection / Ministarstvo poljoprivrede i zaštite okoliša	Public administration and service / Javna uprava i služba	31.05.2017

Annex 2: The Mann-Whitney U test (management actors and the number of financing sources)

Prilog 2: Man-Vitnijev-ev test (grupa upravljača i broj izvora financiranja)

	PENP-PES	PENP-PEV	PENP-OPE	PENP-OPS	PENP-PrS	PES-PEV	PES-OPE	PES-PrS	PEV-OPE	PEV-OPS	PEV-PrS	OPE-OPS	OPE-PrS	OPS-PrS	
Mann-Whitney U	7,000	6,500	13,000	5,000	11,000	,000	60,000	38,500	41,500	4,000	,000	4,000	30,000	50,000	20,000
Wilcoxon W	385,000	16,500	91,000	26,000	56,000	378,000	438,000	416,500	419,500	82,000	21,000	49,000	51,000	128,000	41,000
Z	-2,890	-,868	-1,386	-1,836	-1,109	-3,618	-3,229	-2,096	-3,037	-2,791	-2,879	-2,506	-,605	-,295	-,875
r	0,36	0,11	0,17	0,23	0,14	0,46	0,41	0,26	0,38	0,35	0,36	0,32	0,08	0,04	0,11
Asymp. Sig. (2-tailed)	,004	,385	,166	,066	,267	,000	,001	,036	,002	,005	,004	,012	,545	,768	,382

Source: original

Annex 3: The Kruskal-Wallis test (management actors and amounts of PA financing)

Prilog 3: Kruskal-Volos-ov test (grupa upravitelja i iznosi financiranja ZP)

	Test Statistics ^{a,b}									
	Respon. Ministry for PA / Nadlež. minist. za ZP	Local comm. / Lok. zajed.	NGOs / Ne vladine udruge	Inter. inst. / Medj. instit.	Own revenues / Vlasititi prihodi	Fond for envir. protection / Fond za zašt. okoliša	Forest directorate / Uprava šumarstva	Respon. secretariat for PA / Nadležna uprava za ZP	Respon. secretariat for forestry / Nadležna uprava za šumarstvo	
Chi-Square	10,520		28,518	15,221	18,063	7,769	34,816	31,724	35,634	32,504
df	5		5	5	5	5	5	5	5	5
Asymp. Sig.	,062		,000	,009	,003	,169	,000	,000	,000	,000

a. Kruskal Wallis Test
b. Grouping Variable: Grupe upravitelja

Source: original

Annex 4: The Mann-Whitney U test (management actors and amounts of PA financing)

Prilog 4: Man-Vitnijev test (grupa upravljača i iznosi financiranja ZP)

	Amoun. of sup. from resp. minis./Iznos podr. nadl. mini.	Amoun. of sup.from local comm./Iznos podr. lokalna zajednica	Amoun. of sup.from NGOs/Iznos podr ne vladin. udr.	Amoun. of sup. from inter. inst./Iznos podr. medju. insti.	Amoun. of sup. from own reven. /Iznos podr. vlast. prih.	Amoun. of sup. from fund/Iznos podr. fond	Amoun. of sup. from fores. direct. /Iznos podr. upr. šumar.	Amoun. of sup. from resp. secret. for PA/Iznos podr nadl. sekr. za ZP	Amoun. of sup.from secr. for fores./Iznos podr.sekr. za šum.
PENP-PES									
Mann-Whitney U	3,000	50,000	27,000	13,500	,000	27,000	2,000	40,500	40,500
Wilcoxon W	381,000	60,000	405,000	391,500	378,000	405,000	380,000	418,500	418,500
Z	-3,425	-553	-3,735	-4,651	-3,185	-3,735	-3,253	-2,598	-2,598
r	0,43	0,07	0,47	0,59	0,40	0,47	0,41	0,33	0,33
Asymp. Sig. (2-tailed)	,001	,580	,000	,000	,001	,000	,001	,009	,009
PENP-PEV									
Mann-Whitney U	,000	8,000	5,000	6,000	,000	8,000	,000	5,000	6,500
Wilcoxon W	15,000	18,000	20,000	21,000	15,000	18,000	15,000	15,000	16,500
Z	-2,449	-,894	-1,677	-,997	-2,449	-,498	-2,558	-1,246	-,895
r	0,31	0,11	0,21	0,13	0,31	0,06	0,32	0,16	0,11
Asymp. Sig. (2-tailed)	,014	,371	,094	,319	,014	,618	,011	,213	,371
PENP -OPE									
Mann-Whitney U	,000	2,000	13,000	13,000	,000	12,000	,000	15,000	19,500
Wilcoxon W	78,000	12,000	91,000	91,000	78,000	90,000	78,000	25,000	97,500
Z	-3,041	-2,710	-1,957	-1,622	-2,934	-2,530	-3,824	-1,108	-,949
r	0,38	0,34	0,25	0,20	0,37	0,32	0,48	0,14	0,12
Asymp. Sig. (2-tailed)	,002	,007	,050	,105	,003	,011	,000	,268	,343
PENP -OPS									
Mann-Whitney U	6,000	8,000	6,000	5,500	,000	8,000	,000	12,000	9,000
Wilcoxon W	27,000	18,000	27,000	26,500	21,000	29,000	21,000	33,000	30,000
Z	-1,283	-1,225	-1,826	-1,561	-2,558	-1,049	-2,882	,000	-1,225
r	0,16	0,15	0,23	0,20	0,32	0,13	0,36	0,00	0,15
Asymp. Sig. (2-tailed)	,199	,221	,068	,118	,011	,294	,004	1,000	,221
PENP-PrS									
Mann-Whitney U	3,000	10,000	11,000	11,000	,000	9,000	,000	12,500	13,500
Wilcoxon W	39,000	20,000	56,000	56,000	36,000	54,000	45,000	22,500	58,500
Z	-2,212	-1,511	-1,319	-1,174	-2,722	-2,208	-3,392	-,635	-1,500
r	0,28	0,19	0,17	0,15	0,34	0,28	0,43	0,08	0,19
Asymp. Sig. (2-tailed)	,027	,131	,187	,240	,006	,027	,001	,526	,134
PES- PEV									
Mann-Whitney U	23,000	60,000	67,500	27,000	7,000	13,500	53,000	,000	13,500
Wilcoxon W	401,000	438,000	82,500	405,000	385,000	391,500	68,000	378,000	391,500
Z	-2,597	-,770	,000	-4,155	-3,143	-4,877	-,846	-5,542	-4,877
r	0,33	0,10	0,00	0,52	0,40	0,61	0,11	0,70	0,61
Asymp. Sig. (2-tailed)	,009	,442	1,000	,000	,002	,000	,397	,000	,000
PES - OPE									
Mann-Whitney U	140,500	36,500	148,500	135,000	138,000	162,000	90,000	27,000	148,500
Wilcoxon W	518,500	414,500	526,500	513,000	516,000	240,000	168,000	405,000	526,500
Z	-,780	-4,552	-1,500	-2,149	-,731	,000	-2,680	-5,352	-1,500
r	0,10	0,57	0,19	0,27	0,09	0,00	0,34	0,67	0,19
Asymp. Sig. (2-tailed)	,435	,000	,134	,032	,465	1,000	,007	,000	,134
PES- OPS									
Mann-Whitney U	44,000	62,000	81,000	67,500	13,000	67,500	45,000	54,000	81,000
Wilcoxon W	422,000	440,000	102,000	445,500	391,000	445,500	66,000	432,000	102,000

	Amoun. of sup. from resp. minis./Iznos podr. nadl. mini.	Amoun. of sup. from local comm./Iznos podr. lokalna zajednica	Amoun. of sup. from NGOs/Iznos podr ne vladin. udr.	Amoun. of sup. from inter. inst./Iznos podr. medju. insti.	Amoun. of sup. from reven. /Iznos podr. vlast. prih.	Amoun. of sup. from fund/Iznos podr. fond	Amoun. of sup. from fore. direct. /Iznos podr. upr. šumar.	Amoun. of sup. from resp. secret. for PA/Iznos podr nadl. sekr. za ZP	Amoun. of sup. from secr. for fore./Iznos podr.sekr. za šum.
Z r	-2,004 0,25	-1,564 0,20	,000 0,00	-2,121 0,27	-3,176 0,40	-2,121 0,27	-1,950 0,25	-3,047 0,38	,000 0,00
Asymp. Sig. (2-tailed)	,045	,118	1,000	,034	,001	,034	,051	,002	1,000
PES- PrS									
Mann-Whitney U	51,000	80,500	94,500	81,000	85,500	121,500	67,500	40,500	121,500
Wilcoxon W	429,000	458,500	472,500	459,000	463,500	166,500	112,500	418,500	166,500
Z r	-2,529 0,32	-2,307 0,29	-2,484 0,31	-3,086 0,39	-,885 0,11	,000 0,00	-2,351 0,30	-4,357 0,55	,000 0,00
Asymp. Sig. (2-tailed)	,011	,021	,013	,002	,376	1,000	,019	,000	1,000
PEV- OPE									
Mann-Whitney U	15,000	3,000	27,500	20,000	4,000	6,000	24,000	24,500	8,500
Wilcoxon W	93,000	18,000	42,500	98,000	82,000	84,000	102,000	39,500	86,500
Z r	-1,639 0,21	-2,883 0,36	-,645 0,08	-1,308 0,16	-2,759 0,35	-3,399 0,43	-1,549 0,20	-,580 0,07	-2,812 0,35
Asymp. Sig. (2-tailed)	,101	,004	,519	,191	,006	,001	,121	,562	,005
PEV - OPS									
Mann-Whitney U	14,000	12,000	15,000	10,000	10,000	6,500	12,000	1,000	3,000
Wilcoxon W	29,000	27,000	36,000	31,000	31,000	27,500	33,000	22,000	24,000
Z r	-,183 0,02	-,699 0,09	,000 0,00	-1,057 0,13	-,913 0,12	-1,692 0,21	-1,095 0,14	-2,616 0,33	-2,538 0,32
Asymp. Sig. (2-tailed)	,855	,484	1,000	,290	,361	,091	,273	,009	,011
PEV- PrS									
Mann-Whitney U	16,000	15,000	17,500	19,000	4,000	4,500	18,000	17,500	4,500
Wilcoxon W	31,000	30,000	32,500	64,000	40,000	49,500	63,000	53,500	49,500
Z r	-,586 0,07	-1,167 0,15	-1,094 0,14	-,517 0,07	-2,345 0,30	-3,006 0,38	-1,342 0,17	-,369 0,05	-3,006 0,38
Asymp. Sig. (2-tailed)	,558	,243	,274	,605	,019	,003	,180	,712	,003
OPE - OPS									
Mann-Whitney U	23,000	14,000	33,000	35,000	10,000	30,000	36,000	9,000	33,000
Wilcoxon W	101,000	35,000	54,000	56,000	88,000	108,000	57,000	30,000	54,000
Z r	-1,302 0,16	-2,084 0,26	-,707 0,09	-,144 0,02	-2,452 0,31	-1,414 0,18	,000 0,00	-2,576 0,32	-,707 0,09
Asymp. Sig. (2-tailed)	,193	,037	,480	,885	,014	,157	1,000	,010	,480
OPE - PrS									
Mann-Whitney U	24,000	19,000	45,500	46,000	42,000	54,000	54,000	38,000	49,500
Wilcoxon W	102,000	64,000	123,500	124,000	120,000	99,000	99,000	74,000	94,500
Z r	-1,942 0,24	-2,519 0,32	-,992 0,12	-,761 0,10	-,467 0,06	,000 0,00	,000 0,00	-,778 0,10	-,866 0,11
Asymp. Sig. (2-tailed)	,052	,012	,321	,447	,641	1,000	1,000	,437	,386
PrS - OPS									
Mann-Whitney U	22,000	26,000	21,000	22,000	8,000	22,500	27,000	12,000	27,000
Wilcoxon W	58,000	47,000	42,000	43,000	44,000	67,500	72,000	33,000	72,000
Z r	-,261 0,03	-,133 0,02	-1,195 0,15	-,756 0,10	-2,068 0,26	-1,225 0,15	,000 0,00	-1,654 0,21	,000 0,00
Asymp. Sig. (2-tailed)	,794	,894	,232	,450	,039	,221	1,000	,098	1,000

Source: original

institutes and international institutions involved in the PA management.

For the purpose of data processing, descriptive statistics, frequency analysis, the Kruskal-Wallis test and the Mann-Whitney U test were used. The Kruskal-Wallis test was used to determine the differences between all MAs, while the Mann-Whitney U test determined the differences between specific MAs (Pallant 2011, Đorđević 2018).

RESULTS

REZULTATI

In the first phase of research, the mechanisms of the PA management system financing were observed through the average number of financing sources and the average amount of financing ($\text{EUR}\cdot\text{ha}^{-1}$). Observing the average number of financing sources of PAs within MAs, statistically significant differences were found using the Kruskal-Wallis test ($\chi^2=30.53$, $df=5$, $p=0.00$). In order to determine between which MAs this difference occurs, the Mann-Whitney U test was used (Annex 2).

Table 1: Average number of financing sources within MAs

Tablica 1: Prosječan broj izvora financiranja u okviru grupe upravitelja

Management actors / Grupe upravitelja	Average number / Prosječni broj
PENP	5
PES	2
PEV	6
OPE	3
OPS	3
PrS	3

Table 1 shows the differences between the MAs. The average number of financing sources for PENP (5) significantly differs from PES (2). The difference was also determined between PES (2) and PEV (6), OPE (3), OPS (3) and PrS (3). Additionally, statistical differences were observed

between PEV (6) and OPE, OPS, PrS, which had the same average number of financing sources (3).

As shown in Table 2, the highest average amounts of financing are from the own revenues of PA managers and the lowest from the NGO sector, environmental protection fund and forest directorate. Regarding the own revenues, OPS have the highest ($1.714 \text{ EUR}\cdot\text{ha}^{-1}$) and OPE the lowest ($76 \text{ EUR}\cdot\text{ha}^{-1}$) level of financing. Observing the average amount of financing per ha , significant differences were found using the Kruskal-Wallis test between MAs in terms of financing amounts (Annex 3). Statistically significant differences were found for the amounts of financing for the local community, NGOs, international institutions, environmental protection fund, forest directorate, responsible PA and forest secretariat. The obtained results show the differences, according to the Mann-Whitney U test (Annex 4) conducted, between different MAs in the amount of financial support obtained from:

- the ministry responsible for PAs and NGOs - there are no significant differences in the amounts of financing;
- the local community - OPEs ($426 \text{ EUR}\cdot\text{ha}^{-1}$) record significantly higher support than other MAs;
- international institutions - PES (0) does not record any support, unlike other MAs;
- the environmental protection fund - PENP ($6 \text{ EUR}\cdot\text{ha}^{-1}$) and PEV ($3 \text{ EUR}\cdot\text{ha}^{-1}$) record significantly higher support than PES which does not record any support;
- the ministry responsible for forestry - PENP ($17 \text{ EUR}\cdot\text{ha}^{-1}$) record significantly higher support than other MAs;
- the secretariat responsible for PAs - PES (0 $\text{EUR}\cdot\text{ha}^{-1}$) and OPS ($5 \text{ EUR}\cdot\text{ha}^{-1}$) record the lowest support compared to other MAs;
- the secretariat responsible for forestry - PEV ($6 \text{ EUR}\cdot\text{ha}^{-1}$) records financial support, unlike other MAs.

Based on the results of the first phase of the research, the elements of the PA management system improvement are proposed with regard to the mechanisms of financing. Ta-

Table 2: Average amounts of financing PA within MAs ($\text{EUR}\cdot\text{ha}^{-1}$)

Tablica 2: Prosječni iznosi financiranja u okviru grupe upravitelja ($\text{EUR}\cdot\text{ha}^{-1}$)

Respon. ministry for PA/ Nadlež. minist. za ZP	Local comm./ Lok. zajed.	NGOs/ Ne vladine udruge	Inter. inst./ Medj. instit.	Own revenues/ Vlasititi prihodi	Envir. protection fund/ Fond za zašt. okoliša	Forest directorate / Uprava šumarstva	Respon. secretariat for PA / Nadležna uprava. za ZP	Respon. secretariat for forestry / Nadležna uprava. za šumarstvo
PENP	14	0	1	388	6	17	12	30
PES	31	81	0	208	0	1	0	0
PEV	7	0	0	199	3	0	9	6
OPE	18	426	0	76	0	0	58	0
OPS	28	18	0	1714	3	0	5	0
PrS	122	32	3	165	0	0	100	0

Table 3: Proposals of solutions and activities for improving the mechanisms of PA financing

Tablica 3: Prijedlozi rješenja i aktivnosti za unapređenje mehanizama financiranja ZP

Elements of improvement / Elementi unapređenja	Proposals of solutions / Prijedlozi rješenja	Proposals of necessary activities / Prijedlozi potrebnih aktivnosti
Improvement of the legislative framework / Unapređenje zakonodavnog okvira	Improvement of the current mechanisms of financing the management system of current PAs and establishment of new PAs / Unapređenje postojećih mehanizama financiranja sustava upravljanja postojećim ZP i uspostava novih ZP	Establishment of the mechanisms (special fund for nature protection) for financing the management system of the current PAs and establishment of new PAs / Uspostava mehanizma (posebnog fonda za zaštitu prirode) za financiranje sustava upravljanja postojećim ZP i uspostava novih ZP Determination of the model for sustainable financing of PAs (defining the involvement of responsible institutions, funds, local municipalities and PA managers) / Određivanje modela za održivo financiranje ZP (definiranje uključivanja odgovornih institucija, fondova, lokalnih općina i upravitelja ZP) Determination of the funds that are needed to finance the current system of PA management and establishment of new PAs / Utvrđivanje sredstava koja su potrebna za financiranje postojećeg sustava upravljanja ZP i uspostava novih ZP
Improvement of the mechanisms of the PA management financing / Unapređenje mehanizama financiranja upravljanja ZP	Improvement of the use of domestic and international sources of financing / Unapređenje korištenja domaćih i međunarodnih izvora financiranja Improvement of the fee collection / Unapređenje naplate naknade	Defining a list of possible mechanisms of financing at national and international levels / Definiranje popisa mogućih mehanizama financiranja na nacionalnoj i međunarodnoj razini Training and capacity building for the project preparation at national level / Obuka i izgradnja kapaciteta za pripremu projekta na nacionalnoj razini Training and capacity building for the project preparation at international level / Obuka i izgradnja kapaciteta za pripremu projekta na međunarodnoj razini External/additional engagement of agencies in the preparation of projects at international level / Vanjski / dodatni angažman agencija za pripremu projekata na međunarodnoj razini Encouraging the collection of fees for the use of PAs / Poticanje naplate naknada za korištenje ZP

ble 3 shows the proposals of the solutions and activities for the improvement of the mechanisms of PA financing, while the text below presents the attitudes of the representatives of PA managers and the representatives of the public administration and service, as well as the PA management system organizations.

The representatives of the Nature Conservation Movement (NCM) think that the problem in establishing a specific financing mechanism is related to the misunderstanding of the state and decision-making policies, while the representatives of the Institute of Forestry (IF) and the Institute for Nature Conservation of Voivodina Province (PINC) believe that there is a political influence on the formation of such a fund and recall the example of the green tax, which was abolished shortly after the establishment (Ministry of Agriculture and Environmental Protection-MEP). The representatives of the Institute for Nature Conservation (INC) also think that the problem is related to the absence of a strategic proposal how to solve this issue. Furthermore, the representatives of the Serbian Orthodox Church (SOC) believe that large PA managers would receive more funds, while smaller PAs would be left without sufficient financial resources.

Regarding the establishment of a model of sustainable financing, representatives of all PA managers believe that the problem is that local governments are already poor enough and that they do not have additional fundings to finance PAs, while the representative of the Institute of Lowland Forestry and Environment (ILF) thinks that financing is

already defined by the existing management programs. According to SOC, PEV and IUCN, this is not feasible, given the insufficient interest of local governments and other institutions. Additionally, there is a problem of internal and cross-sectoral disagreements (PINC).

Regarding the problems in the determination of the funds needed to finance the current system of PA management and establish new PAs, PA managers find the identification of potential funds a very ungrateful task since PAs are very complex systems (PES1), the representatives of the PINC and the MEP think that there is no political readiness, while the representative of the Faculty of Forestry (FF) stresses the absence of a clear methodology, validity and availability of data.

The proposal to improve the financing mechanisms of PAs by defining a list of possible mechanisms of financing at national and international levels was made by the PE "Pa- lić-Ludaš" (PEPL) representative, who stressed the problem of the risks of an incomplete list. On the other hand, the representative of the IF thinks that it is necessary to conduct research on this issue and that nature protection must be recognized by the existing Green Fund (PEV). Furthermore, the representative of the World Wild Fund (WWF) states that the problem lies in the applicability of certain mechanisms in relation to the type of manager, while the representative of the IF states that the list itself does not guarantee a good-quality implementation.

Regarding the training for the preparation of domestic and international projects, the representatives of PA managers (PENP, Company with limited responsibility – CLR, PES2, PEPL and MA7) see the lack of personnel capacities as a problem for both proposals, while the representative of PEPL emphasizes the problem of insufficient knowledge of information systems. There is a similar situation with the representatives of the IF who think that training does not guarantee the quality of the implementation, while the representative of the WWF points out that there is a problem of people's availability to be trained in continuity and the representative of the FUTURA who points to the problem of insufficient networking with other PAs in the region.

The representatives of CLR, SOC and PES2 state that there is a lack of agencies for the preparation of projects at international level, while the representative of PENP and PEPL stress the insufficient funds for such activities. A representative of the INC believes that managers show a lack of interest to hire these agencies, while the representative of the PINC state that international projects are most often reduced to training, equipment and salaries, without real activities in nature protection.

Regarding the last proposal for improvement which refers to the encouragement of fee collection, the representatives of PA managers (PENP, CLR, PES2 and PEPL) see the resistance of the area users to pay the fees and the payment through court cases as the main problems (PENP, CLR and PEPL). The representatives of the IF, PINC, PEV and ILF also recognize these problems and state that there is a risk of losing the credibility due to the unintended use of the funds. There is also a danger of reducing the number of visitors (WWF).

DISCUSSION RASPRAVA

The mechanisms of the PA management system financing are a very important component of the PA management system because "...without regular investments in the PA, it is impossible to achieve active management of PA and processes, nor achieve the planned goal of preserving the natural heritage" (Puzović 2008). Through the provision of stable and diversified sources of financing, it is possible to provide long-term sustainable financing of PAs, which is a prerequisite for sustainable management of PAs. In Croatia, PA financing is implemented through allocations at republic, regional local levels, but tourism revenues account for 6-80% of the total revenues (Spurgeon et al. 2009). In Slovenia, in half of the cases, PA managers have a problem with the uncertainty about future funding by the state, while annual allocations are sufficient in most PAs (Veenviet and Sovinc 2008). The situation is the same in Croatia (Porej and Rajkovic, 2009). The World Bank funding survey for

the developed and developing countries carried out in 1999 points to large differences in the mean values since it amounts to $20.6 \text{ US\$} \cdot \text{ha}^{-1}$ in developed countries and $1.6 \text{ US\$} \cdot \text{ha}^{-1}$ in developing countries (James et al. 1999). Furthermore, the research carried out in developed countries shows that tourism revenues increase every year (Nevenić 2006). In Croatia, nature protection is mostly financed from the state budget and it accounts for 0.06% of the total state budget fund of the Republic of Croatia. The financing from local municipalities is much smaller (DZZP 2017).

With regard to the financing of PAs in Serbia, the average number of financing sources was found to be significantly higher with PEV than other MAs. The financing of PAs in Croatia is carried out through the Ministry of Environment and Energy, regional and local self-governments and EU funds (Martinić 2010). A previously conducted research in Serbia indicates that the revenues in national parks are mostly generated by the sale of goods and services, while the income from fees makes up only 12.4% of the total revenue (Đorđević et al. 2013/b). The research on the income generated by MAs of PAs has not been done, but some studies indicate that the tourism income in PAs is of increasing importance (Dahmaratne 2000, Eagles et al. 2002, Nevenić 2006, Eagles and Hillel 2008). In addition, one of the sources of PA financing can be the funds intended for the Natura 2000 network. Thus, there are several funds or programs used to finance this network in EU countries (Kettunen et al. 2014). In the future, these sources of funding can be used as a basis for the establishment of the Natura 2000 network, as well as additional financing sources for various activities in PAs, from research to education. However, they require partnership cooperation between different PAs. Looking at the case of Serbia, it is obvious that international grants are scarce. In the case of Croatia, financing from international sources, including grants and loans, are an increasingly important source of financing nature protection, while in the sector of nature protection, analyses show that significant number of institutions from nature protection did not use international funds at all (2017). Besides, the fund for environmental protection and energy efficiency has significant resources, but only 1.5% of this fund is spent on nature protection (2017). In Serbia, this kind of analysis has not been done yet. Therefore, it makes an important issue for further studies.

The representatives of PA managers, public administration and service, and organizations believe that the political will of decision-makers and the lack of understanding of the state for the needs of PA financing have the major impact on the improvement of the existing financing mechanisms. Besides, the representatives of all three groups believe that local governments are not sufficiently involved in the financing of PAs and there is insufficient interest of other insti-

tutions. The representatives of PA managers believe that it is necessary to get involved in the process of legislative drafting, while the representatives of the public administration and service, as well as the organizations, emphasize the need for the harmonization of legislative documents.

Regarding the use of domestic and international funding sources, the problems stressed by the representatives of PA managers are the need for additional research and insufficient training of managers for submitting project ideas related to their insufficient information literacy. The representatives of organizations consider that there is a lack of networking with other PAs and insufficient willingness of people to be trained in continuity, while the representatives of the public administration and service, state that managers are not ready to hire agencies to prepare projects. Regarding the improvement of the fee collection, the basic problem lies in the difficulty of fee collecting due to the resistance of the area users to pay the compensation, which results in long-lasting judicial proceedings.

CONCLUSION ZAKLJUČCI

Regarding the mechanisms of PA management system financing within the observed MAs, it was found that the average number of financing sources is the lowest for PES, unlike PEV. The largest differences in financing amounts are present in the financing of OPEs, which record a significantly higher support from the local community, unlike other MAs, while OPS records significantly higher amounts of financing from its own revenues than other MAs.

In order to improve the mechanisms for PA management system financing, it is proposed to improve the use of domestic and international sources of funding, as well as the collection of fees. Improving the mechanisms of management system financing implies the improvement of the use of the existing mechanisms at republic, provincial and local levels through defining all the possible sources of funding and training of PA managers for the use of these funds. The collection of fees should be improved by encouraging the management of PAs to use all the benefits defined by the Law on Nature Protection more efficiently.

Future research on this topic should address the amount and frequency of PA funding by the relevant institutions at republic, provincial and local levels for all PAs, as well as the identification and analysis of the possibilities for PA financing at national and international level, i.e., identification of all available financing mechanisms, their constraints, and project application procedures. It is also necessary to identify and analyse the conflicts that arise from non-compliance with the decision on fee collection that can be achieved by PA managers.

REFERENCES

LITERATURA

- Avramo, S., A. Bagočienė, Z. Fábián, E. Greimas, K. Kiskova, M. Kotulak, D. Norkuniene, P. Pawlaczyk, G. Poznikova, Lj. Vavrova, N. Zableckis, A. Zolyomi, 2012: Financing Nature in Central and Eastern Europe Experiences on financing Natura 2000 and conservation activities from the CEE region - Cases from Bulgaria, Hungary, Lithuania, Poland, Slovakia, CEEweb for Biodiversity, 25., Budapest
- Borrini-Feyerabend, G., N. Dudley, T. Jaeger, B. Lassen, N. Pathak Broome, A. Phillips, T. Sandwith, 2013: Governance of Protected Areas: From understanding to action, Best Practice Protected Area Guidelines Series No. 20, IUCN, 125., Gland
- Bovarnick, A., F.J. Baca, J. Galindo, H. Negret, 2010: Financial Sustainability of Protected Areas in Latin America and the Caribbean: Investment Policy Guidance, United Nations Development Programme and The Nature Conservancy, 160., New York
- Chape, S., M. Spalding, S. Jenkins, 2008: The World's Protected Areas: Status, Values and Prospects in the 21st Century, UNEP-WCMC, 388., Cambridge
- de Vaus, D., 2002: Surveys in social research, 5th edition, Taylor & Francis Group, Routledge, 379., London
- Dharmaratne, S.G., Y.F. Sang, J.L. Walling, 2000: Tourism potentials for financing protected areas, Annals of Tourism Research, Vol. 27 (3), 590-610., Amsterdam
- Đorđević, I., Z. Poduška, R. Nevenić, R. Gagić-Serdar, S. Bilibajkić, G. Češljar, T. Stefanović, 2013/a: Assessment of the system of funding of protected areas in the Republic of Serbia, Sustainable Forestry, Vol. 67-68, 161-175., Belgrade
- Đorđević, I., N. Ranković, Lj. Keča, 2013/b: Structure of financing revenues (2008-2012) of national parks in Republic of Serbia, Agriculture & Forestry, Vol 59 (4), 173-183., Podgorica
- Đorđević, I., D. Nonić, J. Nedeljković, 2014: Management of protected areas in Serbia: Types and structure of managers, Agriculture & Forestry, Vol. 60 (2), 7-26., Podgorica
- Đorđević, I., N. Ranković, D. Nonić, J. Nedeljković, M. Zlatić, J. Tomicićević, 2017: Analiza kretanja veličine površine zaštićenih područja u Srbiji u periodu od 1948. do 2016. godine, Glasnik Šumarskog fakulteta, Br. 115, 65-88., Beograd
- Đorđević, I., 2018: Organizacija sistema upravljanja i tipovi upravljača zaštićenih područja u Srbiji, Disertacija, Šumarski fakultet Beograd
- Državni zavod za zaštitu prirode (DZZP), 2017: Izvješće o stanju prirode u Republici Hrvatskoj za razdoblje od 2008. do 2012. godine, Vlada Republike Hrvatske, 68., Zagreb
- Eagles, P.F.J., S.F. McCool, C.D.A Haynes, 2002: Sustainable tourism in protected areas: guidelines for planning and management, IUCN, 191., Gland
- Eagles, P.F.J., 2008: Governance models for parks, recreation and tourism, In Hanna K. S., D.A Clark, D.S. Slocombe, (Eds.), Transforming parks: Protected area policy and management in a changing world, Routledge, 39-61., London
- Emerton, L., J. Bishop, L. Thomas, 2006: Sustainable Financing of Protected Areas: A global review of challenges and options, IUCN, 97., Gland
- Grujičić, I., D. Jović, D. Nonić, 2008: Upravljanje šumskim zaštićenim dobrima u Srbiji, Zaštita prirode, Br. 60 (1-2), 49-60., Beograd

- James, N.A., 1999: A Global Review of Protected Area Budgets and Staff, WCMC Biodiversity Series No.10, World Conservation Monitoring Center, 55., Cambridge
- Kettunen, M., P. Torkler, M. Rayment, 2014: Financing Natura 2000 Guidance Handbook, Part I – EU funding opportunities in 2014–2020, European Commission DG Environment, Publications Office of the European Union, 88., Luxembourg
- Martinić, I., 2010: Upravljanje zaštićenim područjima prirode, Planiranje, razvoj i održivost, Sveučilište u Zagrebu - Šumarski fakultet, 367., Zagreb
- Neuman, W.L., 2014: Qualitative and Quantitative Approaches, 7th edition, Pearson Inc., 599., Harlow
- Nevenić, R., 2006: Integrated management of natural resources in the domain of forest policy, Sustainable forestry, Vol 54-55, 111-125, Belgrade
- Nonić, D., N. Petrović, M. Medarević, P. Glavonjić, J. Nedeljković, M. Stevanov, S. Orlović, Lj. Rakonjac, I. Djordjević, Z. Poduška, R. Nevenić, 2015: Forest Land Ownership Change in Serbia. COST Action FP1201 - FACESMAP Country Report, European Forest Institute Central-East and South-East European Regional Office, 64., Vienna
- Pallant, J., 2011: SPSS Priručnik za preživljavanje: Postupni vodič kroz analizu podataka pomoću SPSS-a, prevod 3. izdanja, Mikro knjiga, 348, Beograd
- Philips, A., 1998: Economic Values of Protected Areas, Guidelines for Protected Area Managers, Task Force on Economic Benefits of Protected Areas of the World Commission on Protected Areas (WCPA) of IUCN, in collaboration with the Economics Service Unit of IUCN, 52., Gland
- Porej, D., Ž. Rajković, 2009: Effectiveness of Protected Area Management in Croatia: Results of the First Evaluation of Protected Area Management in Croatia Using the RAPPAM Methodology, Ministry of Culture of the Republic of Croatia, 57., Zagreb
- Posavec, S., K. Beljan, M. Lovrić, 2011: Model of compensation payment to the owners on NATURA 2000 forest sites, Annales Experimentatis Silvarum Culturae Provehendis, Vol. 44, 19–28., Zagreb
- Puzović, S., 2008: Zaštita i upravljanje prirodnim dobrima u Srbiji, Zaštita prirode, Br. 60, 17-26., Beograd
- Spurgeon, J., N. Marchesi, Z. Mesic, L. Thomas, 2009: Sustainable financing review for Croatia protected areas, Program on Forests-World Bank, 151., London
- Šešić, B., 1984: Osnovi metodologije društvenih nauka, Naučna knjiga, 239., Beograd
- Šumarac, P., 2009: Improving of Financing Aspects of Management in the National Park Kopaonik, Master paper, Forest Faculty, Belgrade
- Veeniet, K.J., A. Sovinc, 2008: Protected area management effectiveness in Slovenia, Final report of the RAPPAM analysis, Ministry of the Environment and Spatial Planning of the Republic of Slovenia and WWF Mediterranean Programme, 56., Ljubljana
- Zavod za zaštitu prirode (ZZP), 2012: Registar zaštićenih područja, Zavod za zaštitu prirode Srbije, interni dokument, Beograd
- Worboys, G.L., W. Francis, M. Lockwood, 2010: Connectivity Conservation Management: A global guide, Earthscan, 416., London

SAŽETAK

Financiranje upravljanja zaštićenim područjima (ZP) uključuje interakciju različitih dionika koji su uključeni u proces upravljanja i financiranja, tj. od okvira upravljanja do mehanizama financiranja. Upravljački okvir postavlja osnovne preduvjete za upravljanje ZP, dok mehanizmi financiranja predstavljaju načine financiranja ZP na temelju dugoročnih i održivih uvjeta. Upravljanje ZP može se deliti u organizaciju, pojedincu ili zajednici, koja funkcioniра u skladu s nizom zakona, pravila i / ili tradicijom. Isto tako, upravitelji ZP mogu se podijeliti na temelju toga tko donosi odluke i može se smatrati odgovornim. Jedna od važnih komponenti upravljanja ZP predstavlja održivo financiranje, što predstavlja temelj za ostvarivanje zaštite prirode. Održivo financiranje definira se kao sposobnost pružanja dovoljnih, stabilnih i dugoročnih finansijskih izvora. Upravljanje ZP u Srbiji uglavnom provode javna poduzeća, dok je krajem devedesetih godina u Srbiji upravljanje ZP po prvi put dodijeljeno nevladinim organizacijama. Danas upravljanje provode različiti upravitelji iz javnog sektora i privatnog sektora. Planirano povećanje ZP u Srbiji uključuje skoro dvostruko veću površinu od sadašnje pokrivenosti i ta će činjenica stvoriti dodatnu obavezu za postojeće i nove upravitelje u budućem razdoblju, jer je održivo upravljanje ZP postalo izazov, kako sa upravljačkog, tako i sa finansijskog gledišta. Ovo istraživanje bavi se različitim mehanizmima financiranja koji su prisutni u ZP u Srbiji. Također, bavi se razlikama u financiranju između različitih grupa upravitelja, kako bi se uspostavile najbolje prakse financiranja u sustavu upravljanja ZP u Srbiji. U fazi prikupljanja podataka korištena je anketa od vrata do vrata. Istraživanje se provodilo u dvije faze. U prvoj fazi, populacija za istraživanje definirana je na temelju registra ZP, od čega su izdvojena 63 ZP. U drugoj fazi, uzorak za istraživanje definiran je na temelju primjera „dobre prakse“ upravitelja ZP i predstavnika javne uprave i službi, kao i organizacija u sustavu upravljanja ZP. Za obradu podataka korištena je deskriptivna statistika, frekvencijska analiza, Kruskal-Wallis-ov test i Mann-Whitney-jev U test. Kruskal-Wallis-ov test korišten je za određivanje razlika između svih grupa upravitelja, dok je Mann-Whitney-jev U test korišten za određivanje razlika između pojedinih grupa upravitelja. Rezultati pokazuju da javno poduzeće "Srbijašume" ima najmanji prosječan broj izvora financiranja, za razliku od javnog poduzeća

“Vojvodinašume” (tablica 1). Što se tiče prosječnih iznosa financiranja, najveći dio financiranja imaju ostali upravitelji iz javnog sektora, dok ostala javna poduzeća bilježe najmanji iznos vlastitog financiranja (tablica 2). Na temelju rezultata prve faze istraživanja predloženi su elementi unaprjeđenja sustava upravljanja ZP za mehanizme financiranja (tablica 3). Predstavnici upravitelja ZP, javne uprave i službi, kao i organizacija, smatraju da politička volja donositelja odluka, kao i nepostojanje razumijevanja države za potrebe financiranja ZP, ima velik utjecaj na unaprjeđenje postojećih mehanizama financiranja. Također, predstavnici sve tri skupine vjeruju da lokalne vlasti nisu ni uključene u financiranje ZP-a i da postoji nedovoljna zainteresiranost drugih institucija. Kao problem u unaprjeđenju korištenja domaćih i međunarodnih izvora financiranja, predstavnici upravitelja ZP vide potrebu za dodatnim istraživanjima i problemom nedovoljne izobrazbe upravitelja, za podnošenje projektnih ideja, koje su vezane uz nedovoljnu informatičku pismenost.

KLJUČNE RIJEČI: zaštićena područja; mehanizmi financiranja; grupe upravitelja

*dr Ilija Đorđević, Institute of forestry, Belgrade, iliја.djordjević@forest.org.rs

PRIJE STO GODINA: ŠUMARSKI LIST 11–12/1919.

Kaže autor da će trebati puno vremena da ovo novo gospodarenje nađe odziva i oživtorenja u struci. Sigurno ni u snu nije mislio da će isti prigovori na iste argumente stručnjaka i znanstvenika čuti i sto godina kasnije.

Ključna teza je da *ovo novo gospodarenje šumom znači pregaranje mnogoga što je jednostavno i lagodno*,... što nas ne čudi. Izgleda da šumari stoljećima ustraju i uporno preferiraju lagodnost pred svim drugim argumentima.

Čudi naprotiv zadnja rečenica. U današnjim šumarskim krugovima uobičajena je teza da nam eto sad i ti neki zeleni i ti neki certifikati nameću nekakve priče o nekavoj turbo modernoj izmišljenoj ekologiji. Eto vam Leusteka 1919. prije točno STO GODINA: Novo gospodarenje šumama donaša ... sigurnost šume proti svim mogućim prijetećim opasnostima, a milijonima ljudi, koji posjećuju šumu, daje ona priliku, da se u njoj odmore i nauže ljepota, koje im pruža estetska raznolikost vrsta drveća i povratak pernatih stanovnika, koji bijahu jednoličnom šumom protjerani iz svog naravnog doma.

Dugo će vremena biti potrebno, dok ovi prijedlozi za novo šumsko gospodarenje, kojemu ne manjka primjera ni u literaturi a ni u prirodi, nađu odziva i oživotvorenja. Ovo novo gospodarenje šumom znači pregaranje mnogoga što je jednostavno i lagodno, kano što je čista sjeća i prorede potištenog dijela sastojine, te konačno šumske vrtove i njihovu njegu; ona znači kraj prednostima pojedinih omiljelih vrsta drveća i kulturnih metoda, te osudivanje drugih vrsta; donaša nam pako veću dobit drvene mase razne kvalitete u kraćem vremenu, smanjenje troškova kod osnutka i uzgoja šuma, podržavanje dobrote tla, zaštita pomladka, pravovremeno uživanje stare sastojine, povratak dosada zabačenih i zanemarenih vrsta drveća, sigurnost šume proti svim mogućim prijetećim opasnostima, a milijonima ljudi, koji posjećuju šumu, daje ona priliku, da se u njoj odmore i nauže ljepota, koje im pruža estetska raznolikost vrsta drveća i povratak pernatih stanovnika, koji bijahu jednoličnom šumom protjerani iz svog naravnog doma.

COMPARISON OF TWO METHODS FOR MONITORING URBAN FORESTS HEALTH

USPOREDBA DVIJU METODA ZA PRAĆENJE ZDRAVSTVENOG STANJA URBANIH ŠUMA

Nikica OGRIS¹, Tine HAUPTMAN², Maarten de GROOT³, Dušan JURC⁴

SUMMARY

We compared the performance of two methods for monitoring urban forest health. The first was based on a systematic grid (ISM), and the second on non-linear transects (UFMO). Both methods were tested during July and August 2013 in the Rožnik urban forest in the Municipality of Ljubljana (MOL). We assessed crown condition and damaging agents on 15 ISM plots, surveying an area of 92 a (are = 100 m²) in 1,640 minutes. By comparison, the UFMO method was used to survey an area of 518 a in 1,700 minutes. The performance of the ISM and the UFMO methods was 17.8 min/a and 3.28 min/a, respectively. According to the time/area performance measure, the UFMO method performed 5.4 times better than the ISM method. The UFMO method recorded 1.5 times more damaging agents per hour, 2.7 times more trees per hour, and 13.4 times more dead standing trees per hour. It also suggested 7.0 times more management measures per hour. However, the density of the data gathered was 7.1 times higher for the ISM method. According to the chosen comparison measures, the overall performance of the UFMO method exceeded the ISM method in all chosen performance measures expressed in relative time except the amount of data gathered. We conclude that, for the same sampling cost, the ISM approach produces an unbiased, but imprecise, estimate of overall forest health, while the UFMO method produces a biased, but more precise, estimate. We discuss possible improvements and further limitations of the UFMO method with an emphasis on the differences between the two methods of monitoring and surveying forest health. We conclude, that the ISM monitoring method can be supplemented with the UFMO surveying method to capitalize on the potential synergies of combining both approaches.

KEY WORDS: bias, ICP Forests, performance evaluation, survey, systematic grid, transect

INTRODUCTION UVOD

The benefits of urban forests are vast. They are an integral part of the green infrastructure of cities, providing urban society with an essential range of goods and services, including environmental, ecological, economic, and social functions, all of which contribute to sustainable development (Nilsson et al., 2012). To manage an urban forest, it is vital to understand the resource. Monitoring is an inte-

gral component of programs that sustain healthy community forests and is an early and essential activity for planning and implementing management activities (McPherson, 1993). Comprehensive monitoring programs have been developed for forest health and other natural resources. However, little of this engagement has been directed towards monitoring urban tree health, despite the fact that increasing environmental awareness is influencing attitudes towards urban trees, forests, and global health.

¹Dr. Nikica Ogris, Tel.: +386 1 2007833, Fax: +386 1 2573589, E-mail: nikica.ogriss@gozdis.si

²Dr. Tine Hauptman, E-mail: tine.hauptman@bf.uni-lj.si

³Dr. Maarten de Groot, E-mail: maarten.degroot@gozdis.si

⁴Prof. dr. Dušan Jurc, Slovenian Forestry Institute, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenia, E-mail: dusan.jurc@gozdis.si

The only unified and integrated forest monitoring system that is currently in use is the International Co-operative Programme on the Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests (ICP Forests), which was established in 1985 by the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution under the United Nations Economic Commission for Europe (Lorenz, 2010). ICP Forests was developed in response to the widespread concern that air pollution could affect forest condition. At present, 41 European countries, as well as the United States of America and Canada, are participating in the Programme, which includes assessments according to harmonized methods following the ICP Forests Manual and which has developed into an important platform for the exchange of expert knowledge.

ICP Forest health monitoring is implemented at two levels: Level I, large-scale monitoring, and Level II, intensive site monitoring (ISM). Approximately 7,000 Level I plots have been established across Europe on a 16×16 km grid. The data taken in Level I plots include annual crown defoliation visible on a total of 10–24 trees. The sample plots and trees are selected using a statistically sound procedure (Ferretti et al., 2010). Many authors have questioned and criticized the use of crown condition as a main indicator of forest health (e.g., Innes, 1993; Ferretti, 1997; Ferretti and Chiarucci, 2003; Seidling, 2004). Crown defoliation may be a good indicator of tree stress, but measuring it accurately requires extensive training of field personnel. Nevertheless, estimates can still vary considerably. Furthermore, the spatial coverage and spatial specificity of the systematic grid are inadequate when we want to focus on urban forest health problems along walking paths and roads, and on sparse but important damaging factors. Monitoring is an essential activity for management planning; however, we do not know if inventories are being utilized to their full potential in terms of producing management plans (Keller and Konijnendijk, 2012).

We argue that the ICP Forests method shows poor performance in assessing urban forest health: The economic performance is poor, and the number of direct management measures that can be acquired from the monitoring results is low. Therefore, one of the goals of this study was to develop an economically feasible method for surveying urban forest health that will result in more direct management measures.

Many of the functions of urban forests are recreational activities, such as walking, jogging, and biking, which depend on green infrastructure, such as roads, walking paths, parks, and playgrounds (Arnberger, 2006). The paths are surrounded by trees, which may represent an immediate security risk to a visitor in the form of damaged trees and falling branches. Surveying urban forest health should also include walking paths and roads. However, ICP Forests is based on a systematic grid that covers only a small portion of these

highly important areas in urban forests. Therefore, another approach is needed to survey these areas, e.g. non-linear transects that correspond to the nature of walking paths, roads and forest edges, which are all essentially line elements.

Forest tree diseases and other damaging agents are numerous, and their distribution is often limited to a small area, even to a single tree. It is difficult to glean information on sparsely distributed damaging factors with a systematic grid. To cover more area, transects could be an alternative. However, cutting straight line transects through dense forest is time consuming and expensive when large areas need to be surveyed for rare or highly clustered damaging agents. Existing forest paths and roads may be suitable as line transects even though they do not, in general, run straight. Furthermore, roads and trails are not established randomly within an area but are generally found in areas with suitable terrain. There may well be a correlation between terrain and site factors that can influence tree response to insects and pathogens. More importantly, roads and trails receive much higher levels of public use than elsewhere within an urban forest, and consequently trees in the vicinity of roads and trails are more likely to be damaged or stressed as a result. Therefore, the use of existing paths involves bias resulting from the unrepresentative sampling of available green areas, and this must be weighed against the increase in coverage (Hiby and Krishna, 2001).

We developed a non-linear transect method in the frame of the EMoNFU Project, Establishing a Monitoring Network to Assess Lowland Forest and Urban Plantations in Lombardy and Urban Forests in Slovenia (LIFE10 ENV/IT/000399), for comparison purposes and as a competitive alternative for assessing urban forest health. We named it the Urban Forest Management Oriented (UFMO) method (Ogris et al., 2013), and it is described in detail in the methods section below.

Our aim was to compare the efficiency of the ISM and UFMO methods for monitoring tree health in urban forests. We predicted that the UFMO method would record more damage that might compromise the urban forest visitor's security because we surveyed trees within the vicinity of forest paths. The nature of line transects dictates that the surveyed trees are closer to each other, which means assessments can be conducted more efficiently, and a larger area can be covered.

METHODS

METODE

The data were collected according to two methods. The first method was performed following the rules of Intensive Site Monitoring (ISM) developed by ICP Forests Expert Panel on Crown Condition and Damage Causes (Eichhorn et al.,

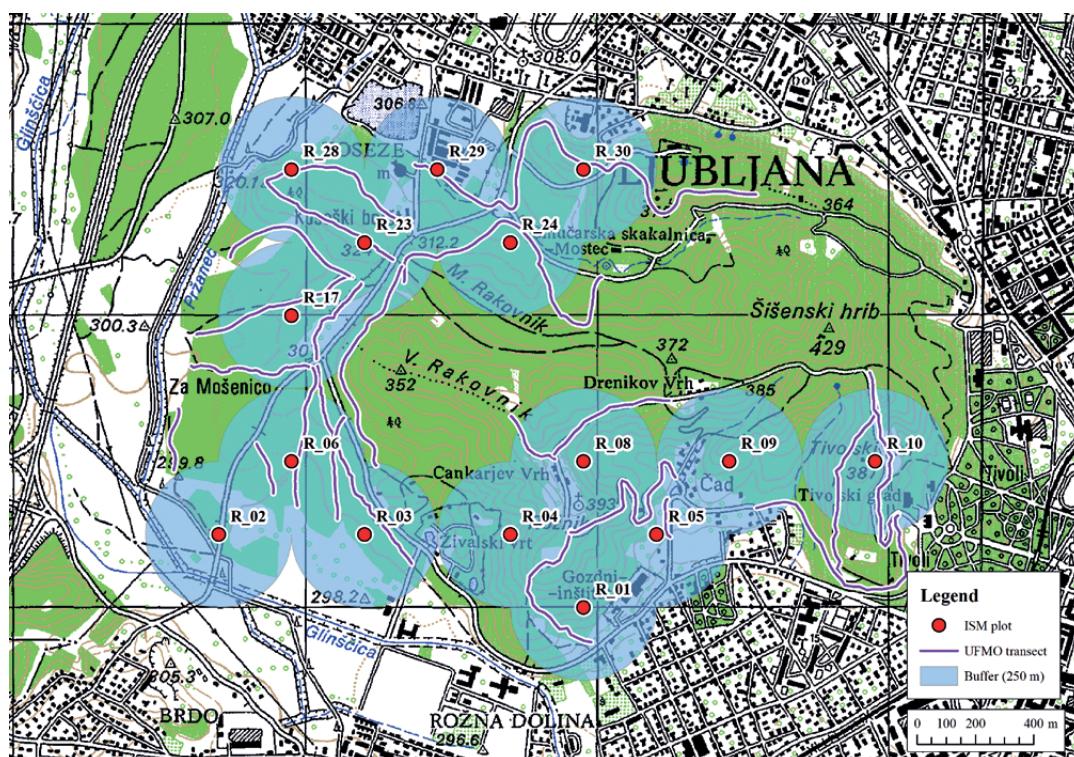


Figure 1. ISM plots and UFMO tracks assessed for damaging agents in the urban forest of the Tivoli, Rožnik and Šiška Hill Landscape Park in Ljubljana in 2013

Slika 1. ISM plohe i staze UFMO na kojima je izvršena procjena štetnih čimbenika u urbanoj šumi Parka prirode Tivoli, Rožnik i Šiška u Ljubljani 2013. godine

2016). The second method was the UFMO method (Ogris et al., 2013). Assessments and measurements by both methods were carried out during July and August 2013 in the same area of the Tivoli, Rožnik and Šiška Hill Landscape Park in the Municipality of Ljubljana (MOL), Slovenia (Fig. 1, Latitude 46.0514 N and Longitude 14.4779 E), by the same three forest health experts.

ISM method – ISM metoda

Thirty-two permanent forest-monitoring plots on a 250 × 250 m systematic grid were established in July 2013 in the Tivoli, Rožnik and Šiška Hill Landscape Park in Ljubljana (Padoa - Schioppa et al., 2012). From these 32 plots, only 15 plots were chosen for ISM (Fig. 1). The centroid of each plot was marked with an iron pole so that the measurements could be repeated in following years.

The measurements and assessments were performed on the 15 sampling plots in July 2013 according to the ISM monitoring protocol (Padoa - Schioppa et al., 2012; Eichhorn et al., 2016). Data on trees of different dimensions (based on a range of diameter at breast heights, DBH) were collected using concentric circles. Within the plots, trees, dead wood, and small trees were inventoried: 30 m² plot – small trees (DBH < 10 cm); 200 m² plot – standing trees and dead wood (DBH ≥ 10 cm & < 30 cm); 600 m² plot – standing trees (DBH ≥ 30 cm); 2,000 m² plot – dead wood (DBH ≥ 30 cm),

site and stand characteristics. On the plot level the following attributes were recorded (14): GPS location, type of relief, exposition, stoniness, rockiness, slope, type of forest, developmental stage of the stand, canopy closure, regeneration, naturalness, homogeneity of the stand, forest management, forest characteristics, and age of dominant trees. The following attributes of standing live trees were gathered (5): tree species, tree location (distance and azimuth), status of the tree, diameter at breast height, and social class. Dead wood on the plot was described with following attributes (6): type of dead biomass, tree species, DBH, length, height, and decay class. Additional attributes were gathered for small trees with a DBH of less than 10 cm (6): tree species, DBH, height, origin class, damage class, and other tree species present. Tree condition on the plot was described with the following variables (11): percentage of defoliation, affected part of the tree, specification of the affected part, location in the crown, symptom, symptom specification, causal agents, age of damage, damage extent on the trunk (% and area class in dm²), and management measure suggested. Each tree could have several damaging agents. Furthermore, the time needed for the plot inventory was recorded.

UFMO method – UFMO metoda

Each UFMO plot was represented by a footpath, i.e. a non-linear transect. The transect was recorded by a GPS track.

During our movement along the path, we inventoried only damaged trees with a DBH exceeding 10 cm that were inside a 2-m wide area on either side of the path and required management measures (salvage cutting, pruning, sanitation cutting, thinning, etc.). Visibly healthy trees were not considered. When a damaged tree was found, we recorded the GPS location of the tree and the number of the point in a consecutive manner, which represented an identification number to which all other data regarding the damaged tree were referenced. For the damaged tree, we measured its DBH and recorded the tree species and damaging factor / causal agent. We recorded all damaging factors for each single tree. Additionally, a management measure was suggested and recorded.

All attribute data were recorded on paper, digitized (copied into a Microsoft Excel table) and linked together with GPS data (tree location). In this way, the data became georeferenced.

The UFMO method was designed to focus on areas with management priority in the urban forest. Therefore, urban forest health surveys with the UFMO method usually include paths with a relatively high number of visitors and forest areas that are close to real estate, buildings, roads, etc. This was generally true also for our study in MOL. Additionally, we chose paths that were closer to the inventoried ISM plots, which made the ISM and UFMO methods spatially comparable. Furthermore, we wanted to make both methods comparable in terms of time; therefore, we took care to carry out both methods in approximately the same time.

Monitoring vs. Surveying – Monitoring : pregledi

In this paper monitoring refers to assessing a portion of a population to determine the condition of the resource, especially the change in the condition over time, and surveying refers to a procedure conducted over a defined period to determine the characteristics of a population in a defined area at the time of the survey. Monitoring is performed repeatedly on the same sampling plots, whereas surveying is usually performed on the same sampling plot only once. The ISM method is a monitoring method, and the UFMO method is a surveying method. The UFMO method uses non-linear transects as sampling plots. Non-linear transects can be used in a monitoring method when they are chosen randomly, and the assessment procedure is repeated in a defined time. Unlike the ISM method, the UFMO method does not use a representative sample and should not be used to make inferences regarding the entire population. In our study, the ISM method was used as the survey method even though it is basically the monitoring method.

Data analysis – Analiza podataka

The data analysis was focused on comparing the ISM and UFMO methods, i.e. a comparison of the performance be-

tween ISM and the UFMO method. As the methods are not directly comparable, special care was dedicated to finding appropriate and comparable measures. The performance was measured by the time used to assess a certain area (time/area), the amount of data recorded, the number of damaging agents determined, the number of trees assessed, the number of standing dead trees recorded, and the number of management measures suggested. Simple linear regression along with the coefficient of determination (R^2) were used for explaining the possible correlation between the track length and the duration of the survey, between the track length and the number of management measures, and between the duration of the survey and the number of management measures. The significance of the correlation (p -value) was calculated at the 95% confidence level.

The data gathered during this study are freely available at PANGAEA[®] (Ogris et al., 2015).

RESULTS

REZULTATI

We assessed the crown condition and the damaging agents on 15 ISM plots. The performance time for the ISM and UFMO methods was 17.8 min/a and 3.28 min/a, respectively. According to the time/area performance measure, the UFMO method performed 5.4 times better than the ISM method (Table 1). The ISM method recorded 30% more data than the UFMO method in approximately the same time. The density of gathered data was 7.1 times higher for the ISM method. The UFMO method recorded

Table 1. Comparison of ISM and the UFMO method

Tablica 1. Usporedba izmedu ISM i UFMO metode

Performance measure	ISM	UFMO
time (minutes)	1,640	1,700
area (are)	92.0	518.1
time/area (minutes/are)	17.8*	3.28*
data (n)	5,893	4,689
data (n/hour)	216	165
data (n/are)	64	9
damaging agents (n)	419	948
damaging agents (n/hour)	15.3	33.5
damaging agents (n/are)	4.6	1.8
trees (n)	260	730
trees (n/hour)	9.5	25.8
trees (n/are)	2.8	1.4
standing dead trees (n)	13	181
standing dead trees (n/hour)	0.5	6.4
standing dead trees (n/ha)	14.1	34.9
management measures (n)**	101	730
management measures (n/hour)	3.7	25.8
management measures (n/are)	1.1	1.4

*less is economically better; **categories of management measures were sanitation cutting, pruning, thinning, salvage cutting, and other tending

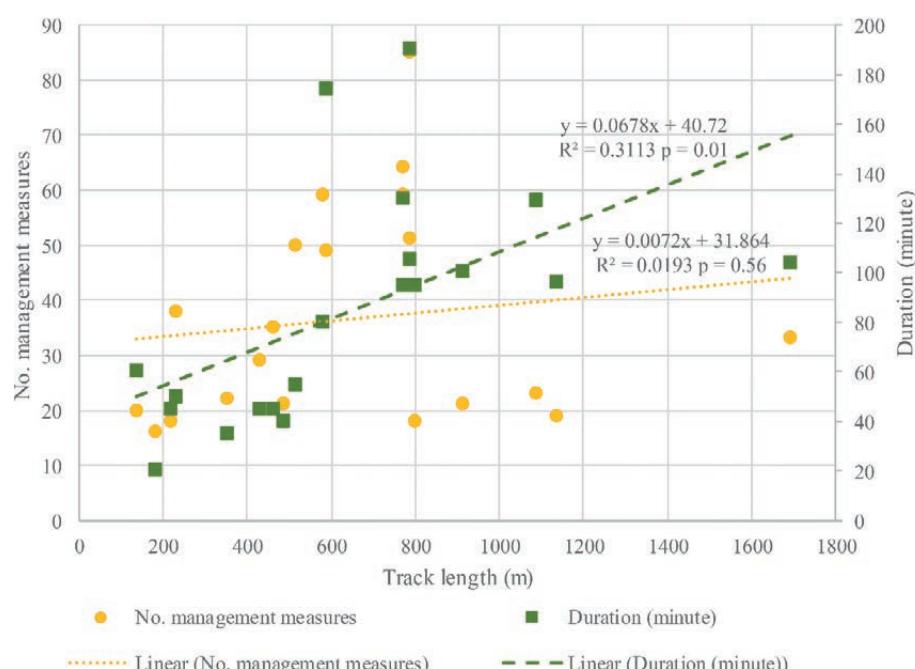
Table 2. Most frequent damaging agents recorded by the ISM and UFMO methods (number of trees ha^{-1})Tablica 2. Najčešći štetni čimbenici zabilježeni metodama ISM i UFMO (broj stabala ha^{-1})

ISM	UFMO
<i>Lophodermium piceae</i> (Fuckel) Höhn.	50.0 dead branches 36.1
<i>Diplodia pinea</i> (Desm.) J. Kickx f.	45.7 dead tree 31.5
<i>Dryocosmus kuriphilus</i> Yasumatsu, 1951	35.9 <i>Cryphonectria parasitica</i> (Murrill) M.E. Barr 23.7
<i>Lophodermium</i> Chevall.	31.5 silvicultural measure 11.2
<i>Cryphonectria parasitica</i> (Murrill) M.E. Barr	25.0 mechanical damage 10.8
<i>Rhynchaenus quercus</i> Linnaeus, 1758	18.5 weakening 4.8
light deficiency	16.3 <i>Chalara fraxinea</i> T. Kowalski 4.8
<i>Erysiphe alphitoides</i> (Griffon & Maubl.) U. Braun & S. Takam.	16.3 snowpacking 3.5
Defoliators	12.0 <i>Erysiphe alphitoides</i> (Griffon & Maubl.) U. Braun & S. Takam. 3.3
<i>Apiognomonia</i> Höhn.	12.0 leaning 3.1
Drought	9.8 cold crack 2.9
<i>Tomicus minor</i> Hartig, 1834	9.8 <i>Rhytisma acerinum</i> (Pers.) Fr. 2.7
<i>Tomicus piniperda</i> Linnaeus, 1758	8.7 windthrow 2.7
<i>Rhynchaenus fagi</i> Linnaeus, 1758	8.7 <i>Lophodermium</i> Chevall. 2.5
<i>Tischeria ekebladella</i> Bjerckander, 1795	5.4 <i>Diplodia pinea</i> (Desm.) J. Kickx f. 2.5

2.2 times more damaging agents per hour, 2.7 times more trees per hour, and 13.4 times more standing dead trees per hour. It also suggested 7.0 times more management measures per hour. Therefore, the overall performance of the UFMO method exceeded the ISM method in all the chosen performance measures expressed in relative time except the amount of data gathered. Additionally, ISM performed better for two measures expressed in relative area, i.e. ISM recorded 2.5 times more damaging agents per are and 2.0 times more trees per are. Nevertheless, the UFMO method

yielded 1.3 times more management measures per are, recorded 2.5 times more standing dead trees per hectare, and surveyed an area of one are 5.4 times faster than the ISM method.

Comparing the most frequent damaging agents between ISM and the UFMO method revealed two quite distinct lists of agents (Table 2). The ISM method recorded mostly defoliating agents affecting the crown, such as *Lophodermium* spp., *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (1951), and *Diplodia pinea* (Desm.) J. Kickx, whereas the UFMO met-

**Figure 2.** Influence of track length on the number of management measures and duration of survey using the UFMO method
Slika 2. Utjecaj duljine staze na broj mjera upravljanja i trajanje istraživanja metodom UFMO

hod recorded mostly damaging agents requiring management measures, e.g. dead branches (pruning), dead trees (salvage cutting), and *Cryphonectria parasitica* (Murrill) M.E. Barr (sanitation cutting).

The track length had only a slight positive influence on the duration of the survey ($p = 0.01$) and the number of management measures proposed ($p = 0.56$) by the UFMO survey (Fig. 2). However, the proportion of variance explained with the linear model was 31%. A track of 1,000 m in length was surveyed in 108.5 minutes on average, and 39.1 management measures were suggested on average in that area. The length of the track was 138–1,695 m (648 m on average), the number of management measures suggested was 16–85 per track (36.5 on average), and the survey lasted 20–190 minutes (85 minutes on average) per track.

ISM suggested 0–24 (6.7 on average) management measures per plot. The survey of an ISM plot lasted 60–240 minutes (109 minutes on average). Comparing ISM and the UFMO method, the average number of management measures recorded per hour was 3.7 and 25.8, respectively (Fig. 3). However, the proportion of variance explained with the linear model was lower than 36%.

Thirteen and 22 tree species were recorded in the ISM and UFMO methods, respectively (Table 3). Only 12 tree species were the same for both methods. With the ISM method, *Pinus sylvestris* L., *Picea abies* (L.) Karst. and *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. were the most frequent, representing 65.9% of all trees surveyed. With the UFMO method, *Quercus petraea*, *Castanea sativa* Mill., and *Picea abies* were

Table 3. Ten most frequent tree species recorded by the ISM and UFMO methods (% of all trees inventoried)

Tablica 3. Deset najčešćih vrsta drveća zabilježenih metodama ISM i UFMO (% svih popisanih stabala)

ISM	UFMO		
<i>Pinus sylvestris</i> L.	23.4	<i>Quercus petraea</i> (Matt.) Liebl.	34.3
<i>Picea abies</i> (L.) Karsten	23.2	<i>Castanea sativa</i> Mill.	21.3
<i>Quercus petraea</i> (Matt.) Liebl.	19.3	<i>Picea abies</i> (L.) Karsten	19.1
<i>Castanea sativa</i> Mill.	16.2	<i>Pinus sylvestris</i> L.	8.6
<i>Fagus sylvatica</i> L.	6.9	<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	2.9
<i>Quercus robur</i> L.	4.1	<i>Carpinus betulus</i> L.	2.7
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	2.1	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	2.7
<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	1.4	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	2.6
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	1.4	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	1.5
<i>Tilia cordata</i> Mill.	1.0	<i>Prunus avium</i> L.	0.8

the most frequent, representing 74.6% of all trees surveyed. The tree species surveyed by the UFMO method that were not detected by the ISM method represented only 4.5% of all trees: *Abies alba* Mill., *Acer platanoides* L., *Aesculus hippocastanum* L., *Fraxinus excelsior* L., *Juglans regia* L., *Larix decidua* Mill., *Larix leptolepis* (Siebold & Zucc.) Gordon, *Prunus domestica* L., *Robinia pseudacacia* L., and *Salix* spp. The ISM method recorded one tree species that the UFMO method did not detect: *Tilia cordata* Mill.

The results of the monitoring also comprised specific management recommendations suggested for the trees per

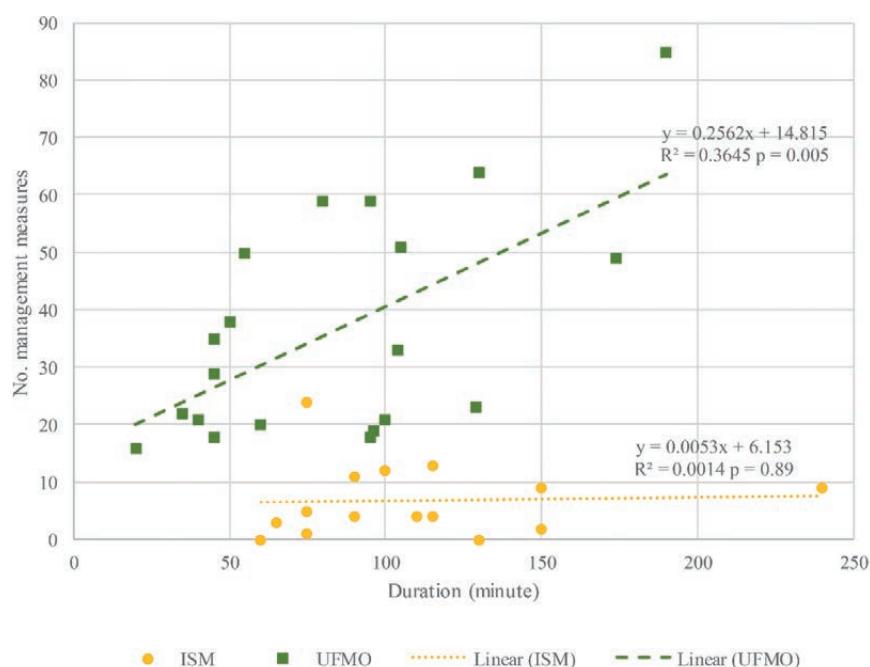


Figure 3. Comparison between ISM and the UFMO method in the number of management measures suggested
Slika 3. Usporedba izmedu ISM i UFMO metode u broju predloženih mjera upravljanja

Table 4. Summary of management measures suggested by the ISM and UFMO methods

Tablica 4. Sažetak mjera upravljanja predloženih metodama ISM i UFMO

Management measure	ISM (%)*	UFMO (%)	ISM (n/ha)	UFMO (n/ha)	ISM (n/hour)	UFMO (n/hour)
Pruning	0	25.6	0.0	36.1	0.0	6.6
Salvage cutting	13.9	42.1	15.2	59.3	0.5	10.8
Sanitation cutting	68.3	21.5	75.0	30.3	2.5	5.5
Tending	17.8	10.8	19.6	15.2	0.7	2.8
Total	100	100	109.8	140.9	3.7	25.8

*Percent of all management measures suggested by the method

method (Table 4). The most frequently suggested management measure by ISM method was sanitation cutting (68.3%), whereas for the UFMO method, the most frequent was salvage cutting (42.1%). Pruning was the second most frequently suggested measure (25.6%) for the UFMO method, whereas for the ISM method it wasn't suggested at all. Tending was suggested by both the ISM and UFMO methods (17.8% and 10.8%, respectively). Altogether, the UFMO method performed better at providing management measures expressed in relative area and relative time, as shown in Table 1.

DISCUSSION AND CONCLUSIONS RASPRAVA I ZAKLJUČI

This study focused on the comparing of two methods for surveying urban forest health, with each having different designs and purposes. Consequently, the main difficulty was to find appropriate performance measures common to both methods. The UFMO method exceeded ISM for the all chosen performance measures regarding time, except the amount of data gathered. We concluded that the UFMO method was economically more appropriate for surveying urban forest health because the same area was inventoried in 5.4 times less time than required by ISM. Therefore, we can recommend the UFMO method over ISM for surveying urban forest health. When the purpose of surveying urban forest health is the detailed analysis of smaller areas, the ISM method is appropriate because it takes into a consideration more trees and more damaging agents per unit area in comparison to the UFMO method. In cases when the purpose of the surveying is oriented toward the short-term management of an urban forest, we would again recommend the UFMO method, which is capable of providing more management measures and finding more standing dead trees per hour and per unit area.

Discrepancies between the two methods were expected because of their different purposes and designs. The survey in the UFMO method focused on areas with a higher number of urban forest visitors, i.e. forest paths and parks, and this is very likely the reason that some damage factors were more frequent, e.g. mechanical damage and leaning (Table 2). The ISM method focuses on crown condition, resulting

in a higher frequency of damaging agents on leaves and needles, e.g. *Dryocosmus kuriphilus*, *Erysiphe alphitoides* and *Lophodermium* spp. Furthermore, the ISM method recorded more attribute data than the UFMO method, e.g. symptoms, the affected part of the tree, and the percent of defoliation, which resulted in a slower inventory. Because more time was spent on the single plot, more details were noted for smaller areas, and the ISM method recorded more trees and more damaging agents per unit area.

ISM uses a representative sample that can be used to make inferences with respect to the entire population, i.e. all trees within an urban setting. It was designed to provide several estimates of different population parameters, not just the number or proportion of trees with various health issues. Measurements of trees, dead wood, and small trees were made on the ISM plots. Equivalent measurements were not included as part of the UFMO method. The UFMO method was designed to specifically assess urban tree health; therefore, it is no surprise that it can do this task more efficiently than the ISM method. However, it does not use a representative sample and should not be used to make inferences regarding the entire population. If the UFMO method was applied repeatedly through time in the same areas, it would give an idea of the change in the health status of urban trees through time and perhaps could be used to assess the effectiveness of management activities aimed at improving urban forest health. However, even with this application, the UFMO method would require the assumption that the changes in tree health in the areas being monitored (i.e. the areas immediately along trails) are representative of changes elsewhere within the urban forest if the results are to be generalized over the entire urban area. For the same sampling cost, the ISM approach would produce an unbiased but imprecise estimate of overall forest health, while the UFMO method would produce a biased but more precise estimate. In conclusion, the UFMO method is more appropriate for performing tree health surveys than for monitoring urban forest health.

Primarily, we surveyed paths with a relatively high number of visitors and forest areas that are close to, or even adjacent to, real estate, buildings, roads, etc. Secondarily, we inventoried paths with a relatively low number of visitors.

Assigning priority to tracks depends on the goal of the survey. The UFMO method was designed for use in urban forests where recreational, aesthetic, and health functions are most important. Therefore, it is reasonable to protect visitors from damaged trees that may fall or may harm the visitor or her/his property. Accordingly, the higher priority tracks have paths with a higher number of visitors and are close to real estate. In our study, we chose paths that were closer to the inventoried ISM plots, which made the ISM and the UFMO methods spatially comparable. Furthermore, ISM is designed to repeat the inventory on the same plots and to calculate trends from past measurements. If we want to calculate trends with the UFMO method, we must monitor the same tracks in an agreed time span, and the tracks must be chosen randomly, otherwise the results are biased and not representative of the whole population. Where the whole population in the UFMO method does not actually mean the urban forest, but only the trees alongside the surveyed paths.

Furthermore, roads and trails are not generally established randomly within an area but are generally found in areas with suitable terrain. There may well be a correlation between terrain and site factors that can influence tree response to insects and pathogens. More importantly, roads and trails receive much higher levels of public use than elsewhere within an urban forest, and consequently trees in the vicinity of roads and trails are more likely to be damaged or stressed as a result of the more frequent use, which could produce biased results. However, these drawbacks must be weighed against the increase in coverage made available by transects (Hiby and Krishna, 2001) and other advantages that the UFMO method offers. We believe that our results would be replicable in transects off the path, e.g. more management options would also be found on an off-path transect. But still when we perform a health survey along forest trails, the results are more useful for urban forest management organisations which are generally more concerned about human safety than monitoring forest health.

Because the UFMO method avoids patches of difficult terrain (e.g. dense vegetation), the transects can be completed faster and with less man-power, thereby reducing the costs of monitoring (Walters, 2010). Although the UFMO method exceeded the ISM method in almost all chosen performance measures, the UFMO method still has several weaknesses. Typically, walking paths, roads, or game trails are chosen to represent the non-linear transect. This leads to bias in the habitat surveyed. Therefore, it is important to consider the focus of the monitoring before implementing transects as the survey method and to plan transects accordingly.

Both the ISM and UFMO methods record the causal agents of tree damage. However, the UFMO method looks one

step ahead and only records the damage that requires management measures. This makes the UFMO method much more practical and directly linked with management planning. The UFMO method could be further improved if only the trees that require management measures were recorded. In addition, causal agents could be left out, i.e. only the GPS location and management measure would be noted. If we want to gain deeper insight into urban forest health, an inventory of all damaging agents is not only desirable but required. Taking photos of damaged trees and damaging agents is desired but not required.

There are other methods available to detect and monitor urban tree damage, e.g. remote sensing using visible spectre (Verlič, 2015; Verlič et al., 2015), remote sensing using a novel hyperspectral camera from a UAV or aircraft (Näsi et al., 2018), remote sensing using airborne laser scanner data (Rahman and Rashed, 2015), or citizen science (Roman et al., 2017). Citizen science was successfully used in the LIFE ARTEMIS project, where the UFMO method was used to survey alien plants in the Tivoli, Rožnik and Šiška Hill Landscape Park in MOL by involving volunteers (Marinšek et al., 2018). The numerus low-cost remote sensing technologies based on individual tree analysis and calibrated remote sensing imagery offer great potential for affordable and timely assessment of the health condition of vulnerable urban forests (Rahman and Rashed, 2015; Näsi et al., 2018). However, such novel methods using up-to-date technologies usually do not suggest specific management measures for a specific tree nor do they identify the cause of the damage, which is very often the deciding factor in determining which management measures are needed. Here, the UFMO and the ISM methods are superior to these novel methods.

In conclusion, the comparison results, in general, favoured the UFMO method and non-linear transects over ISM and a systematic grid for monitoring urban forest health. Although the UFMO method demonstrated several advantages over ISM in our study, there is still much room for improvement of the UFMO method. Finally, the decision about which method to use depends primarily on the purpose of the surveying, which dictates the core design of the surveying method, and secondly on the economic performance. Furthermore, the ISM monitoring method can be supplemented with the UFMO surveying method in order to capitalize on the potential synergies of combining both approaches.

ACKNOWLEDGEMENTS ZAHVALA

The study was performed in the framework of the EMoN-FUr Project – Establishing a Monitoring Network to Assess Lowland Forest and Urban Plantations in Lombardy and

Urban Forests in Slovenia (LIFE10 ENV/IT/000399). We are grateful to the Municipality of Ljubljana, who co-financed the project, and Dr. Andrej Verlič for his technical coordination of the project. We are very thankful to Jan Nagel for providing language help and proof reading. We are grateful to two reviewers for their constructive comments, which greatly improved the manuscript.

REFERENCES

LITERATURA

- Arnberger, A., 2006: Recreation use of urban forests: An inter-area comparison. *Urban Forestry & Urban Greening*, 4: 135–144, Jena.
- Eichhorn, J., P. Roskams, N. Potocic, V. Timmermann, M. Ferretti, V. Mues, A. Szepesi, D. Durrant, I. Seletkovic, H.W. Schroeck, S. Nevalainen, F. Bussotti, P. Garcia, S. Wulff, 2016: Part IV: Visual assessment of crown condition and damaging agents, In: Centre, U.I.F.P.C. (Ed.), Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests, Thünen Institute of Forest Ecosystems, 49, Eberswalde, Germany. <http://icp-forests.net/page/icp-forests-manual>
- Ferretti, M., 1997: Forest Health Assessment and Monitoring – Issues for Consideration. *Environmental Monitoring and Assessment*, 48: 45–72, Dordrecht.
- Ferretti, M., A. Chiarucci, 2003: Design concepts adopted in long-term forest monitoring programs in Europe—problems for the future? *Science of The Total Environment*, 310: 171–178, Amsterdam.
- Ferretti, M., R. Fischer, V. Mues, O. Granke, M. Lorenz, 2010: Basic design principles for the ICP Forests Monitoring Networks. Manual part II, Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests, UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre, 22, Hamburg. <http://icp-forests.net/page/icp-forests-manual>
- Hiby, L., M.B. Krishna, 2001: Line transect sampling from a curving path. *Biometrics*, 57: 727–731, Washington.
- Innes, J.L., 1993: Methods to estimate forest health. *Silva Fennica*, 27: 145–157, Vantaa.
- Keller, J.K.-K., C.C. Konijnendijk, 2012: Short communication: a comparative analysis of municipal urban tree inventories of selected major cities in North America and Europe. *Arboriculture & Urban Forestry*, 38: 24–30, Champaign.
- Lorenz, M., 2010: Objectives, strategy and implementation of ICP Forests. Manual part I, Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests, UNECE, ICP Forests, 21, Hamburg. <http://icp-forests.net/page/icp-forests-manual>
- Marinsek, A., M. de Groot, N. Ogris, L. Kutnar, A. Verlic, J. Kus Veenlyt, S. Rozman, 2018: Report of the survey of alien plants in urban forest of Landscape park Tivoli, Rožnik and Šišenski hrib by involving volunteers. Project LIFE ARTEMIS, output of the action B4, Gozdarski inštitut Slovenije, Zavod RS za varstvo narave in Zavod Symbiosis, 44 p., Ljubljana
- McPherson, E.G., 1993: Monitoring urban forest health. *Environmental Monitoring and Assessment*, 26: 165–174, Dordrecht.
- Näsi, R., E. Honkavaara, M. Blomqvist, P. Lyttikäinen-Saaremmaa, T. Hakala, N. Viljanen, T. Kantola, M. Holopainen, 2018: Remote sensing of bark beetle damage in urban forests at individual tree level using a novel hyperspectral camera from UAV and aircraft. *Urban Forestry & Urban Greening*, 30: 72–83, Jena.
- Nilsson, K., C.C. Konijnendijk, A.B. Nielsen, 2012: Urban forest function, design and management, In: Meyers, R.A. (Ed.), *Encyclopedia of Sustainability Science and Technology*, Springer New York, 11344–11361, New York. http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4419-0851-3_218
- Ogris, N., T. Hauptman, M. De Groot, D. Jurc, 2015: Urban forest health survey on Rožnik in Ljubljana in 2013 by two methods, PANGAEA, doi:10.1594/PANGAEA.846301. <http://doi.pangaea.de/10.1594/PANGAEA.846301>
- Ogris, N., T. Hauptman, D. Jurc, M. De Groot, 2013: Phytopathological monitoring. In: Calvo, E., B. Selleri, A. Verlic, G. Sanesi (Eds.), EMoNFUR Project Life+ Establishing a monitoring network to assess lowland forest and urban plantations in Lombardy and urban forest in Slovenia (LIFE10 ENV/IT/000399): Monitoring data analysis and processing (Action 12), Slovenian Forestry Institute, 20–22, Ljubljana. <http://www.emonfur.eu/pagina.php?sez=86&pag=543&label=Intermediat e+products>
- Padoa - Schioppa, E., P. Di giovinazzo, L. Kutnar, M. De Groot, G. Colangelo, G. Sanesi, M. Skudnik, M. Kovač, A. Ragazzi, S. Moricca, B. Ginetti, B. Piškur, N. Ogris, T. Hauptman, D. Jurc, R. Comolli, M. Kobal, P. Simončič, 2012: Definition of working protocol of artificial and natural urban and periurban forest sample plots monitoring (Action 5), In: Calvo, E., B. Selleri, A. Verlic, G. Sanesi (Eds.), EMoNFUR Project Life+ Establishing a monitoring network to assess lowland forest and urban plantations in Lombardy and urban forest in Slovenia (LIFE10 ENV/IT/000399), Slovenian Forestry Institute, 45, Ljubljana. <http://www.emonfur.eu/pagina.php?sez=86&pag=578&label=Deliverable+products>
- Rahman, M.T., T. Rashed, 2015: Urban tree damage estimation using airborne laser scanner data and geographic information systems: An example from 2007 Oklahoma ice storm. *Urban Forestry & Urban Greening*, 14: 562–572, Jena.
- Roman, L.A., B.C. Scharenbroch, J.P.A. Östberg, L.S. Mueller, J.G. Henning, A.K. Koeser, J.R. Sanders, D.R. Betz, R.C. Jordan, 2017: Data quality in citizen science urban tree inventories. *Urban Forestry & Urban Greening*, 22: 124–135, Jena.
- Seidling, W., 2004: Crown condition within integrated evaluations of Level II monitoring data at the German level. *European Journal of Forest Research*, 123: 63–74, Berlin.
- Verlic, A., 2015: Factors of quality and safety of recreation in the urban forest. Doctoral dissertation, University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, 105 p., Ljubljana. http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/gozdarstvo/dd_verlic_andrej.pdf
- Verlic, A., A. Arnberger, A. Japelj, P. Simončič, J. Pirnat, 2015: Perceptions of recreational trail impacts on an urban forest walk: A controlled field experiment. *Urban Forestry & Urban Greening*, 14: 89–98, Jena.
- Walters, J., 2010. Evaluating the suitability of wildlife monitoring methodology for tropical forest conservation: a comparison of transect surveys and camera trapping, Imperial College London, Master Thesis, 77, Imperial College London, Master Thesis.

SAŽETAK

Usporedili smo izvedbu dviju metoda praćenja zdravstvenog stanja urbanih šuma. Prva se temelji na sustavnoj mreži (ISM), a druga na nelinearnim transektima (UFMO). Obje metode testirane su tijekom srpnja i kolovoza 2013. u urbanoj šumi Rožnik u općini Ljubljana (MOL). Procijenili smo stanje krošanja i štetnih čimbenika na 15 ISM ploha, istražujući površinu od 92 a u 1.640 minuta. Metoda UFMO korištena je za ispitivanje površine od 518 a za 1.700 minuta. Performanse ISM-a i UFMO metoda bile su 17,8 min/a odnosno 3,28 min/a. U skladu s mjerjenjem performansi vremena/površina, UFMO metoda je provedena 5,4 puta brža od ISM metode. Metoda UFMO zabilježila je 1,5 puta više štetnih čimbenika po satu, 2,7 puta više stabala po satu i 13,4 puta više mrtvih stabala po satu. Također je predloženo 7,0 puta više mjera upravljanja po satu. Međutim, gustoća prikupljenih podataka bila je 7,1 puta veća za ISM metodu. Prema odabranim mjernim pokazateljima, ukupna uspješnost metode UFMO premašila je ISM metodu u svim odabranim mjerama uspješnosti izraženim u relativnom vremenu, osim količine prikupljenih podataka. Zaključujemo da, za isti trošak uzorkovanja, ISM pristup proizvodi nepristranu, ali nepreciznu procjenu ukupnog zdravstvenog stanja šuma, dok metoda UFMO daje pristranu ali precizniju procjenu. Raspravljamo o mogućim poboljšanjima i daljnjim ograničenjima UFMO metode s naglaskom na razlike između dviju metoda praćenja zdravstvenog stanja šuma. Zaključujemo da se metoda praćenja ISM može dopuniti metodom mjerena UFMO kako bi se iskoristile potencijalne prednosti kombiniranja oba pristupa.

KLJUČNE RIJEČI: pristranost, ICP Forests, ocjenjivanje učinkovitosti, pregled, sustavna mreža, transekt

DETERMINACIJA SPOLA I MORFOLOŠKE OSOBINE SIVOG PUHA (GLIS GLIS) S PODRUČJA DALMATINSKE ZAGORE

DETERMINATION OF SEX AND MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF FAT DORMOUSE (GLIS GLIS) FROM THE AREA OF DALMATIAN HINTERLAND

Ivan PERVAN¹, Tena RADOČAJ¹, Tea TOMLJANOVIĆ¹, Miljenko BUJANIĆ², Dean KONJEVIĆ²

SAŽETAK

Sivi puh (*Glis glis* L.) je najveći pripadnik porodice puhova. Arborealna je i nokturnalna životinja koja je autohtona vrsta divljači u Hrvatskoj. U radu su obrađeni morfološki parametri, kao što su mase (tijelo s repom, tijelo bez repa, glava, rep, jetra, bubreg, srce, pluća, puno probavilo i radman) i duljine pojedinih dijelova tijela (tijelo s repom, tijelo bez repa, rep te raspon prednjih i stražnjih udova), izmjereni na 32 adultne jedinke (18 ženki i 14 mužjaka) ulovljenim tijekom lovne sezone 2017./2018.) na području Dalmatinske zagore. Statistički značajna razlika između mužjaka i ženki utvrđena je u duljini tijela bez repa ($p=0,049$) i masi repa ($p=0,041$), mužjaci imaju veće vrijednosti za obje značajke. Ostali izmjereni parametri nisu pokazali statistički značajnu razliku između spolova. Spolni dimorfizam kod ovog glodavca nije izražen, iako mužjaci u prosjeku imaju nešto veću masu od ženki. Na temelju boje krvzna i veličine tijela nije moguće razlikovati adultne od juvenilnih jedinki. Izmjereni morfološki parametri uglavnom se podudaraju s rezultatima sličnih istraživanja.

KLJUČNE RIJEČI: sivi puh (*Glis glis* L.), Dalmatinska zagora, morfologija, spolni dimorfizam

UVOD INTRODUCTION

Puhovi (*Gliridae*) su stara porodica u redu glodavaca (*Rodentia*) te rijetka skupina sisavaca koji imaju europsko podrijetlo (Barret-Hamilton 1898., 1899., Hürner i sur. 2010.). Prema najnovijoj podjeli utemeljenoj na molekularnim analizama puhovi se ubrajaju u skupinu Boreoeutheria, granu Euarchontoglires, red *Rodentia* i porodicu *Gliridae* (Murphy i sur. 2001.). U zapadnoj Europi pronađeni su najstariji fosilni ostaci puhova još s početka eocena, razdoblja od prije 50 milijuna godina. Vrhunac razvoja puhova dođa se razdoblju od miocena (prije 26 milijuna godina) pa

sve do unatrag 5 milijuna godina. Sva novija istraživanja ukazuju da je u to vrijeme istodobno živjelo više od 35 vrsta ove porodice. U sljedećem geološkom razdoblju, pleocenu, u Europu iz Azije prodiru razne vrste miševa (*Murinae*) i voluharice (*Arvicolinae*), što dovodi do smanjenja broja vrsta puhova (Daams 1999., Horaček 1986.). U srednjoj Europi dobro su sačuvana fosilna nalazišta puhova iz kasnog pleistocena i holocena (Aguilar i sur. 1998., Kowalski 2001.).

Središnju Europu danas nastanjuju četiri vrste puhova, pri čemu su na tom području najčešće pronađeni fosilni ostaci sivoga ili velikoga puha (*Glis glis* L.), a najrjeđe gorskoga

¹ Ivan Pervan, mag. ing. agr., Tena Radočaj, mag. ing. agr., Izv. prof. dr. sc. Tea Tomljanović, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetosimunska 25, Zagreb, Hrvatska (e-mail: ivan.pervan10@gmail.com)

² Dr. sc. Miljenko Bujanić, dr. med. vet., Izv. prof. dr. sc. Dean Konjević, Sveučilište u Zagrebu, Veterinarski fakultet, Heinzelova 55, Zagreb, Hrvatska

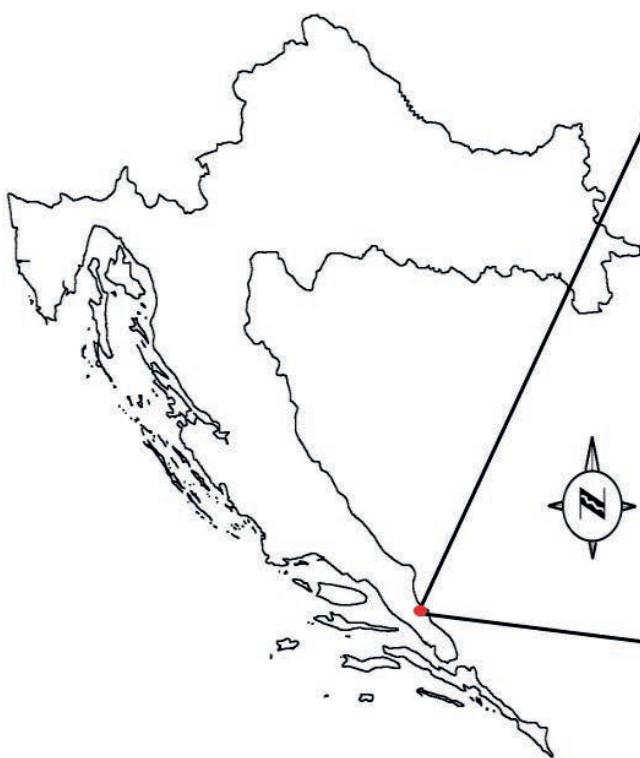
puha (*Dryomys nitedula* Pall.) (Filippucci i Kotsakis 1995.). Brojnost sivoga puha posebice se povećava u godinama bogatog uroda bukvice koja mu je važna hrana (Amori i sur. 1995., Bieber, 1998.; Cvrtila i sur. 2004., Margaletić i sur. 2004.; Grubešić i sur. 2004., 2007.). Sivog puha ovisno o klimi i nadmorskoj visini najčešće primjećujemo u drugoj polovini travnja i u svibnju. Posljedica smanjenja brojnosti populacije sivog puha u nekim dijelovima Europe najčešće se pripisuje gubitku staništa uslijed nekontroliranih sječa i intenzivnog gospodarenja šumama, međutim pravi razlog pada brojnosti još uvijek nije u potpunosti razriješen (Jurczyszyn 1994., 2001., Jurczyszyn i Wolk 1998.). Prema Zakonu o lovstvu (Anonimus, 2018.) sivi ili veliki puh je divljač u Republici Hrvatskoj i to samo na području južno od rijeke Save, dok gorski puh (*Dryomys nitedula* Pall.) i puh lješnikar (*Muscardinus avellanarius* L.) nisu na popisu divljači i spadaju u strogo zaštićen vrste (Anonimus, 2013.), a endemski krški puh (*Eliomys quercinus dalmaticus* L.), nije ni na popisu divljači ni na popisu strogo zaštićenih vrsta. Ciljevi ovoga istraživanja bili su: i) prikazati osnovne morfološke značajke sivog puha s područja Dalmatinske zagore, ii) utvrditi da li je moguće razlikovati spol na temelju veličine tijela i boje krvzna, iii) usporedno prikazati mužjake i ženke na temelju morfoloških karakteristika.

MATERIJALI I METODE

MATERIAL AND METHODS

Istraživanje je provedeno na području Dalmatinske zagore. Reljefno gledano područje istraživanja spada u nizinsko-brdski tip. Osobitost reljefa je da središnjim dijelom dominira dolina, dok je sa sjeverozapadne, sjeverne, sjeveroistočne i jugoistočne strane teren brdotiv s nadmorskim visinama od 200 m kod Velikog Prologa do 480 m podno brda Gradina (Slika 1). Radi se o tipičnim krajobraznim značajkama istočno jadranskog krškog zaleda u kojem na nagnutim terenima dominiraju skeletna i skeletoidna tla, a u dolinama je došlo do sakupljanja zemlje u debljem sloju (Anonimus 2008.).

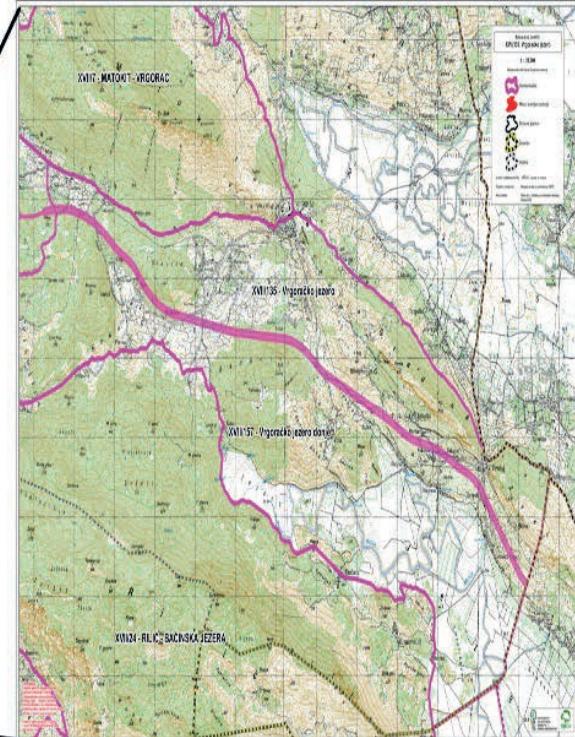
Uzorkovanje se provodilo tijekom jedne godine, sukladno Pravilniku o lovostaji (Anonimus, 2010.) od 1. listopada do 30. studenoga (20 jedinki), dok je 12 jedinki sakupljeno izvan razdoblja puholova (mortaliteti izazvani drugim uzrocima). Ukupno su sakupljene 32 adultne jedinke (14 mužjaka i 18 ženki). Nakon prikupljanja, svaki uzorak je stavljen u PVC vrećicu, označen i pohranjen u zamrzivač na -22 °C, do daljnje analize. Po različitoj udaljenosti vanjskog spolnog organa i analnog otvora vizualnim pregledom određen je spol životinje. Masa jedinki izmjerena je vagom

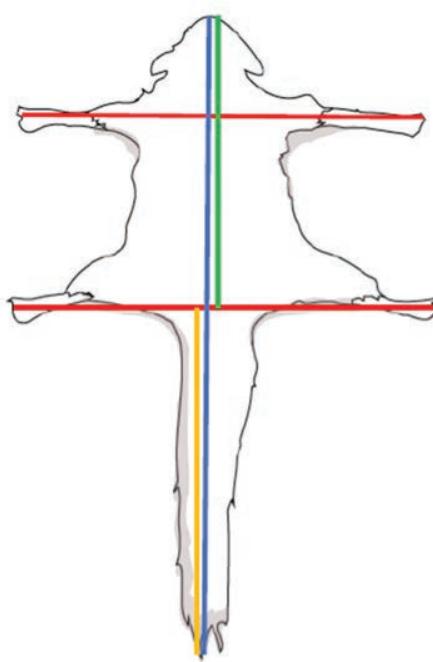


Slika 1: Područje istraživanja

Figure 1: Study area

Izvor: <http://www.mps.hr/hr/sume/lovstvo/sredisnja-lovna-evidencija>





Slika 2: Skica sivog puha-s izmjerama: raspon prednjih i stražnjih udova puha (crvena linija), ukupne duljine tijela (plava linija), duljine tijela bez repa (zelena linija) i duljine repa (smeđa linija)

Figure 2: Draft Edible dormouse with measurements: front and back limb width (red line), total body length (blue line), length of body without tail (green line) and tail length (brown line)

marke Radwag PS, s preciznošću od $\pm 0,001\text{g}$ te je iskazana u gramima. Duljina tijela mjerena je mjernom vrpcom točnosti $\pm 1\text{mm}$. Raspon prednjih i stražnjih udova i duljina repa mjerena je digitalnom pomicnom mjerkom, s točnošću na dvije decimale.

Za prikaz dobivenih morfoloških vrijednosti određene su: srednja vrijednost (x), minimum (min), maksimum (max), standardna devijacija (sd) i standardna greška (sd error). Izračunate su i korelacije između morfoloških osobina. Za analizu podataka primjenjeni su računalno-statistički programi R, R studio i SPSS. Za dobivanje rezultata koristili smo t-test nezavisnih uzoraka. T-test nezavisnih uzoraka upotrebljavamo za uspoređivanje srednje vrijednosti neprekidne promjenjive varijable u dvije različite grupe subjekata ili u različitim okolnostima (Pallant 2007.).

REZULTATI

RESULTS

Vrijednosti svih izmjerениh parametara prikazane su u tablici 1. Iz tablice možemo vidjeti podatke o minimalnoj, maksimalnoj i srednjoj vrijednosti dobivenih mjera te standardnu devijaciju koja se tumači kao prosječno odstupanje od prosjeka i to u absolutnom iznosu. Rezultati t-testa prikazani su u posljednjem stupcu te iz njega možemo očitati da li neka veličina pokazuje statistički značajnu razliku između spolova sivog puha, pod pretpostavkom da varijance nisu jednake tj. $p \leq 0,05$. Minimalna vrijednost mase mužjaka iznosila je 102,30 g, a maksimalna 215,10 g. Prosječna masa bila je 126,10 g. Mase ženki kretale su se od minimalnih 81,06 g, do maksimalnih 152,30 g. Srednja vrijednost iznosila je 114,69 g. Iako su mužjaci u prosjeku teži i veći od ženki, možemo isčitati podatke o rasponu prednjih i stražnjih udova koji je u srednjoj vrijednosti na strani ženki. Tako maksimalni raspon prednjih udova kod ženki iznosio

Tablica 1: Skupna statistika svih istraživanih jedinki

Table 1: Collective statistics of all examined individuals

Parametri Parameters	Arimetička sredina Sritmetic mean		Min		Max		Sd		T-test p-value
	M	F	M	F	M	F	M	F	
Total mass including tail (g) Ukupna masa s repom (g)	126.01	114.69	102.30	81.06	215.1	152,30	29,82089	23,34874	0.2508
Total mass without tail (g) Ukupna masa bez repa (g)	120.29	110.13	98.05	76.90	227.66	147.52	40.36951	22.94974	0.1676
Body length including tail (cm) Duljina tijela s repom (cm)	31.97	31.11	27.70	28.30	34.06	39.00	1.788849	2.362424	0.2519
Body length without tail (cm) Duljina tijela bez repa (cm)	16.26	15.46	14.90	13.90	18.90	17.50	1.116731	1.066130	0.04915
Tail length (cm) Duljina repa (cm)	15.78	15.59	12.20	11.30	18.00	25.80	1.480218	2.916333	0.9053
Front limb range (mm) Raspon prednjih udova (mm)	139.06	142.90	114.1	134.2	162.0	153.1	14.35841	6.03030	0.3671
Rear limb range (mm) Raspon stražnjih udova (mm)	164.01	174.86	127.4	153.4	191.0	191.0	21.996981	8.659423	0.103
Tail mass (g)/Masa repa (g)	5.78	4.55	3.136	3.183	9.380	6.300	1.9524053	0.8834921	0.04127

Tablica 2: Usporedba ukupne mase jedinki s lokacije Gorskog kotara (preuzeto iz Margaletić i sur. (2011.)) i Dalmatinske zagore u gramima.

<i>Parametri/ Parameters</i>	UKUPNA MASA (g)/ TOTAL BODY MASS (g)		DULJINA TIJELA (cm)/ BODY LENGTH (cm)	
	Gorski kotar	Dalmatinska zagora/ Dalmatian hinterland	Gorski kotar	Dalmatinska zagora/ Dalmatian hinterland
ARIT. SREDINA/ Arit. mean	30,56	31,49	114,89	119,68
Median	31	31,55	115	115,29
Min	23,5	27,7	55	81,06
Max	43	39	250	215,07
St.dev	2,89	2,14	32,46	26,55
St.Err	0,18	0,38	2,06	4,69

je 153,10 mm, a kod mužjaka 162 mm, gdje je za srednju dužinu prednjih udova kod ženki rezultat 142,90 mm, a kod mužjaka 139,06 milimetara. Minimalne vrijednosti raspona prednjih udova kod ženki iznosile su 134,20 mm, a kod mužjaka 114,10 mm. Najveći raspon stražnjih udova i kod mužjaka i kod ženke izmjerena je u vrijednosti od 191 mm. U prosječnom i minimalnom rasponu stražnjih udova ženke pokazuju izraženije vrijednosti. Minimalni raspon stražnjih udova kod ženke iznosio je 153,40 mm, srednja vrijednost za ženke mijereći raspon stražnjih udova je 174,86 mm. U slučaju muških jedinki, minimalna vrijednost je 127,40 mm, srednja vrijednost za raspon stražnjih udova kod mužjaka iznosila je 164,01 mm.

Vjerojatnost hipoteze duljine tijela bez repa prema spolu iznosi 0,049. Srednja vrijednost u mužjaka iznosi 16,26 cm, a srednja vrijednost u ženki 15,46 cm. Minimalna vrijednost duljine tijela bez repa izmjerena kod mužjaka iznosila je 14,90 cm, a kod ženke 13,90 cm. Maksimalne vrijednosti kod mužjaka i ženke bile su 18,90 cm i 17,50 cm u korist mužjaka.

Vjerojatnost hipoteze mase repa s obzirom na spol iznosi 0,041. Srednja vrijednost u mužjaka iznosi 5,78 g, dok u ženki iznosi 4,55 g. Maksimalne vrijednosti su u korist mužjaka, gdje je najveća izmjerena masa bila 9,380 g, a kod ženki 6,300 g.

Pomoću tabličnog prikaza (tablica 2), usporedili smo duljine tijela i ukupne mase puhova s lokalitetom Gorskog kotara i lokalitetom Dalmatinske zagore. U tablici su prikazane srednje vrijednosti, median, minimalne mjere, maksimalne mjere, standardna devijacija i standardna pogreška. Vidljivo je da su puhovi s lokalitetom Gorskog kotara u prosjeku neznatno lakši, odnosno kraći. Maksimalne vrijednosti duljine tijela i ukupne mase puhova s područja Gorskog kotara, premašuju iste s područja Dalmatinske zagore. Minimalne mjere u našim prikazima su u korist puhova s lokalitetom Dalmatinske zagore. Odnosno, minimalne vri-

jednosti duljine tijela i ukupne mase puhova s lokalitetom Dalmatinske zagore, premašuju minimalne vrijednosti dobivenih u istraživačkom radu na području Gorskog kotara. Mediani za „ukupnu masu“ se podudaraju, gdje za duljinu tijela vidimo da blagu korist imaju puhovi s lokalitetom Dalmatinske zagore. Za razliku od srednjih vrijednosti, maksimalne vrijednosti duljine tijela i ukupne mase, veće su u slučaju puhova s područja Gorskog kotara. U skladu s navedenim pokazateljima očekivano je da su puhovi s lokalitetom Gorskog kotara u prosjeku neznatno lakši, odnosno da su duljine tijela bez repa nešto kraće.

RASPRAVA

DISCUSSION

Tjelesna masa puhova je razmjerno često istraživan parametar ove vrste te je moguće pronaći velik broj podataka za različite lokalitete. Ovdje je važno zamijetiti kako su puhovi u ovom istraživanju nešto većih masa od puhova u drugim istraživanjima na području Europe. S obzirom na blizinu područja masu puhova smo usporedili s podacima dobivenim u istraživanju na području Gorskog kotara (Margaletić i sur. 2011.). Pri tome Margaletić i sur. (2011.) navode kako je prosječna masa svih ispitanih uzoraka iznosi 115 g, što se poklapa s istraživanjem u ovome radu gdje prosjek ukupne mase iznosi 115,29 g. Tako Margaletić i sur. (2011.) navode da srednja vrijednost duljine tijela puhova iz Gorskog Kotara iznosi 30,56 cm. Srednja vrijednost duljine tijela u našem istraživanju iznosila je 31,49 cm, maksimalna 39,0; a minimalna 27,7 cm. Podaci o broju ulovljenih jedinki po spolu i lokalitetu kod Margaletić i sur. (2011.) otkrivaju da omjer ukupno ulovljenih mužjaka i ženki ide u korist ženki. Navedeno je u suglasnosti s našim istraživanjem, gdje je također prisutan nešto veći broj ženki (18), u odnosu na mužjake u istraživanju (14). Margaletić i sur. (2011.) ne pronalaze statistički značajnu razliku ni po lokalitetima ni po spolu, što je uglavnom sukladno s ovim istraživanjem, budući da je statistički značajna razlika između mužjaka i ženki pronađena jedino kod mase repa i kod duljine tijela bez repa. U dosadašnjim istraživanjima maksimalna zabilježena masa sivog puha s područja Gorskog Kotara iznosila je 380 g (Tvrtković i sur. 1996.), za područje srednje Slovenije 476 g (Kryštufek i Flajšman 2007.). Međutim, razlika u masama može biti signifikantna čak i ako se radi i međusobno udaljenim lokalitetima istog područja (Grubešić i sur. 2004.). Tako je prosječna masa puhova (i juvenilnih i adultnih na području zapadnog dijela Gorskog kotara (Gerovo) signifikantno viša (233 g adultni i 118 g juvenilni) od istovrsnika s istočnog dijela Gorskog kotara (Vrbovsko, 265 g adultni i 225 g adultni). Prijašnja istraživanja kretanja masa puhova u Gorskom kotaru (Grubešić i sur. (2004.) pokazala su da se tijekom razdoblja lova masa

tijela ne mijenja, bez obzira radi li se o juvenilnim ili adultnim jedinkama.

Glede duljine tijela, Spangenberg (1935.) navodi kako puhovi iz Azerbajdžana imaju prosječnu duljinu tijela od 177 mm. Prema Milazzo i sur. (2003.) duljina tijela kod puhova uzorkovanih u Italiji iznosila je od 171,1 mm do 184 mm, a duljina repa od 161,4 do 182 mm. Puhovi uzorkovani u Sloveniji u istraživanju Kryštufeka i Flajšmana (2007.) u prosjeku su bili dugi 177,1 mm, dok je prosječna duljina repa iznosila 145 mm. Isti autori provodili su istraživanje i u drugim zemljama, tako je puhovima iz Bosne i Hercegovine prosječna duljina tijela 173,3 mm, puhovima iz Španjolske 153,7 mm, iz Francuske 151,2 mm, a iz Gorskog kotara (Grubešić i sur. 2004.) u prosjeku od 154 do 200 cm. Popov (1960.) navodi kako su u Rusiji oko područja rijeke Volge-Kame, uzorkovani puhovi u prosjeku bili dugi 145 mm, gdje je minimalna duljina repa iznosila 109 mm, a maksimalna 122 mm. Ovdje je očigledno da postoje razmjerno velike razlike u veličini puhova na pojedinim lokalitetima. Iako nam nisu u potpunosti poznati podaci o dobu godine kada su uzorci prikupljeni i o kvaliteti godine, kao niti podaci o dobi puhova, zanimljivi rezultati dobivaju se ukoliko izračunamo postotni odnos duljine repa prema ukupnoj duljini tijela. Tako ovaj podatak u ovom istraživanju iznosi 49,7 %, što je istovjetno s podacima Milazzo i sur. (2003.). U druga dva istraživanja udio repa u duljini tijela iznosi oko 45% (Popov 1960., Kryštufek i Flajšman 2007.), što je ponovno usporedivo s prethodno spomenutim i predmetnim istraživanjem. Iako smo utvrdili statistički značajnu razliku glede duljine i mase repa mužjaka u odnosu na iste pokazatelje kod ženki, isti nisu dostatni za primjenu u raspoznavanju spola puhova.

Životni vijek puhova je različit u pojedinim istraživanjima. Tako je prema Vekhniku (2017.) životni vijek puha znatno kraći od 4 godine, dok su pojedini autori utvrdili da je životni vijek čak od 7 do 9 godina (Morris 2004.). Iako Bieber (1998.) navodi kako je u svom istraživanju do puhova procjenjivala prema boji krvna, odnosno prema metodi Vethhinghoff-Riesch i Freiherr (1960.) u našem istraživanju nismo uspjeli identificirati dob jedinke po veličini tijela i boji krvna. To je u skladu s rezultatima istraživanja pojedinih znanstvenika. Tako Pilastro i sur. (1996.) te Schlund i Schärfe (1997.) zaključuju da u populacijama srednje i zapadne Europe nije moguće identificirati dobne skupine po boji i veličini.

U ovom istraživanju ukupna masa s repom i ukupna duljina tijela ukazuje da su mužjaci u prosjeku veći. Prosječni raspon prednjih udova u korist je ženki, koji iznosi 142,90 milimetara, a kod mužjaka 139,06 milimetara. Slična situacija vidljiva je i kod raspona stražnjih udova, gdje je raspon 174,86 milimetara kod ženki, a kod mužjaka 164,01 milimetar.

ZAKLJUČCI CONCLUSIONS

Spolni dimorfizam sivog puha nije jasno izražen. Spol jedinke je sa sigurnošću moguće utvrditi tek pregledom vanjskih spolnih organa. Statistički značajne razlike između spolova u korist mužjaka utvrđene su u slučaju mase repa i duljine tijela bez repa. Adultnu od juvenilne jednike nije moguće razlikovati na temelju veličine tijela i obojenosti krvna. Duljine tijela i ukupne mase puhova u Dalmatinskoj zagori, podudaraju se s populacijom na području Gorskog kotara. Mužjaci su u prosjeku teži i veći od ženki, dok je raspon prednjih i stražnjih udova veći u ženki. Morfološke karakteristike sivog puha dostupne iz literature, podudaraju se s vrijednostima dobivenim u našem istraživanju.

LITERATURA REFERENCES

- Aguilar, J.P., J.Y. Crochet, K. Krivic, B. Marandat, J. Michaux, A. Mihevc, B. Sigé, S. Šebela, 1998: Pleistocene small Mammals from some karstic Fillings of Slovenia, Preliminary results, Acta Carsol, 27 (2):141–150.
- Amori, G., M. Cantini, V. Rota, 1995: Distribution and conservation of the Italian dormice. Proc. II Conference On Dormice, *Hystrix It. J. Mamm.*, 6 (1–2):331–336.
- Anonimus 2018: Zakon o lovstvu. Narodne novine, 99.
- Anonimus 2013: Pravilnik o strogo zaštićenim vrstama. Narodne novine, 144.
- Anonimus 2008: Lovno gospodarska osnova za zajedničko otvoreno lovište, broj XVII/135 – „Vrgorачko jezero“ za razdoblje od 01. travnja 2008. do 31. ožujka 2018. godine.
- Anonimus, 2010: Pravilnik o lovostaju. Narodne novine, 67.
- Barrett-Hamilton, G.E.H., 1898: LIII. – Note on the European dormice of the genera *Muscardinus* and *Glis*, Ann. Mag. Nat. Hist., 2 (11):423–426.
- Barrett-Hamilton G.E.H., 1899: Note on the Sicilian dormice of the genera *Eliomys* and *Glis*, Ann. Mag. Nat. Hist., 3 (15):226–228.
- Bieber, C., 1998: Population dynamics, sexual activity, and reproductive failure in the fat dormouse (*Myoxus glis*). J. Zool. Lond. 244(2): 223–229.
- Cvrtila, Ž., D. Konjević, L. Kozačinski, M. Hadziosmanović, A. Slavica, J. Margaletić, 2004: The chemical composition of the meat of fat dormice (*Glis glis* L.), Eur. J. Wildlife Res., 50 (2):90–91.
- Daams, R., 1999: Family Gliridae - in: Rössner, G.E. & Heissig, K. (eds.) - Miocene land mammals of Europe, Verlag Dr F. Pfeil, 301–318, München.
- Filippucci, M.G., T. Kotsakis, 1995: Biochemical systematics and evolution of Myoxidae, *Hystrix It. J. Mamm.*, 6 (1–2):77–97.
- Grubešić, M., J. Margaletić, M. Glavaš, 2007: Dynamika a struktura lovu plcha siveho (*Glis glis* L.) u bučinach a jedlinach Chorvatska, *Folia venatoria*, 36-37:173–181.
- Grubešić, M.; Krapinec, K.; Glavaš, M.; Margaletić, J., 2004: Body measurements and harvesting dynamics of the fat dor-

- mouse (*Glis glis* L.) in the mountainous part of Croatia. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 50 (4):271–282.
- Horaček, I., 1986: Fossil records and chorological status of dormice in Czechoslovakia. Part I.: *Glis glis*, *Eliomys quercinus*, *Folia Musei Rerum Naturalium Bohemiae Occidentalis*, Plzeň, *Zoologica*, 24:49–59.
 - Hürner, H., B. Kryštufek, S. Maurizio, A. Ribas, T. Ruch, R. Sommer, V. Ivashkina, J.R. Michaux, 2010: Mitochondrial phylogeography of the edible dormouse (*Glis glis*) in the western Palaearctic region, *J. Mammal.*, 91 (1):233–242.
 - Jurczyszyn, M., 1994: Population density of *Myoxus glis* (L.) in some forest biotopes, *Hystrix It. J. Mamm.*, 6 (1–2):265–271.
 - Jurczyszyn, M., 2001: Reintroduction of the edible dormouse (*Glis glis*) in Sierakowski landscape park (Poland), Preliminary results, *Trakya Univ. J. Sc. Res. Series B*, 2 (2):111–114.
 - Jurczyszyn, M., K. Wolk, 1998: The present status of dormice (Myoxidae) in Poland, *Nat. Croat.*, 7 (1):11–18.
 - Kryštufek, B., B. Flajšman, 2007: Polh in človek. Ekološki forum LDS, Liberalna akademija, 43–84, Ljubljana.
 - Margaletić, J., M. Grubešić, K. Krapinec, K. Kauzlaric, S. Krnjter, 2006: Dynamics and structure of fat dormouse (*Glis glis* L.) population in Croatia forests in the period from 2002 to 2004, *Glas. Šum. Pokuse, posebno izdanje*. 5:377–386.
 - Margaletić, J., M. Moro, M. Vučelja, L. Bjedov, G. Videc, 2011: Morfološki parametri sivog puha (*Glis Glis* L.) uzorkovanog u šumama Gorskog kotara, *CROJFE*, 3(1):239–249.
 - Milazzo, A., W. Faletta, M. Sara, 2003: Habitat selection of fat dormouse (*Glis glis italicus*) in deciduous woodlands of Sicily, *Acta Zool. Acad. Sci. Hung.*, 49 (1):117–124.
 - Morris, P. A., 2004: Dormice, Whittet Books Ltd, Suffolk, UK.

Summary

Edible dormouse (*Glis glis* L.) is the largest dormouse species. The edible dormouse is autochthonous game species in Croatia, and arboreal animal that is active at night. During the hunting season 2017./2018. we have collected 32 adult individuals (18 females and 14 males), on the area Dalmatian hinterland. Following sex determination, the following morphological parameters were measured: mass (total mass including tail, total mass without tail, head, tail, liver, kidney, heart, lung, digestive system and radman) and body length measurements (body length including tail, body length without tail, front and back width of the pock and tail length). Statistically significant difference between males and females was found in the length of the body without the tail ($p = 0.049$) and tail mass ($p = 0.041$), with males displaying greater values for both of these features. The other measured parameters did not show significant differences between sexes. Sexual dimorphism in this rodent is not pronounced, though on average males tend to be larger and heavier than females. It was not possible to differentiate adults and juveniles based on the color of the fur and the body size. Measured morphological parameters mostly coincide with results of similar research. Edible part of internal organs constitutes 5.1% of live weight (heart and lungs 1.8%, livers 2.43% and kidneys 0.8%). Non-edible part includes stomach and intestines (12.3%), head (11.78%), tail (4%) and skin and metapodia (11.21%). Sex of an individual Edible dormouse can be safely determined by looking at the external sex organs. Body length and total mass of Edible dormouse in Dalmatian hinterland is similar to the population in the Gorski Kotar region. Although we have established a statistically significant difference in the length of the body without the tail and the mass of the tail of the males compared to the same indicators in females, they are not sufficient for the use in recognizing sex of Edible dormouse.

KEY WORDS: Edible dormouse (*Glis glis* L.), Dalmatian hinterland, morphology, sexual dimorphism

IZBOR KVALITETNE ŠUMSKE SADNICE POLJSKOG JASENA (*Fraxinus angustifolia* Vahl) ZA UMJETNU OBNOVU I POŠUMLJAVANJE

Selecting high quality forest seedlings of narrow-leaved ash
(*Fraxinus angustifolia* Vahl) for regeneration and reforestation purposes

Damir DRVODELIĆ¹, Milan ORŠANIĆ²

SAŽETAK:

U ovom stručnom članku detaljno su opisani svi čimbenici koji utječu na uzgoj kvalitetne šumske sadnice poljskog jasena za umjetnu obnovu i pošumljavanje. Do sada se pozornost nije poklanjala kvaliteti sadnica s obzirom na nove i potpuno promijenjene nepovoljne ekološke i biološke čimbenike koji se događaju sa sastojinama poljskog jasena u Hrvatskoj. Kvaliteta sadnica poljskog jasena određivala se isključivo jednim morfološkim čimbenikom, a to je najčešće visina izbojka što nije dobro. U radu su definirani pojmovi morfološke i fiziološke kvalitete sadnica. Opisane su metodologije za mjerjenje morfoloških i fizioloških svojstava šumske sadnice i njihov značaj na preživljjenje, rast i prirast nakon sadnje na terenu. Morfološka svojstva su: visina izbojka, promjer stabljike, odnos visine izbojka i promjera stabljike, duljina pupa, volumen korijena i stabljike, težina sadnica, odnos volumena izbojka i korijena te boja, forma i oštećenja. Fiziološka svojstva su: otpornost na hladnoću, potencijal rasta korijena (PRK), dormantnost pupa i koncentracija hranjiva u lišći. Opisana su tri stresna čimbenika koja utječu na smanjenje kvalitete šumske sadnice, preživljjenje, rast i prirast na terenu, a to su: stres zbog vlage u biljci (PMS), stres zbog temperature i fizički stres (padanje, gnječenje, vibracije, površinsko oštećivanje i trganje korijena). Definirani su i svi ostali stresni čimbenici koji utječu na pad kvalitete šumske sadnice koji se događa u razdoblju od vađenja u rasadniku do sadnje na terenu. Razjašnjena je uloga pojedinog stresnog čimbenika na sadnicu, kao i kumulativan utjecaj više stresnih čimbenika. U članku se govori o ispravnom rukovanju sadnicama od vađenja u rasadniku do pošumljavanja. Prikazane su novije patentirane mogućnosti zaštite sadnica od trenutka vađenja iz rasadnika ili kamiona-hladnjače do sadnje na terenu.

KLJUČNE RIJEČI: morfološka kvaliteta šumske sadnice, fiziološka kvaliteta šumske sadnice, stresni čimbenici kod šumske sadnice, rukovanje sadnicama, zaštita sadnica

UVOD INTRODUCTION

Na kvalitetu šumske sadnice utječu tri čimbenika: genetsko podrijetlo sjemena (kategorije šumskog reproduktivnog materijala-ŠRM), klima rasadnika i uzgojni postupci u rasadničkoj tehnologiji. U obzir treba uzimati sva tri kri-

terija kvalitete šumske sadnice: genetski, morfološki i fiziološki. Genetski je određen provenijencijom sjemena i kategorijama ŠRM, morfološki kriteriji povezani su s vanjskim izgledom i stanjem sadnice (lako i brzo mjerljivi, jednostavne metode rada i jeftina oprema), a fiziološki su povezani s unutarnjim, naoko nevidljivim stanjem biljke. Morfologija šumske sadnice je interakcija između nasljednih genetskih

¹ Doc. dr. sc. Damir Drvodelić, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetosimunska 25, 10000 Zagreb, email: ddrvodelic@inet.hr

² Prof. dr. sc. Milan Oršanić, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetosimunska 25, 10000 Zagreb

osobina, klime i uzgojnih postupaka u rasadniku. Prije svakog pošumljavanja, revirnik bi trebao dati upute tehnologu u rasadniku za proizvodnju šumskih sadnica prema mikroklimatskim i stanišnim čimbenicima (klima i tlo) koji su određeni na mjestu pošumljavanja. Već davno je u rasadničarstvu poznat pojam programirane šumske sadnice što se odnosi na rasadničku tehnologiju proizvodnje šumskog sadnog materijala prema unaprijed točno definiranim stanišnim čimbenicima (klima i tlo). Programirane sadnice nisu zaživjele u praksi zbog teže proizvodnje i više cijene, iako je s promjenom globalne klime došlo vrijeme da će se isključivo one trebati koristiti kod pošumljavanja ili umjetne obnove šumskih sastojina.

ELEMENTI KVALITETE ŠUMSKIH SADNICA QUALITY ELEMENTS OF FOREST SEEDLINGS

1. Morfološka kvaliteta – 1. Morphological quality

Morfologija se definira kao forma ili struktura nekog organizma. Iako morfološke procjene ne daju izravne informacije o trenutnom fiziološkom stanju, one se mogu smatrati fizičkim stanjem odgovora fiziološkog stanja sadnica na ekološke uvjete (Mexal i Landis 1990). Visina izbojka i promjer stabljične vrata su uobičajene mjere kvalitete koje se koriste za rast i standarde klasiranja u šumskim rasadnicima. Postoji mnogo dodatnih morfoloških elemenata kvalitete koji se mogu dobro procijeniti. Morfološki elementi značajno se razlikuju od vrste, sjemenske zone i tipa sadnica. Niti jedan pojedinačni element kvalitete nije pokazao savršenu predikciju uspjeha sadnje, ali svaki od njih je povezan s poнаšanjem sadnica na terenu. Morfološku kvalitetu šumskih sadnica istraživali su Oršanić i dr. (2007), Oršanić i dr. (2008a), Oršanić i dr. (2008b), Drvodelić i dr. (2012), Drvodelić i dr. (2013), Drvodelić i dr. (2016a), Crnković i dr. (2017) i još mnogi drugi.

1.1. Visina izbojka – 1.1. Shoot height

Visina izbojka definira se kao udaljenost od ožiljka kotiledona (supki) do baze vršnog pupa kod dormantnih sadnica ili vrha izbojka na sadnicama u vegetaciji. Visina korelira s brojem iglica na izbojku, to je dobra procjena fotosintetskog kapaciteta i transpiracijske površine. To sugerira na pozitivan odnos s kasnjim rastom, ali nepredvidiv odnos s preživljajem, posebno na suhim terenima. Veće sadnice mogu imati konkurenčnu prednost na terenima s ozbiljnom konkurencijom korova i mogu biti pokazatelj superiорne genetike. Jedanaest godišnji visinski rast sadnica duglazije 3+0 visoko korelira s početnom visinom (Smith 1975). S druge strane, više sadnice s većom transpiracijskom površinom mogu biti lošije na suhim terenima, izuzetno visoke sadnice može biti teško za posaditi i one su nebalansirane (slab odnos izbojka prema korijenu). Visoke sadnice više su izložene djelovanju vjetra (Ritchie 1984). U

vlastitim istraživanjima, sadnice poljskog jasena proizvedene u multikontejneru proizvođača AM-POLIM s 12 otvora i volumenom 1 otvora od 620 ml. u uvjetima hipoksije u razdoblju od 5.5.-15.7.2015. godine imale su u prosjeku 62 mm veći visinski i 1,81 mm debljinski prirast od zalijevanih sadnica, što je bilo statistički značajno. Poljski jasen je higrofilna vrsta i izrazito pozitivno reagira na navodnjavanje, a statistički značajne razlike utvrđene su osim u morfološkim i u nekim fiziološkim značajkama sadnica poput vodnog potencijala (Ψ) i maksimalnog kvantnog pristupa fotosustava II (F_v/F_m) koji je bio u optimalnom iznosu od 0,82. (Drvodelić i dr. 2016b).

1.2. Promjer stabljične vrata – 1.2. Stem diameter

Promjer stabljične vrata korijena definira se kao promjer glavne stabljične vrata sadnica na ožiljku ili blizu ožiljka kotiledona. Promjer stabljične vrata se često smatra najboljim pojedinačnim pokazateljem preživljajenja i rasta na terenu (Thompson 1985). Promatrajući 14. nezavisnih elemenata kvalitete sadnica duglazije u rasadniku, promjer i težina korijena bila je u najvećoj korelaciji s prvih 5. godina visinskog rasta nakon sadnje (Omi i dr. 1986). Blake i dr. (1989) pišu o povećanju preživljajenja s povećanjem promjera stabljične vrata kod duglazije. Nakon 30. godina od sadnje vrste *Pinus taeda* L. utvrđeno je kako je prosječni volumen stabla u visokoj korelaciji s promjerom stabljične vrata u vrijeme sadnje (South i dr. 1988). Sadnja sadnica duglazije 2 mm većeg početnog promjera dovela je nakon četiri godine do povećanja volumena stabljične vrata od 35% i 43% s pokusima na dva različita lokaliteta (Rose i Ketchum 2003).

1.3. Visina:promjer – 1.3. Height: diameter ratio

Odnos između ukupne visine i promjera vrata korijena je koeficijent vitkosti ili vitkost (čvrstoća) sadnica. Visok odnos upućuje na relativno vitke sadnice dok niži odnos ukazuje na deblje sadnice. Sadnice nekih vrsta s velikim koeficijentom vitkosti osjetljivije su na oštećenja od vjetra, suše i mraza (Roller 1977).

1.4. Duljina pupa – 1.4. Bud length

Duljina pupa mjeri se od baze pupa do vrha pupa. Duljina pupa korelira s brojem iglica na sadnici kod mnogih vrsta i pokazatelj je dobrog inicijalnog rasta. Duljina pupa je korisna za predviđanje rasta izbojka (Kozłowski i dr. 1973).

1.5. Volumen korijena i stabljične vrata – 1.5. Root and stem volume

Starije metode mjerjenja volumena korijena i stabljične vrata bile su potapanjem u vodu (Harrington i dr. 1994), dok se danas koriste suvremene, brze i precizne metode za mjerjenje volumena i ostalih morfoloških varijabli opranog korijena uz pomoć skenera tipa Epson Expression 10000XL i softvera tipa WinRhizo Pro.V.. 2005 (Drvodelić i dr. 2013);

Drvodelić i dr. 2015). Volumen korijena uključuje svu masu korijena ispod ožiljka od kotiledona, dok volumen izbojka uključuje svu masu izbojka iznad ožiljka kotiledona. Volumen korijena ne znači njegovu granatost, jer sadnice s puno finog korijenja mogu istisnuti isti volumen vode kao i sadnice s krupnim glavnim korijenom ili žilom srčanicom. Sadnice s većom masom korijena imaju veće korelacije ako se promatra promjer stabljike i preživljenje (Blake i dr. 1989). Sadnice duglazije i vrste *Pinus ponderosa* s većim volumenom korijena u vrijeme sadnje imale su značajno veći rast na terenu i preživljenje u odnosu na sadnice s malim volumenom korijena (Rose i dr. 1997). Jacobs i dr. (2005) navode kako su visina i promjer sadnica u drugoj godini bili veći kod sadnica tvrdih listača s većim početnim volumenom korijena. Analizirajući korijenske sustave jednogodišnjih sadnica pinije, uočeno je da su volumeni korijena sadnica iz kontejnera MP53/12 statistički značajno manji od volumena korijena sadnica iz ostalih kontejnera. Sadnice pinije proizvedene u kontejnerima većeg volumena u samo jednoj godini više su nego dvostruko akumulirale masu nadzemnog dijela, masu korijena, a time i ukupnu biomasu u odnosu na one proizvedene u kontejnerima manjeg volumena, što je više nego dobar pokazatelj utjecaja veličine kontejnera na morfološke značajke jednogodišnjih sadnica (Jelić i dr. 2014). Prema istom autoru volumen kontejnera u interakciji s pripremom tla bio je statistički vrlo značajan kod preživljena pinije. Drvodelić i dr. (2015) ističu kako je prilikom sadnje sadnica hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) tretiranih s AgroHidroGelom utvrđena veća ukupna duljina korijena, veći prosječni promjer korijena, veći volumen korijena i više vrhova korijena u odnosu na kontrolne sadnice. Najveća duljina i volumen finog korijenja (< 2 mm promjera) utvrđeni su kod sadnica s AgroHidroGelom i ektomikoriznim gljivama, a najmanji kod kontrolnih sadnica. Sadnice većeg volumena korijena imaju veći unos vode i hranjiva od sadnica manjeg volumena korijena, te je on jedan od ključnih čimbenika u izbjegavanju stresa u ranoj fazi nakon presadnje na teren, posebice tijekom ljetnog sušnog razdoblja (Tsakaldimi i dr. 2005). Volumen korijena i površina korijena sadnica u našem pokusu pokazuju signifikantne pozitivne korelacije s visinama sadnica i promjerima vrata korijena.

1.6. Težine – 1.6. Weights

Težina u svježem stanju je težina sadnice ili njezinih dijelova bez sušenja tj. odmah nakon uzimanja uzorka. Težina u suhom stanju je težina sadnice ili njezinih dijelova nakon sušenja najmanje 48 sati na 68°C. Težina se obično određuje na cijeloj sadnici ili korijenu, izbojku i lišću odvojeno. Iz razloga što sadržaj vode u tkivu može značajno varirati, težina u suhom stanju se češće mjeri i interpretira. Volumen izbojka i korijena u značajnoj je ovisnosti s masom izbojka i korijena u suhom stanju. Postoji jaka ovisnost između te-

žine sadnica u suhom stanju i promjera stabljike (Ritchie 1984), što korelira s preživljenjem i rastom na terenu. Sadnice s većom masom korijena imaju bolje preživljenje od onih s manjom masom korijena. Sadnice koje imaju mali promjer stabljike (<3 mm) imaju visoko preživljenje (>70%) ukoliko imaju dobru masu korijena. Velike sadnice (>5 mm) imaju dobro preživljenje čak s malom masom korijena. Rasadničari bi trebali proizvoditi sadnice s velikim promjerom vrata korijena, bez obzira na masu korijena ili uključiti ocjenjivanje korijena u proces klasiranja. Veći promjer vrata korijena može se postići s manjom gustoćom sjetve. O metodama za mjerjenje težine korijena i stabljike u svježem i suhom stanju u svojim istraživanjima pišu Drvodelić i dr. (2015).

1.7. Izbojak: korijen – 1.7. Shoot: root ratio

Odnos volumena izbojka i korijena je pokazatelj balansa između transpiracijske površine i apsorpcijske površine sadnica. Općenito, sadnice golog korijena imaju omjer izbojak:korijen 3:1 ili manje, a kvalitetne kontejnerske sadnice 2:1 ili manje. Kod nepovoljnog omjera suhe mase nadzemnog dijela i suhe mase korijenskog sustava sadnica za pretpostaviti je kako će one imati loš primitak na terenu, slabo preživljenje i inicijalni rast (Crnković i dr. 2017).

1.8. Boja, oblik i oštećenja – 1.8. Colour, form, and damage

Boja lišća sadnica je općeniti pokazatelj kvalitete sadnice i razlikuje se ovisno o vrsti i sezoni. Žuto, smeđe ili bijedozeleno lišće upućuje na nizak vigor i/ili sadržaj klorofila za razliku od tamnozelenog lišća. Postojanje višestrukih izbojaka, četkastog izbojka, deformacije korijena, snažnog postranog korijenja, fizičkih šteta ili bilo kojih vidljivih svojstva koja mogu utjecati na sadnice su također važni čimbenici za procjenu kvalitete.

2. Fiziološka kvaliteta – 2. Physiological quality

2.1. Otpornost na hladnoću – 2.1. Cold hardiness

Definira se kao temperaturni minimum kada će određeni postotak slučajno odabranih sadnica iz populacije preživjeti ili će dovesti do određene razine oštećenja (Ritchie 1984). Korijenje je manje otporno od izbojaka. LT₅₀ (letalna temperatura za 50% populacije) obično se koristi za definiranje stupnja otpornosti na hladnoću. Promjene u LT₅₀ su snažno povezane s ciklusom dormantnosti sadnica i otpornosti na stres te su utjecane porijekлом sjemena, uzgojnim postupcima i klimom (Faulconer 1988; Burr 1990). Simpson (1990) piše kako LT₅₀ u momentu vađenja dobro korelira s preživljenjem u prvoj godini i rastom izbojka. Nakon vađenja sadnica rasadničari bi trebali zaštiti sadnice od niskih temperatura i očuvati im dormantnost. To se danas postiže čuvanjem u suvremenim hladnjачama na niskim pozitivnim temperaturama zraka i visokoj relativnoj zračnoj vlazi.

Otpornost na hladnoću može se procijeniti testiranjem zamrzavanja cijele biljke u kojoj se ispituju oštećenja od zamrzavanja na pupovima, kambiju i lišču 6 dana nakon zamrzavanja (Glerum 1984; Tanaka i dr. 1997).

2.2. Potencijal rasta korijena (PRK) – 2.2. Root growth potential (RGP)

Sposobnost sadnice da započne stvaranje i/ili rast korijena u uvjetima koji pogoduju njegovom rastu (Ritchie 1985). Potencijal rasta korijena (PRK) obično se mjeri u kasnu zimu ili početkom proljeća ili sadnjom sadnica u posude ili hidropomske spremnike. Rast korijena se kvantificira nakon 3 tjedna. PRK je utjecan tipom sadnog materijala, vrstom, porijeklom sjemena i fiziologijom. Unatoč svojoj popularnosti, još nije sa sigurnošću utvrđen utjecaj PRK s uspjehom nakon sadnje. Podacima o potencijalu rasta korijena može se predvidjeti uspjeh sadnje ukoliko su sadnice mrtve ili kad je usvajanje vode ovisno o novom rastu. PRK predstavlja potencijal rasta novog korijena u pogodnim uvjetima. Taj potencijal može ili ne mora biti izražen kad se sadnice presaćaju u vanjske uvjete. Rast korijena nakon presadnje rijetko započinje odmah, jer su temperature tla ispod optimalnih za njegov rast u odnosu na mjerjenje PRK u kontroliranim uvjetima (Simpson i Ritchie 1997). O utjecaju potencijala rasta korijena na prezivljavanje i rast sadnica crnog bora (*Pinus nigra* Arnold) pišu Bobinec Mikek, D. (2009) i Oršanić i dr. (2010). U istraživanjima Bobinec Mikek (2009) utvrđeno je kako je potencijal rasta korijena dobar pokazatelj potencijala sadnice za prezivljavanje prilikom osnivanja novih šumske kultura.

2.3. Mirovanje pupa – 2.3. Bud dormancy

Mjerjenjem broja dana do pupanja u povoljnim uvjetima rasta je indeks stanja dormantnosti i otpornost na stres (Lavender 1985, Burr 1990). Brzina s kojom pupovi nastavljaju s rastom u proljeće je funkcija fiziološkog stanja pupa i ovisi o broju hladnih sati (<5 °C) kojim je sadnica izložena nakon razvoja pupa. Indeks mitoze (MI) je druga mjera dormantnosti pupa i za razliku od dana do pupanja, metoda je puno brža. Indeks mitoze se definira kao postotak stanica u procesu mitoze pri određenom vremenu. Owens i Molder (1973) pišu kako su pupovi duglazije dormantni kada je mitotska aktivnost u stanicama pupa na nuli.

2.4. Koncentracija hranjiva u lišću – 2.4. Foliar nutrient concentration

Stanje hranjiva u biljci ima ključnu ulogu u određivanju kvalitete sadnica i odgovarajućem uspjehu nakon sadnje. Stanje hranjiva u biljci može utjecati na čimbenike fiziologije sadnica koji su povezani s prezivljjenjem i rastom nakon presadnje na teren (Landis 1985). Veličina sadnica pozitivno korelira sa sadržajem dušika u lišću koji je izravno povezan s prihranom u rasadniku (van den Driessche

1980). Haase i dr. (2006) pišu kako je povećan sadržaj hranjiva u sadnici uslijed gnojidbe sa sporo otpuštajućim gnojivima imao značajan utjecaj na veličinu sadnica u vrijeme presadnje i nekoliko uzastopnih vegetacijskih razdoblja. Prejaka gnojidba utječe negativno na rast korijena. Ako se stavlja gnojivo u sadnu jamu onda ga treba staviti ispod korijenskog busena, a ne sa strane. Za rast i razvoj korijena puno je važniji kisik i voda nego biljna hranjiva. Sjeme poljskog jasena može se prije sjetve mikorizirati s endomikoriznim micelijima gljiva što je najjeftinija metoda za praksu. Sadnice se uz pomoć brizgaljke tipa Marolex mogu mikorizirati kad su veličine oko 15-20 cm. To je skuplja metoda. U istraživanjima Drvodelića (2017) s devet različitih tretmana uzgoja kontejnerskih sadnica (620 cm^3) poljskog jasena, najveće visine pri kraju prve vegetacije postignute su u slučaju primjene vodnog absorbenta (AgroHidroGel), ektomikorize, normalne gnojidbe (4 g osmocota/1 l supstrata) i redovitog zalijevanja (36 puta u vegetaciji, ukupno 2,57 l vode po sadnici). Dicksonov indeks kvalitete (DQI) uzima u obzir morfološke značajke sadnica a računa se prema formuli:

$$DQI = \frac{\frac{UB(g)}{H(cm)}}{\frac{PVK(mm)}{MS(g)} + \frac{MK(g)}{MK(g)}}$$

Gdje je:

UB = ukupna biomasa biljke u suhom stanju

H = visina nadzemnog dijela biljke

PVK = promjer vrata korijena

MS = masa stabljike u suhom stanju

MK = masa korijena u suhom stanju

Što je DQI veći sadnice su bolje morfološke kvalitete. Najveći DQI u iznosu od 0,84. utvrđen je kod kontejnerskih sadnica poljskog jasena tretiranih vodnim absorbentom, normalnom gnojibom i zalijevanjem svaki drugi put. Tačke kontejnerske sadnica imaju najbolju kvalitetu s obzirom na morfološke značajke. Najmanji Dicksonov indeks kvalitete (DQI) u iznosu od 0,63. utvrđen je kod sadnica tretiranih vodnim absorbentom, uz gnojidbu od 50% od normalne i redovito zalijevanje. Primjena ektomikoriznih micelija u svim tretmanima povećala je visinski rast sadnica. Dobra mikorizna simbioza nastupa samo u uvjetima kada tlo ili supstrat nisu suviše vlažni i kada se nije obavljala prekomjerna prihrana, posebno dušičnim gnojivima. Mikoriza je bolja u slučaju prihrane s NO_3^- oblikom dušika za razliku od NH_4^+ . Kod proizvodnje kvalitetnih mikoriziranih biljaka u rasadniku treba voditi brigu o odgovarajućoj prihrani dušikom. Kod proizvodnje šumskih sadnica gologa korijena, tla ne bi smjela imati manje od 5% humusa. Ako je taj postotak puno niži (a obično je), potrebno je kod pripreme tla za sjetvu ili presadnju dodati mikrohranjiva, ko-

risne mikroorganizme i huminske kiseline, čime se izravno povećava organska tvar i mikrobiološka aktivnost tla. Treba strogo paziti na koncentraciju huminskih kiselina, što se postiže otapanjem u vodi. Huminske kiseline djeluju pozitivno na rast biljke, ali u strogo ograničenim koncentracijama. Preniske i previsoke koncentracije nisu stimulativne za rast biljke. Dušik i kalij biljke brzo apsorbiraju i potreba za tim elementima postepeno pada prema kraju vegetacijskog razdoblja za razliku od fosfora kojega biljke trebaju dvokratno (maksimalna apsorpcija je u lipnju i rujnu). Fosfor je slabo mobilan u tlu i u biljci. Kao pomoć u vezivanju fosfora pomaže mikoriza. U rasadniku su biljke u sredini reda na gredicama u većoj kompeticiji, i zbog toga mogu usvojiti manje dušika od onih na kraju reda blizu kolotraga traktora. Ukoliko nakon rano jesenske sadnje u proljeće nastupi kraće ili dulje razdoblje s poplavama, dolazi do uginjanja prirodne mikorize u tlu zbog nedostatka kisika. Na terenima s proljetnim poplavama nužno je obaviti mikorizaciju sadnica nakon povlačenja poplavnih voda. U rasadnicima koji proizvode sadnice poljskog jasena treba folijarnim putem pred kraj vegetacijskog razdoblja dodati kalijeva i fosforna gnojiva. U tom trenutku svi ugljikohidrati i hormoni putuju u pupove i korijen. Fertirigacija s fosfornim gnojivima značajno bi potaknula rast korijenskog sustava dok je kalij zaslužan za otpornost biljke prema visokim i niskim temperaturama. Otpornost sadnica prema visokim temperaturama može se popraviti zalijevanjem korijena ekstraktom biljke *Yucca* koja pojačava otpornost sadnica prema suši i sušnom stresu. Kod velikih sadnica u rastilištu rasadnika (1+1, 1+2, 2+2 i sl.), potrebno je u sustav navodnjavanja dodati lignin koji je dobar za rast i čvrstoću drva, što je važno u situacijama kada se oko sadnica poljskog jasena nakon povlačenja poplavnih voda pojavi ledena kora, a nema tulijevih cijevi kao nosača ledene kore. Takve sadnice bit će otpornije na savijanja zbog pritiska leda. Voditelji rasadnika trebaju obvezno pratiti fenologiju sadnica poljskog jasena.

3. Stresni čimbenici kod šumskih sadnica – 3. Stress factors in forest seedlings

Stresni čimbenici za šumsku sadnicu su: ekstremne temperature, isušivanje, mehaničke ozljede i smanjivanje zalihe hranjiva. To je razdoblje najvećeg financijskog rizika u poslovanju. Stres sadnica obično nije vidljiv jednostavnim promatranjem. Bez daljnog testiranja, često je teško odrediti je li stres utjecao na kvalitetu sadnica. To može dovesti do toga da se mrtve ili suhe sadnice sade na teren, što je gubitak vremena i novca. Sadnice su žive i kvarljive te mogu doživjeti stres tijekom uzgoja, vađenja, pakiranja, klasiranja, rukovanja, orezivanja, čuvanja, transporta i presadnje na teren. Zadatak rasadničara i osoba koje se bave pošumljavanjem je uzgoj sadnice visoke kvalitete u trenutku kad izađu iz rasadnika. Ekstremni ekološki čimbenici, ali i loše

rukovanje sadnicama mogu dovesti do smanjenja njihove kvalitete. Tri primarne vrste stresa koji utječu na kvalitetu sadnica su vlaga, temperatura i fizički stres. Kumulativni utjecaj tih stresova može biti veći od sume pojedinačnog stresa. S povećanjem stresa, fiziološke funkcije su narušene i energija sadnica troši se na ponovo uspostavljanje normalne funkcije. Kao rezultat preživljjenje i rast mogu se znacajno smanjiti. Ovi učinci se dodatno pogoršavaju kada se sadnice sade u teškim uvjetima.

3.1. Vodni stres u biljci – 3.1. Plant moisture stress (PMS)

Mjerjenjem vodnog stresa u biljci (PMS) utvrđuje se vodni potencijal (Ψ) koji predstavlja interakciju između opskrbe, potrebe i regulacije biljke za vodom. PMS se često koristi za određivanja režima navodnjavanja i prati vodni stres tijekom vađenja i pakiranja sadnica (Lopushinsky 1990). Za mjerjenje vodnog stresa u biljci najčešće se koristi prijenosna tlačna komora (Cleary i Zaerr 1980). Na stres zbog vlage u biljci može utjecati doba dana, vrsta, dob sadnica, stupanj dormantnosti i otpornost na stres i okoliš. Umjereni vodni deficit dovodi do zatvaranja puči, smanjenja fotosinteze i rasta. Veliki vodni deficit može dovesti do trajnog oštećenja fotosintetskog sustava kao i drugih fizioloških procesa u biljci, što će utjecati na rast ili preživljjenje. Utjecaj navodnjavanja u rasadnicima do sada se uglavnom istraživao kroz mjerjenje i utvrđivanje osnovnih elemenata kvalitete sadnica poput visine, promjera vrata korijena i preživljjenja, dok se bolja slika može dobiti isključivo detaljnom analizom nadzemnog i podzemnog dijela sadnica. Navodnjavanje utječe na fiziologiju sadnica. Mjerjenjem vodnog stresa u biljci je brza, mobilna, relativno jeftina i nedestruktivna metoda i trebala bi se provoditi u svim rasadnicima za utvrđivanje režima navodnjavanja. Prema Drvodeliću i dr. (2016c), kontejnerske sadnice poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl) iz tretiranja suše odmah su propale. Sadnice saturirane vodom do korjenovog vrata imale su veći visinski i deblijinski rast, niski vodni potencijal i manji fiziološki šok od sadnica koje su normalno zalijevane. Zaključak istraživanja je kako sadnicama poljskog jasena kao higrofitnoj vrsti drveća ne odgovaraju sušni uvjeti bez navodnjavanja. Kod sadnica saturiranih vodom u trajanju od 72 dana utvrđen je bolji morfološko-fiziološko status za razliku od normalno zalijevanih sadnica.

3.2. Vodni stres – 3.2. Moisture stress

Od svih stresova, stres zbog vlage može biti najštetniji. Gubitak vode tijekom rukovanja i sadnje mogu imati velik utjecaj na preživljjenje i rast sadnica. Vodni potencijal biljke utječe na mnoge osnovne fiziološke procese, ovi utjecaji mogu biti vidljivi nekoliko godina nakon presadnje. Korijen biljke je posebno osjetljiv na isušivanje, jer za razliku od lišća i iglica nema voštanih prevlaka ili puči koji bi ga štitili

od gubitka vode. Jednom kad se fino korijenje osuši, ono je vjerojatno već mrtvo. U odnosu na korijen sadnica golog korijena, kod kontejnerskih sadnica korijen je zaštićen od stresa uzrokovanih nedostatkom vlage jer je obložen supstratom. Ukoliko se supstrat u kontejneru presuši, štete od isušivanja mogu biti velike. Jednom kad se korijenje osuši, ponovo vlaženje je neučinkovito, čak kad se vodni potencijal stabljike oporavi (Balneaves i Menzies 1988). Dormantne sadnice četinjača su osjetljivije na oštećenja zbog izloženosti korijena u odnosu na sadnice listača. U situacijama kad nakon jesenske ili proljetne sadnje sadnica dođu poplave na takvim terenima treba saditi školovane sadnice koje će većim dijelom biti iznad razine poplavnih voda. Poznato je kako pomladak hrasta lužnjaka u vegetaciji može preživjeti u vodi 8-10 dana, a pomladak vrbe 14 dana. Prema istraživanjima Drvodelića (2017), sjeme poljskog jasena koje nije prokljalo nakon stavljanja kontejnera u vodu nije nastavilo s kljanjem u vodi, što znači da sjeme ne klija u uvjetima niskog parcijalnog pritiska kisika. Potrebe za energijom tijekom kljanja ova vrsta ne može zadovoljiti zahvaljujući aktivaciji enzima vrenja. U slučaju sadnica poljskog jasna potopljenog u vodi utvrđeni su sljedeći rezultati:

Početak odumiranja: 11.-46. dan (prosjek 30 dana).

Kraj odumiranja: 11.-46. dan (prosjek 33 dana).

Trajanje odumiranja: 3.-28. dana (prosjek 5,5 dana).

Početak, kraj i trajanje odumiranja ovisno je o genotipu. Ne-kroza se širila od najmlađih listova prema starijim. Nije utvrđena značajna korelacija između visina sadnica (mm) i kraja odumiranja (dani) (Drvodelić 2017). U promatranom razdoblju (2004 - 2006 i 2010 - 2013) u G. J. Lonja, šumarija Sunja, poplave su iznosile od 24. do 198. dana, a prosječno trajanje poplava za 7. godina mjerena iznosilo je 97. dana. Inače, na močvarnim terenima, kao i onima koji su izloženi periodičnim poplavama ili su jako zakorovljeni, za pošu-

mljavanje treba koristiti starije školovane sadnice ili presađenice. Takoim sadnicama ne smeta visina poplava a vršni pup im je oslobođen od korova, a u sebi imaju više ugljikohidrata od onih mlađih i nepresađenih, pa je i preživljene veće uz nepovoljne ekološke čimbenike koji se događaju u području rasprostranjenja šuma poljskog jasena u kontinentalnom dijelu Republike Hrvatske (manjak vode u ljetnim mjesecima, prevvelika zasićenost tla vodom u proljeće i dr.).

3.3. Temperaturni stres – 3.3. Temperature stress

Stres zbog temperature također utječe na kvalitetu sadnica. Preživljene i rast mogu biti smanjeni nakon izlaganja visokim ili niskim temperaturama. Razina osjetljivosti ovisi o stanju sadnica i fenologiji. Slično je i sa sadnicama koje nisu dovoljno odrvenjele pa stradaju od smrzavanja. Genotip i vrsta također utječu na stupanj ugroženosti od temperaturnog stresa (Haase, D. L., 2007).

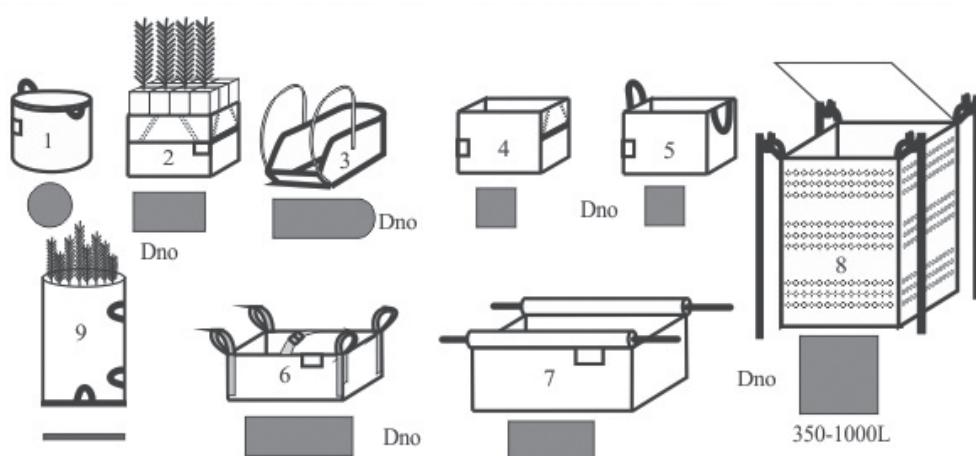
3.4. Fizički stres – 3.4. Physical stress

Tijekom procesa uzgoja u rasadniku, kao i prilikom sadnje na terenu, kod sadnica se događa njihovo fizičko oštećenje što podrazumijeva padanje, gnječenje, vibracije, površinsko oštećivanje i trganje korijena. Često se vreće i kutije sa sadnicama bacaju s kamiona, što je veći pad, veće su štete. Istraživanja su pokazala kako padanje sadnica može smanjiti elektrolitsku provodljivost finog korijenja, smanjiti potencijal rasta korijena, smanjiti visinski rast i povećati mortalitet (Tabbush, 1986, Sharpe i dr. 1990, McKay i dr. 1993).

4. Kvaliteta sadnog materijala nakon vađenja –

4. Quality of planting material after lifting

Morfologija sadnica je kombinacija triju čimbenika: porijekla sjemena, lokacije rasadnika i uzgojnih mjera. Ekonomska vrijednost sadnica je najveća prije transporta (Pa-



Slika 1. Shematski prikazi različitih oblika kontejnera i dna kontejnera za transport sadnica kod pošumljavanja i umjetne obnove sastojina sadnjom sadnica.

Figure 1. Schematic representation of different types of containers and container bottoms for seedling transportation used in reforestation and artificial regeneration of stands by planting seedlings.



Slika 2. Različiti oblici kontejnera za transport sadnica kod pošumljavanja i umjetne obnove sastojina sadnjom sadnica.

Figure 2. Different forms of containers for transportation of seedlings for reforestation and artificial regeneration of stands by planting seedlings.

terson i dr. 2001). Nakon vađenja kvaliteta sadnica se ne može povećati već se ponekad smanjuje. Prema Adams i Paterson (2004), nepravilno rukovanje sadnicama važnije je od alata s kojim se sadi na terenu. Kvaliteta sadnica predstavlja lanac gdje svaka karika čini jedan segment u u rukovanju sadnicama od trenutka vađenja do sadnje na terenu. Značajniji je kumulativni učinak više stresnih čimbenika nego suma jednog stresa (McKay 1997). Šumska sadnica prolazi kroz različite stresne čimbenike, kronološki kako slijedi: vađenje (čuvanje) – rukovanje – transport-čuvanje na mjestu sadnje-sadnja. Ukupna kvaliteta sadnice se izražava kao kvaliteta najslabije karike u lancu. S povećanjem stresa biljka preusmjerava energiju za rast na saniranje ozljeda. Poljski jasen pripada u skupinu hidrofilnih vrsta drveća pa je razumljivo kako je korijenski sustav nakon vađenja sklon brzom isušivanju korjenovih dlačica koje su od odlučujućeg značaja za preživljivanje sadnica nakon presadnje. Zbog neodgovarajućeg postupanja šumskim sadnicama od trenutka vađenja u rasadniku do sadnje na terenu sadnice propadaju. Sadnice treba vaditi u rasadnicima po povoljnomy vremenu što znači bez vjetra i jake sun-

čeve radijacije. Korijenski sustav sadnica poljskog jasena, ali i ostalih vrsta mora biti prikladno zaštićen do trenutka presadnje na terenu. Najbolje je ako sadnice iz rasadnika odmah idu na teren u kamionima s hladnjacom (niske temperature i visoka vlažnost zraka). U svijetu se koriste posebne vreće i kontejneri za transport i zaštitu sadnica od trenutka vađenja iz rasadnika ili kamiona-hladnjace do sadnje na terenu. U takvim vrećama ili kontejnerima, korijenski sustav sadnica je zaštićen od vjetra i sunčeve radijacije. U zadnje vrijeme dosta se proizvode kontejneri za zaštitu sadnica tijekom rukovanja (slika 1.).

Na slici 2. prikazani su različiti oblici kontejnera za transport sadnica kod pošumljavanja i umjetne obnove sastojina sadnjom sadnica. Takvi kontejneri čuvaju lišće i izbojke od nagle transpiracije, a korijenski sustav od isušivanja zbog vjetra.

Postoje i veliki kontejneri (slika 3.) za transport sadnica koji nose četiri osobe, a mogu imati primjernu upravo kod sadnica poljskog jasena koji je brzo rastuća vrsta u mladosti.

Na terenu je važno posaditi žive i morfološki prilagođene sadnice stanišnim prilikama te one sadnice koje su od trenutka vađenja do sadnje na terenu doživjele što manje stresnih čimbenika koji umanjuju njezine kvalitete. U takvim situacijama za očekivati je dobar uspjeh nakon sadnje (80 i više %) i manje troškove na popunjavanju.

LITERATURA

REFERENCES

- Adams, J. C., W. B. Patterson, 2004: Comparison of planting bar and hoedad planted seedlings for survival and growth in a controlled environment. In: Connor KF, editor Proceedings of the 12th Biennial Southern Silvicultural Research Conference. Asheville (NC):USDA-Forest Service, Southern Research Station. General Technical Report GTR SRS-71: 423.-424.
- Balneaves, J. M., Menzies, M. I. 1988: Lifting and handling procedures at Edendale Nursery—effects on survival and growth of 1/0 *Pinus radiata* seedlings. New Zealand Journal of Forestry Science, 18:132.-134.
- Blake, J. I., L. D. Teeter, D. B. South, 1989: Analysis of the economic benefits from increasing uniformity in Douglas-fir nursery stock. In: Mason, W. L., J. D. Deans, and S. Thompson, editors. Producing uniform conifer planting stock. Forestry Supplement 62:251.-262.
- Bobinec Mikek, D., 2009: Utjecaj potencijala rasta korijena sadnica crnog bora (*Pinus nigra* F. J. Arnold) na njihovo preživljavanje. Magistarski rad. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet. 180. str.
- Burr, K. E., 1990: The target seedling concepts: bud dormancy and cold hardiness. In: R. Rose, S. J. Campbell, T. D. Landis, editors. Target seedling symposium: combined proceedings of the western forest nursery associations; 1990 August 13-17; Roseburg, OR. Fort Collins (CO): USDA Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. General Technical Report RM-200: 79.-90. str.



Slika 3. Kontejner za transport sadnica koji nose četiri osobe

Figure 3. Container for seedling transported by four persons

- Cleary, B. D., J. B. Zaerr, 1980: Pressure chamber techniques for monitoring and evaluating seedling water status. *New Zealand Journal of Forest Science*, 10:133.-141.
- Crnković, S., D. Drvodelić, S. Perić, 2017: Morfološke značajke kontejnerskih sadnica hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) iz sjemenske regije gornja Posavina i Pokuplje (1.2.3.). Šumarski list, 9-10: 451.-458.
- Drvodelić, D., M. Oršanić, Z. Zeman 2012: Uspjeh pošumljavanja jednogodišnjim (1+0) i školovanim (1+1) sadnicama divlje kruške (*Pyrus pyraster* Burgsd.). Šumarski List, 7-8: 355.-366.
- Drvodelić, D., M. Oršanić, S. Perić, M. Tijardović, 2013: Utjecaj navodnjavanja i mikroreljefa u rasadniku na morfološke značajke šumskih sadnica hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) i kitnjaka (*Quercus petraea* L.). Šumarski list, 9-10: 447.-459.
- Drvodelić, D., M. Oršanić, V. Paulić, 2015: Utjecaj AgroHidroGela i ektomikorize na preživljjenje i početni rast sadnica hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.). Proizvodnja hrane i šumarstvo - temelj razvoja istočne Hrvatske / Matić, Slavko ; Tomić, Franjo ; Anić, Igor (ur.). - Zagreb: Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, 271.-294. str.
- Drvodelić, D., M. Oršanić, V. Paulić, 2016a: Utjecaj ektomikorize i huminskih kiselina na morfološke značajke jednogodišnjih sadnica hibrida *Paulownia tomentosa* x *Paulownia fortunei*. Šumarski list, 7-8: 327.-337.
- Drvodelić, D., D. Ugarković, M. Oršanić, V. Paulić, 2016b: The Impact of Drought, Normal Watering and Substrate Saturation on the Morphological and Physiological Condition of Container Seedlings of Narrow-Leaved Ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl). *South-east Eur for.*, 7 (2): 135.-142.
- Drvodelić, D., D. Ugarković, M. Oršanić, V. Paulić, 2016c: The Impact of Drought, Normal Watering and Substrate Saturation on the Morphological and Physiological Condition of Container Seedlings of Narrow-Leaved Ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl). *Seefor*, 7 (2): 135.-142.
- Drvodelić, D., 2017: Ekologija i obnova poplavnih šuma Posavine, 2017: Znanstveno-istraživački projekt. Završno pisano trogodišnje izvješće pod projekta Uzgajanje šuma „Problematika sjemenarstva i rasadničke proizvodnje sadnica poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) i hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.)“, ur. Damir Drvodelić, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet. U tisku. 75. str.
- Faulconer, J. R., 1988: Using frost hardiness as an indicator of seedling condition. In: Landis TD, technical coordinator. Proceedings, combined meeting of the western forest associations; 1988 August 9-11; Vernon, BC. Fort Collins (CO): USDA Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. General Technical Report RM-167: 89.-95. str.
- Glerum, C., 1984: Frost hardiness of coniferous seedlings: principles and applications. In: M. L. Duryea, editor. Evaluating seedling quality: principles, procedures, and predictive abilities of major tests. Proceedings of a workshop held October 16-18, 1984. Corvallis (OR): Oregon State University, Forest Research Laboratory:107.-123. str.
- Haase, D. L., R. W. Rose, J. Trobaugh, 2006: Field performance of three stock sizes of Douglas-fir container seedlings grown with slowrelease fertilizer in the nursery growing medium. *New Forests*, 31:1.-24.
- Haase, D. L., 2007: Morphological and Physiological Evaluations of Seedling Quality. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-50: 3.-8. str.
- Harrington, J. T., J. D. Mexal, J. T. Fisher, 1994: Volume displacement method provides a quick and accurate way to quantify new root production. *Tree Planters' Notes*, 45:121.-124.
- Jelić, G., V. Topić, L. Butorac, Z. Đurđević, A. Jazbec, M. Oršanić, 2014: Utjecaj veličine kontejnera i pripreme tla na uspjeh pošumljavanja jednogodišnjim sadnicama bora pinije (*Pinus pinea* L.) na sredozemnom području Republike Hrvatske. Šumarski list, 9-10: 463.-475.
- Jacobs, D. F., K. F. Salifu, J. R. Seifert, 2005: Relative contribution of initial root and shoot morphology in predicting field performance of hardwood seedlings. *New Forests*, 30:235.-251.
- Kozlowski, T. T., J. H. Torrie, P. E. Marshall, 1973: Predictability of shoot length from bud size in *Pinus resinosa* Ait. *Canadian Journal of Forest Research*, 3:34.-38.
- Landis, T. L., 1985: Mineral nutrition as an index of seedling quality. In: M. L. Duryea, editor. Evaluating seedling quality: principles, procedures, and predictive abilities of major tests. Proceedings of a workshop held October 16-18, 1984. Corvallis (OR): Oregon State University, Forest Research Laboratory: 29.-48. str.
- Lavender, D. L., 1985: Bud dormancy. In: M. L. Duryea, editor. Evaluating seedling quality: principles, procedures, and predictive abilities of major tests. Proceedings of a workshop held October 16-18, 1984. Corvallis (OR): Oregon State University, Forest Research Laboratory: 7.-15. str.
- Lopushinsky, W., 1990: Seedling moisture status. In: R. Rose, S. J. Campbell, T. D. Landis, editors. Target seedling symposium: combined proceedings of the western forest nursery associations; 1990 August 13-17; Roseburg, OR. Fort Collins (CO): USDA Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. General Technical Report RM-200: 123.-138. str.
- McKay, H. M., B. A. Gardiner, W. L. Mason, D. G. Nelson, M. K., 1993. The gravitational forces generated by dropping plants and the response of Sitka spruce seedlings to dropping. *Canadian Journal of Forest Research*, 23: 2443.-2451.
- McKay, H. M., 1997: A review of the effect of stresses between lifting and planting on nursery stock quality and performance. *New Forests*, 13(1-3): 369.-399.
- Mexal, J. G., Landis, T. D. 1990: Target seedling concepts: height and diameter. In: Rose, R., S. J. Campbell, T. D. Landis, editors. Target seedling symposium: combined proceedings of the western forest nursery associations; 1990 August 13-17; Roseburg, OR. Fort Collins (CO): USDA Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. General Technical Report RM-200: 17.-35. str.
- Omi, S. K., G. T. Howe, M. L. Duryea, 1986: First-year field performance of Douglas-fir seedlings in relation to nursery characteristics. In: Landis TD, editor. Proceedings, combined Western Forest Nursery Council and Intermountain Nursery Association meeting; 1986 Aug 12-15; Tumwater, WA. Fort Collins (CO): USDA Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station USDA. General Technical Report RM 137:29.-34. str.
- Oršanić, M., D. Drvodelić, I. Kovačević, 2007: Rasadnička proizvodnja sadnica crnog oraha (*Juglans nigra* L.). Šumarski list 131, (5-6): 207.-217.
- Oršanić, M., D. Horvat, N. Pernar, M. Šušnjar, D. Bakšić, D. Drvodelić, 2008: Growth of Pedunculate Oak Seedlings under Soil Contamination by Mineral and Biodegradable Oils. *Croatian journal of forest engineering*, 29 (2): 155.-162.
- Oršanić, M., D. Horvat, N. Pernar, M. Šušnjar, D. Bakšić, D. Drvodelić, 2008: Utjecaj mineralnog i biorazgradivo ulja na rasadničku klijavost i rast sadnica hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.). Šumarski list, 131 (1-2): 3.-9.
- Oršanić, M., D. Drvodelić, D. Bobinec Mikek, V. Paulić, 2010: Utjecaj potencijala rasta korijena na preživljavanje i rast sadnica

- crnog bora (*Pinus nigra* Arnold). Glasnik za šumske pokuse, 43: 61.-72.
- Owens, J. N., M. Molder, 1973: A study of DNA and mitotic activity in the vegetative apex of Douglas-fir during the annual growth cycle. Canadian Journal of Botany, 51:1395.-1409.
 - Paterson J. DeYoe D., S. Millson, R. Galloway, 2001: In: R. G. Wagner, S. J. Colombo, editors. Regenerating the Canadian forestprinciples and practice for Ontario. Markham (ON): Ontario Ministry of Natural Resources and Fitzhenry & Whiteside Ltd:325.-341.
 - Ritchie, G. A. 1984. Assessing seedling quality. In: Duryea ML, Landis TD, editors. Forest nursery manual: production of bareroot seedlings. Boston (MA): Martinus Nijhoff/Dr W Junk Publishers.243.-259. str.
 - Ritchie, G. A., 1985: Root growth potential: principles, procedures and predictive ability. In: M. L. Duryea, editor. Evaluating seedling quality: principles, procedures, and predictive abilities of major tests. Proceedings of a workshop held October 16-18,1984. Corvallis (OR): Oregon State University, Forest Research Laboratory: 93.-106. str.
 - Roller, K. J., 1977: Suggested minimum standards for containerized seedlings in Nova Scotia. Fisheries and Environment Canada, Canadian Forestry Service, Maritimes Forest Research Centre. Information Report M-X-69: 18. str.
 - Rose, R., D. L. Haase, F. Kroicher, T. Sabin, 1997: Root volume and growth of ponderosa pine and Douglas-fir seedlings: a summary of eight growing seasons. Western Journal of Applied Forestry, 12:69.-73.
 - Rose, R., J. S. Ketchum, 2003: Interaction of initial seedling diameter, fertilization, and weed control on Douglas-fir growth over the first four years after planting. Annals of Forest Science, 60:625.-635.
 - Sharpe, A. L., Mason, W. L, Howes, R. E. J. 1990: Early forest performance of roughly handled Sitka spruce and Douglas fir of different plant types. Scottish Forestry, 44: 257.-265.
 - Simpson, D. G., 1990: Frost hardiness, root growth capacity, and field performance relationships in interior spruce, lodgepole pine, Douglas-fir, and western hemlock seedlings. Canadian Journal of Forest Research, 20:566.-572.
 - Simpson, D. G., G. A. Ritchie, 1997: Does RGP predict field performance? A debate. New Forests, 13:253.-277.
 - Smith, J. H., 1975: Big stock vs. small stock. In: Proceedings of the Western Forest Fire Committee; 1975 Dec 2-3; Vancouver, British Columbia. 107.-115. str.
 - South, D. B., J. G. Mexal, J. P. van Buijtenen, 1988: The relationship between seedling diameter at planting and long term volume growth of loblolly pine seedlings in east Texas. IN: Proceedings of the 10th North American Forest Biology Workshop; 1988 July 20-22; Vancouver, British Columbia. 192.-199. str.
 - Tabbush, P. M., 1986: Rough handling, soil temperature, and root development in outplanted Sitka spruce and Douglas-fir. Canadian Journal of Forest Research, 16: 1385.-1388.
 - Tanaka, Y., P. Brotherton, S. Hostetter, D. Chapman, S. Dyce, J. Belanger, B. Johnson, S. Duke, 1997: The operational planting stock quality testing program at Weyerhaeuser. New Forests, 13:423.-437.
 - Thompson, B. E., 1985: Seedling morphological evaluation—what you can tell by looking. In: Duryea ML, editor. Evaluating seedling quality: principles, procedures, and predictive abilities of major tests. Proceedings of a workshop held October 16-18, 1984. Corvallis (OR): Oregon State University, Forest Research Laboratory:59.-71. str.
 - Tsakaldimi, M., T. Zagas, T. Tsitsoni, P. Ganatsas, 2005: Root morphology, stem growth and field performance of seedlings of two Mediterranean evergreen oaks species raised in different container types. Plant Soil 278: 85-93.
 - van den Driessche, R., 1980: Effects of nitrogen and phosphorus fertilization on Douglas-fir nursery growth and survival after outplanting. Canadian Journal of Forest Research, 10:65.-70.

SUMMARY:

This expert article describes in detail all the factors that affect the cultivation of quality forest seedlings of narrow-leaved ash for artificial regeneration and afforestation. So far no attention has been paid to the quality of the seedlings given the new and completely changed adverse ecological and biological factors occurring in narrow-leaved ash stands in Croatia. The quality of field ash seedlings was determined solely by one morphological factor, which is usually the shoot height, which is not good. The paper defines the concepts of morphological and physiological quality of seedlings. Methodologies for measuring the morphological and physiological characteristics of forest seedlings and their importance for survival, growth and growth after field planting are described. Morphological features include shoot height, stem diameter, height: diameter ratio, bud length, root and stem volume, weights, shoot: root ratio, and colour, form, and damage. Physiological properties are: cold hardiness, root growth potential (RGP), bud dormancy and foliar nutrient concentration. Three stress factors that affect the decrease in forest seedling quality, survival, growth, and field gains are described, namely: plant moisture stress (PMS), temperature stress, and physical stress (falling, crushing, vibration, surface damage, and root tearing). All other stress factors that affect the decline in the quality of forest seedlings, which occurs during the period from the nursery to field planting, have been identified. The role of an individual stress factor on seedlings is clarified, and so is the cumulative influence of multiple stress factors. The article deals with the correct handling of seedlings from harvesting in the nursery to afforestation. Recent patented protection options for seedlings from the time of removal from the nursery or cold storage truck to planting in the field are presented.

KEY WORDS: Morphological quality of forest seedlings, physiological quality of forest seedlings, stress factors in forest seedlings, seedling handling, seedling protection



Sretan Božić i nova godina

**Merry Christmas
and a Happy New Year**

**Frohe Weihnachten und
glückliches neues Jahr**

2020.



KRIVOKLJUNI ŽALAR (*Calidris ferruginea* Pont.)

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

Naraste u dužinu oko 18-19 (23) cm s rasponom krila do 45 cm te ima do 90 grama težine pa ga po veličini možemo usporediti s poljskom ševom od koje je neznatno veći. U letu im se ističe bijela krilna pruga i trtica. Boja perja leđa, pokrovnih pera krila, čela, tjemena i zatiljka glave je svijetlo sivkasta. Donji dijelovi tijela su potpuno bijeli. Na glavi ima bijelu očnu prugu. Mužjak u doba gniježđenja ima tamno crvenkasto perje dok je ženka svjetlijia. Mladunci su žućkasto smeđe prošaranji. Kljun je umjereno dug, karakteristično blago savijen, crne boje kao i noge. Glasanje mu je tiho čurlikanje. Leti vrlo brzo i vješto. Vezan je za područja arktičkih tundri sa tresetištima na krajnjem sjeveru Europe uz obale Baltičkog i Sjevernog mora te područja središnjeg i istočnog Sibira. Gnijezdi jedan puta godišnje od lipnja do kolovoza u udubljenjima na tlu. Nese 3-4 tamno maslinastih jaja koja su prošarana s tamnim mrljama

i pjegama. Veličina jaja je oko 25 x 40 mm. Na jajima sjede ženka oko tri tjedna. Mladi ptići su potrkušci o kojima se roditelji brinu oko dvadesetak dana. Hrane se insektima, njihovim ličinkama, račićima, pužićima, školjkama, paučicama i manjim mekušcima koje love u plitkoj vodi.

U Hrvatskoj je redovita preletnica kada dolazi pojedinačno ili u manjim jatima, te u jatima s drugim žalarima na područjima uz morske obale, riječne estuarije i močvarna područja kontinentalnog dijela. Postgnjezdeća selidba traje od srpnja pa do kraja listopada. Prvo sele mužjaci, zatim ženke i na kraju mladunci koji većinom ostaju na zimovalištu godinu dana. Proljetna selidba traje od kraja ožujka pa do svibnja. Europska populacija zimuje na području tropskog pojasa Afrike.

Krivokljuni žalar je strogo zaštićena vrsta u Republici Hrvatskoj.



Kao preletnicu često je viđamo u manjim jatima



Karakteristično umjereno dug, blago savijen i crn kljun

POPULARIZACIJA HRVATSKE FLORE ENDEM HRVATSKE FLORE – HRVATSKA SIBIREJA (*Sibiraea croatica* Degen, Rosaceae)

Prof. dr. sc. Jozo Franjić

(= *S. altaiensis* / Laxm. / C. K. Schneid. ssp. *croatica* / Degen / Degen, *S. altaensis* / Laxm. / C. K. Schneider var. *croatica* / Degen / G. Beck, *S. laevigata* / L. / Maxim. ssp. *croatica* Degen, *S. laevigata* / L. / Maxim. var. *croatica* C. K. Schneider ap. Dörfler, *Spiraea levigata* L.)

(= sibireja)

njem. Kroatische Blauspiere

Hrvatska je sibireja tercijarni relikt i balkanski endem. Rasprostranjena je na području sjevernoga i južnoga Vele-



Slika 1. Rasprostranjenost hrvatske sibireje (*Sibiraea croatica* Degen) u Hrvatskoj (<http://hirc.botanic.hr/fcd/mapsurfer/MailPicture.aspx>).

bita u Hrvatskoj (sl. 1) i na Čvrsnici i Čabulji u Bosni i Hercegovini. Na Velebitu se javlja između 970 i 1020 m n. v. Raste u pukotinama raspucalih vapneničkih stijena, ali se često nalazi i u vegetaciji polusmirenih točila između kamenih blokova i gromada (usp. sl. 2-4). Otkrivena je prvi puta na Velebitu 1904. godine, gdje ju je pronašao preparator S. Kocsis. Sva, inače rijetka, staništa hrvatske

sibireje, kao i pojedinačni primjerici nalaze se pod zaštitom Republike Hrvatske. Veliki problem predstavlja sukcesija vegetacije koja smanjuje površine obrasle sa sibirejom i bilo bi neophodno što prije djelovati na uklanjanju stabalaca i grmova konkurentnih vrsta, kao što su npr. makljen (*Acer monspesulanum* L.), javor gluhač (*A. obtusatum* Willd.), merala (*Amelanchier vulgaris* Medik.), bradavičasta kurika

(*Euonymus verucus* Scop.), kamenjarska krkavina (*Frangula rupestris* /Scop./ Schur.), crni jasen (*Fraxinus ormus* L.), crni grab (*Ostrya carpinifolia* Scop.), rašeljka (*Prunus mahaleb* L.), cer (*Quercus cerris* L.), srednja krkavina (*Rhamnus intermedius* Steud. et Hochst.), mukinja (*Sorbus aria* /L./ Crantz) i širokolisna hudika (*Viburnum lantana* L.).

Srodnici hrvatske sibireje nalaze se u središnjoj Aziji. To su altajska sibireja (*S. altaensis* /Laxm./ C. K. Schneider) i tiansanska sibireja (*S. tianschanica* /Krassn./ A. Pojark.), između



Slika 2. Stanište hrvatske sibireje (*Sibiraea croatica* Degen) na južnom Velebitu.



Slika 3-4. Hrvatska sibireja (*Sibiraea croatica* Degen).



kojih postoje male morfološke razlike. U jugozapadnoj Kini javlja se *S. tomentosa* Diels.

Raste kao razgranati grm visine do 1 m. Kora je crvenosmeđa, glatka, sjajna, kasnije sivosmeđa, plitko ispučala i tanka. Korijenov sustav je dobro razvijen i snažan, prodire i u najuže pukotine vapneničkih stijena. Pupovi su sastavljeni od nekoliko crvenkastosmeđih kožastih, na rubu trepavičastih luski, koje ne prilježu sasvim jedna na drugu, dugi 4-6(-9) mm i široki oko 2-3 mm. Listovi su naizmjenični oko 5(-9) cm dugi i 11-12(-18) mm široki, pri vrhu zaobljeni, s malim mekanim 0,7-0,8 mm dugim vrhom, često obuhvaćaju izbojak

suhokožičastom bazom. Čaška i vjenčić cvijeta su peteročlani, 6-7 mm u promjeru, s malim okruglastim, bijelim, 1,5-2 mm dugim laticama i čaškom dugom 2-6 mm. Latice i prašnici prirasi su na rubu vrčasto izdubljenoga cvjetišta, koje obavija pri dnu međusobno srasle plodnice. Smješteni su u rahlim, oko 10 cm dugim terminalnim metlicama. Plod je mjeher s više sjemenki. Sjemaka je svjetlosmeđa, 2,5-3 mm duga.

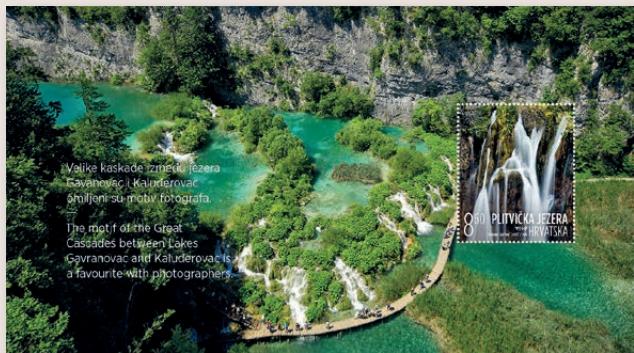
Hrvatska je sibireja listopadna trajnica, nanofanerofit (grm). Heliofilna i entomofilna vrsta s dvospolnim cvjetovima. Cvjeta u VI. i VII. mjesecu. Razmnožava se sjenenkama. U Hrvatskoj je zaštićena.

BOGASTVO FLORE NACIONALNIH PARKOVA

Ivo Aščić, dipl. ing.

Među najljepše prirodne znamenitosti na Zemlji, prema mnogima, su nacionalni parkovi. Pokazuju to poštanske marke, reperezentativni mediji države iz koje potječu. Poštanske marke i danas su unatoč suvremenim načinima komunikacije prepoznatljiv te tražen proizvod koji je pogodan za prijenos različitih korisnih društvenih informacija, od kojih se razvoj ekološke svijesti pokazuje kao sve značajnija. Ona zahvaljujući svojoj jedinstvenoj ulozi putuje po cijelome svijetu, bez obzira na granice i udaljenosti. Gotovo da i ne postoji nacionalni park u svijetu koji nije prikazan na poštanskoj marki. Ovogodišnjim zajedničkim izdanjem s Republikom Korejom, Hrvatska je zaokružila

cjelinu i objavila svih svojih osam nacionalnih parkova na svojim markama koje izdaje od 1991.: Plitvička jezera (2008., 2005., 2019.), Paklenica (2012.), Risnjak (2004.), Kornati (1994.), Krka (1994.), Mljet (1999.), Brijuni (1994.), te spomenuti Sjeverni Velebit (2019.). Marke s motivima hrvatskih nacionalnih parkova tijekom povijesti izdavale su i prethodne države s ovih prostora, ali i zemlje iz Europe i svijeta (npr. 2011. Gibraltar, Butan 1997.). Zbog popularnosti ove teme neke marke više nisu dostupne kod izdavača, pa za njima postoji veći interes među filatelistima i trgovcima maraka. Proučavajući ove marke, ne samo po motivima, već i po stručnim tekstovima koji prate ove



Slika 1. Čak 76 posto ukupne površine Plitvičkih jezera pokriveno je šumom, 23 posto su travnjaci, a ostalo pripada jezerima, po čemu su i najpoznatija.



Slika 2. Flora Nacionalnog parka Sjevjeri Velebit od kolovoza 2019. nalazi se na južokorejskoj poštanskoj marki, te šalje snažnu poruku o protrebi zaštite prirode, bez obzira gdje se nalazili na planeti Zemlja.



Slika 3. Uz šumsko bogastvo poput bukve, jele, smreke, gorskog javora, briješta i crnog graba, u NP Risnjak obitavaju i brojne životinjske vrste poput risa koji je 1974. doseljen iz Slovenije, jer je autohtonu izumro.



Slika 4. Patuljasti bor (*Pinus pumila*) može se naći samo u južnokorejskom nacionalnom parku Seoraksan, na nadmorskoj visini od 1500 m. Taj grm ima lišće koje je kraće nego u drugih vrsta borova te grane koje rastu horizontalno.



Slika 5. Američki Yellowstone 1872. godine proglašen je prvim nacionalnim parkom u svijetu.

marke, a koje potpisuju eminentni stručnjaci iz svoga područja, zamjećeno je kako rijetko kojem nacionalnom parku flora ne stvara dodatnu vrijednost.

Najbolji primjer su Plitvice, čija čak četiri motiva krase ovo-godišnje hrvatske poštanske marke. S njih se saznaće kako je u Parku poznato preko 1400 vrsta flore, a brojne od tih vrsta su ugrožene i nalaze se na listi Natura 2000 (ekološka mreža za očuvanje ugroženih vrsta i staništa u okviru programa Europske unije): zlatna ježičnica (*Ligularia sibirica*), Gospina papučica (*Cypripedium calceolus*), istočna voden-djevojčica (*Coenagrion ornatum*), i dr. U Parku se nalaze i brojne endemske vrste poput livadnog procjepka (*Chouardia litardiere*), krškog kukurjeka (*Helleborus multifidus*), hrvatskog karanfila (*Dianthus croaticus*), šupaljke (*Coridalis solida*) i dr. U Parku je oko 30% ukupne flore Hrvatske (npr. puzavi celer, *Apium repens* raste isključivo na vlažnim i vodenim staništima), a samo orhideja (Orchidaceae) ima više od 60 svojti. Na Plitvicama je i prašuma zvana Čorkova

uvala, poseban rezervat šumske vegetacije na površini od 80 ha.

Nacionalni parkovi su uglavnom prostrana i, pretežito, neizmijenjena prirodna područja, a glavna im je svrha održanje postojećih vrijednosti. Posjećivanje područja dopušteno je prema određenim pravilima, a namjena mu je znanstvena, odgojno-obrazovna, kulturna i rekreativna. Ujedno su najpoznatija kategorija zaštite. Prema podacima Međunarodnog saveza za očuvanje prirode i prirodnih bogatstava (eng. The International Union for Conservation of Nature, IUCN) danas je u svijetu skoro šest tisuća nacionalnih parkova koji zadovoljavaju osnovne kriterije koje definiraju nacionalni park.

Marke s motivima nacionalnih parkova, između ostalih, izdali su: SAD (Yellowstone prvi je nacionalni park u svijetu, proglašen 1872. godine), Kina 2004. (Qomolangma ima površinu veću od površine Švicarske), Grenland 1999. (Sjeveroistočni Grenland, najveći nacionalni park u svijetu), Brazil 2011., Bolivija 1989., Peru 1995., Venezuela 2004. (nacionalni parkovi s područja Amazonije, najvećeg šumskog područja na svijetu), Tanzanija 2011. (Serengeti



Slika 6. Čak 63 posto površine australskog Božićnog otoka s posebnim statusom u Indijskom oceanu zauzima nacionalni park.

park na UNESCO-ovu je popisu svjetske prirodne baštine), Ekvador 2009. (Galápagos: oko 97,5 posto površine otočja proglašeno je nacionalnim parkom), Čile 2008. (u šumskom požaru nacionalnog parka Torres del Paine 2011. izgorjelo čak 176 km²) i dr.

ZAPISI IZ HRVATSKIH ŠUMA /3/ ŠUMSKE PAPUČKE OSOBITOSTI

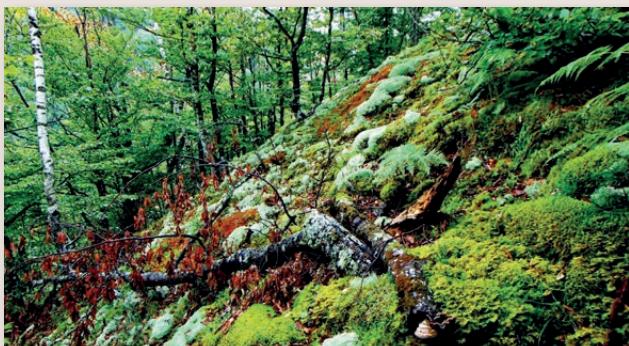
Dr. sc. Radovan Kranjčev

U Hrvatskoj, vjerojatno niti drugdje u Europi, nema takvog staništa s takvim i tolikim živim svijetom kao što je ovo razmjerno malo stanište unutar Parka prirode Papuk. Riječ je o dijelu Papuka nazvanom Svinjarevac na oko 380-400 m visine. Nedavno je otkriveno i samo dijelom proučeno. Kad bi samo ono postojalo unutar ove velike slavonske planine, bio bi to sasvim dostatan razlog za osnivanje ovog Parka prirode, budući da je riječ o jednoj od velikih prirodnih znamenitost Republike Hrvatske koja zасlužuje najveću pozornost znanstvene javnosti i najveću moguću skrb i zaštitu.

Stanište je po mnogo čemu posebno i zanimljivo. Smješteno je unutar velikih šumskih područja u kojima je stara šuma bukve prevladavajuća i u kojima nema gospodarskih aktivnosti. Reljef je vrlo dinamičan. To je strma gorska kosa sjeverne i sjeverozapadne ekspozicije, okružena torrentima nekoliko potoka bujičnjaka.

Kad sam se početkom mjeseca rujna, u društvu svojih prijatelja prof. Marka, biologa, i ing. šum. Damira, ispnenrao na određenu visinu tog strmog brijege, pred mnom se otvorio jedinstven i nikad viđen prizor. Reći će da je to bio prizor osebujne ljepote prirode i nevjerojatnog sklada boja i oblika neviđenog mnoštva biljnih svojti, koje se u ovakovom prirodnom oblicju nigdje više u Hrvatskoj ne pojavljuju. Šumsko tlo je plitko i razvijeno u tankom sloju na kamenitoj nagnutoj podlozi, trenutno vlažno i jako vlažno, ali ljeti prosušeno i suho.

Mogao bih razlikovati barem tri različita krajobraza, tri različite prirodne pozornice, protegnute uzduž kosina tog velikog brijege. Na toj ocjeditoj podlozi gdje nema niti traga nekoj tekućici, jedan u dugom nizu čini zeleni sag mahovina svih mogućih nijansi zelenog, drugi, isto tako velik ako ne i veći, čine bezbrojne streljke i nakupine velikog broja svojti lišajeva (*Lichenes*), a treći grade te iste mahovine i ti



Velika raznolikost života na šumskom tresetnom tlu na lokalitetu Svinjarevac na Papuku



Cijelu površinu prekrivaju lišajevi i mahovine



Populacija maha tresetara



Nepoznata gljiva raste iz slojeva maha tresetara

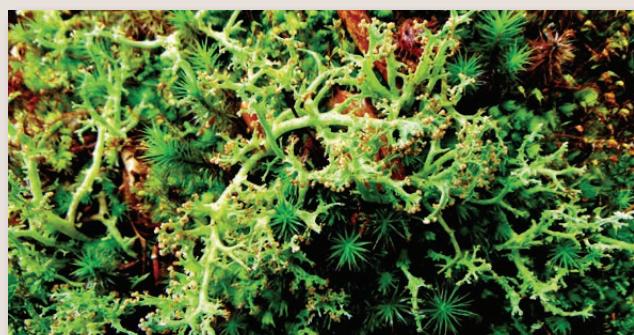


Dio lišaja kladonije (*Cladonia* sp.)

isti lišajevi kojima se pridružuje najveća znamenitost i osobitost Papuka – mah tresetar (*Sphagnum quinquifarium* (Lindb. Ex Braithw.) Warnst.) s jeseni crvene boje, kao šumska vrsta.

U toj prorijeđenoj bukovoj šumi pokušajte si zamisliti te palete boja i oblika mnogih živilih organizama prostrtih po tlu. U Hrvatskoj je ova svojta tresetara, kritično ugrožena (CR) znana s još jednog nalazišta na Papuku i na još dva nalazišta drugdje u Hrvatskoj, ali ova populacija na Svinjarevcu u bukovoj sastojini je najveća.

Obišao sam zamjetan broj naših tresetišta ili cretišta, posebice onih tipičnih koja se razvijaju na više-manje ravnoj podlozi, vlažnoj i močvarnoj, dijelom silikatnoj, vapnenačkoj ili dolomitnoj, gdje se treset protezao u dubinu više metara, upoznao sam makar djelomično njihov živi svijet – ali si i danas, pa i nakon onih kratkih priopćenja o životu svijetu na ovim staništima na Papuku (Šegota i Alegro, 2009) – ne mogu objasniti ovaj prirodni fenomen razvijenog tresetišta na kamenoj nagnutoj podlozi u visokoj planini s bjelogoričnim drvećem, jer ga ne mogu usporediti i prispopodobiti s niti jednim drugim tresetištem u Hrvatskoj. Vjerujem, da je i po tome ova biocenoza, u kojoj dominiraju mahovine i lišajevi, jedinstvena ne samo za Papuk i Hrvatsku, već i za mnogo širi prostor Europe.



Bogatstvo života na tresetištu Svinjarevac

Dakle, na ovim staništima je zabilježeno razmjerno mnogo svojti *mahovina* (*Bryophyta*). Od 176 dosad poznatih svojti mahovina u Hrvatskoj, na Svinjarevcu su zabilježene 52, od čega 17 svojti mahovina jetrenki (*Marschalliales*). Svojom bojom i mjestimice prevladavajućom populacijom crveni mah tresetar daje pečat cijelom okolišu, koji je za mene gotovo nestvarno lijep. Biljka za razliku od mnogih drugih vrsta tresetara nije veća od 10 cm i na prvi pogled po ničemu se ne bi moglo kazati kako ta biljka može stvarati slojeve treseta. Među mahovinama na Svinjarevcu, čini se, prevladaju svojte u rodu vlasak (*Polytrichum*).

Na Svinjarevcu još impresivniji utisak pružaju *lišajevi* (*Lichenes*) – dobri indikatori čistog okoliša, posebice oni na kiselim tlu, ali i na drveću. Prevladavaju svojte u rodovima *Cladonia*, *Peltigera*, *Evernia* i još neke. Na bukovim i brezovim deblima dodajmo još i zaštićenu markantnu svojtu plućnog lišaja (*Lobaria pulmonaria* (L.) Hoff.) te nešto rjeđi bradati lišaj (*Usnea sp.*) i 2-3 svojte lišaja peltigere. Broj svojti lišajeva na ovom staništu zasad nije poznat, ali prema vlastitim inicijalnim opažanjima on iznosi oko 20 svojti, računajući i ostale svojte koje ne rastu na tlu. Lišajevi su svojim malim, ali i velikim steljkama prekrili tlo, pojedinačno ka-

menje i koru ovog starog drveća, tako da u cijelom okolišu ništa drugo ne zamjećujemo već samo ove osobite oblike života, koji u ovolikoj množini i u ovakvim nijansama boja i oblika pokrivaju svaki centimetar površine.

Uz ove niske biljke mahovine i lišajeve, na ovim staništima rastu i predstavnici *papratnjaka* iz razreda crvotočina (*Lycopodiatae*) i porodice Lycopodiaceae. To je obična crvotočina (*Lycopodium clavatum* L.), razmjerno česta i poznata i iz drugih nalazišta u Hrvatskloj, ali i plosnata crvotočina (*Diphasiastrum complanatum* (L.) Holub), rijetka biljka poznata u crnogoričnim šumama Hrvatske, ali njezina još 2-3 nalazišta poznata odavno, nisu do danas potvrđena.

Treba posebno naglasiti kako je ova stara bukova šuma s mnogo trulih stojećih ili ležećih stabala, šuma na kiseloj podlozi s običnom borovnicom (*Vaccinium myrtillus* L.) i drugim indikatorima kiselih tala, staniše mnogobrojnih svojti *gljiva*. Među njima ističem samo jednu koja raste ne iz tla već ih busenja tog crvenog maha tresetara i ima plođišta smeđe plavkasta, talusoidna, mesnata i razmjerno debela, hladetinasta i polukružnog oblika, narebrana, posebice odozdo, promjera oko 20 mm.

NOVA KNJIGA

BIORAZNOLIKOST ŠUMA U NACIONALNOM PARKU »PLITVIČKA JEZERA«

TEMATSKI EDUKACIJSKI VODIČ

Prof. dr. sc. Ivan Martinić

Izdavač: Javna ustanova „Nacionalni park Plitvička jezera“

Urednik: Nikola Magdić

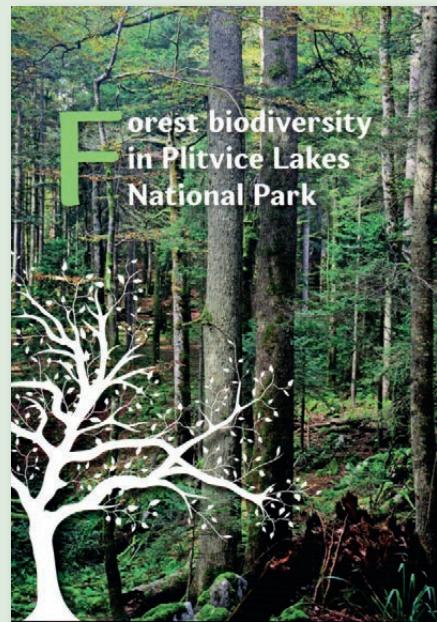
Autori: prof. dr. sc. Ivan Martinić i sur.

Realizacija: Laser plus Zagreb

U dobroj tradiciji novih izdanja povodom važnih obljetnica, povodom 40. godišnjice uvrštenja Plitvičkih jezera u Popis svjetske baštine UNESCO-a (26. listopad 1979. godine) Javna ustanova „Nacionalni park Plitvička jezera“ objavila je knjigu „Bioraznolikost šuma u Nacionalnom parku „Plitvička jezera“. Urednik knjige koja je tiskana na hrvatskom i engleskom jeziku je Nikola Magdić, dugogo-

dišnji voditelj Odjela za šumske ekosustave NP Plitvička jezera, dok je autor profesor Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu Ivan Martinić sa suradnicima Matijom Landekićem, Matijom Bakarićem i Fabijanom Martinićem.

Knjiga je predstavljena kao tematski edukacijski vodič – prikaz bitnih aspekata šuma i šumskih ekosustava NP Plitvička jezera namijenjen širokom krugu korisnika i čitatelja, uklju-



čujući posjetitelje zaštićenog područja, parkovne stručnjake i poznavatelje zaštite prirode, ali i turističke djelatnike, udruge i lokalno stanovništvo.

Na motiv za pripremu vodiča ovakvog sadržaja osvrnuo se u predgovoru urednik knjige riječima: „Po prvi puta od proglašenja područja Plitvičkih jezera nacionalnim parkom, zahvaljujući autoru i šumarskim stručnjacima Javne ustanove „Nacionalni park Plitvička jezera“ zainteresiranim čitateljima, dana je prilika na jednom mjestu saznati važne činjenice o šumama Parka. Svakako da šumski ekosustav, kao najzastupljeniji u Parku kojega prekriva u više od dvije trećine površine dobro očuvanim prirodnim šumama, zaslu-

žuje ovakvo posebno izdanje. Ovaj priručnik ima svrhu čitateljima pomoći u razumijevanju šuma i šumskega ekosustava, posebno povezano s velikim doprinosom prirodnih šuma područja Plitvičkih jezera u očuvanju ukupne biološke raznolikosti Parka“.

Priručnik je podijeljen u sedam poglavlja, a obuhvatom sadržaja, strukturu i načinom obrazlaganja svojevrsni je »navigator« s namjerom doprinosa boljem razumijevanju složenosti funkciranja šume, ali i aktualiziranja važnosti očuvanja šuma i šumskega ekosustava NP „Plitvička jezera“. Uvidom u sadržaj i organizaciju vodiča, primjetan je njegov edukacijski karakter i pedagoški koncept. Ukazuju na to



Šume u NP Plitvička jezera.- uporište bogate bioraznolikosti, i nedjeljiv ekološko-estetski okvir jezerskog sustava

uvodna dva poglavlja o globalnom značenju i ulozi šuma, pregledno opisane ekosustavne usluge šume ali i brojne izdvojene crtice Jeste li znali? Zašto je važno mrtvo drvo? Struktura šume i dr.

U trećem poglavlju vodič daje se osvrt na biološke vrijednosti šuma s pregledom elemenata koji upućuju na visoki potencijal šume u pogledu bioraznolikosti. Također se navode razlozi ugroženosti šuma, koji se uz već poznate, u kontekstu NP „Plitvička jezera“ proširuju na prijetnje utjecaja invazivnih stranih vrsta.

U četvrtom poglavlju navode se propisane obveze zaštite šumskih ekosustava te smjernice za očuvanje bioraznolikosti šuma u NP „Plitvička jezera“, izvedene iz Zakona o šumama, Zakona o zaštiti prirode i njemu pripadajućih uredbi i pravilnika te odredbi za provođenja Prostornog plana za NP „Plitvička jezera“.

Peto poglavlje donosi pregled najvažnijih šumskih zajednica na području NP „Plitvička jezera“. Navodi se kako se recenčnim istraživanjima fitocenoloških značajki tamošnjih šumskih ekosustava utvrdilo 13 šumskih zajednica na razini asocijacije, pri čemu su bukove i bukovo-jelove asocijacije raščlanjene na 9 subasocijacija i više varijanti. Uz opis šumskih zajednica donosi se osnovni pregled flore i faune Parka.

Očuvanje bioraznolikosti šuma u NP „Plitvička jezera“ važan je dio europske koncepta očuvanja ukupne biološke raznolikosti. Prema Uredbi o ekološkoj mreži, u okviru ekološke mreže Natura 2000 šire područje NP značajno je za očuvanje čak osam šumskih stanišnih tipova, strukturno opisanih u šestom poglavlju priručnika. Istočje se kako su, prema kriterijima vrednovanja područja ekološke mreže, svi ovađašnji Natura 2000 stanišni tipovi visoke razine reprezentativnosti te izvrsno očuvani u pogledu strukture i funkcija.

Pregledom najvažnijih šumskih stanišnih tipova upućuje se na snažnu korelaciju očuvanosti šumskih ekosustava NP „Plitvička jezera“ i bogatstva njima pripadajuće bioraznolikosti. Skreće se pozornost kako su šume u NP važan okvir

bogatog životinjskog i biljnog svijeta, s brojnim endemičnim, rijetkim i ugroženim svojstama. U granicama Parka evidentirano je čak 25 endemičnih biljnih vrsta i podvrsta, popis ptica NP „Plitvička jezera“ sadrži 157 dosad zabilježenih vrsta, a u šumama parka nalazi preko 50 vrsta sisavaca. Najnovijim je istraživanjima utvrđeno 20 vrsta šišmiša.

Kao važna mjeru očuvanja bioraznolikosti šumskih ekosustava NP navodi se sustavno prikupljanje podataka o biljnim i životinjskim vrstama u okviru Nacionalnog sustava praćenja bioraznolikosti.

U okviru ovog poglavlja nalazimo i izdvojeni osvrt na ekološku edukaciju i interpretaciju šume. Tako se navodi da su za razumijevanje šuma širom svijeta, a posebno onih u zaštićenim područjima, posebno važne „šumske učionice“, što podrazumijeva edukaciju kroz stručna vođenja i radionice na izvornim šumskim lokalitetima. Na tragu takvih edukacijskih obrazaca u NP „Plitvička jezera“ već više godina organiziraju se druženja s učenicima lokalnih osnovnih škola za koje provode jednodnevni edukativni program „Upoznaj svoj nacionalni park i budi na jedan dan čuvare prirode“.

Zadnje, sedmo poglavlje čini Mali informacijski servis koji sadrži 82 jedinice tumačenja temeljnih pojmoveva vezan za šumske ekosustave i bioraznolikost, potom pregled najvažnijih ekoloških datuma te konačno 30 naslova korištene literaturne i drugih izvora korištenih u pripremi vodiča.

Izdavanjem tematskog edukacijskog vodiča „Bioraznolikost šuma u Nacionalnom parku Plitvička jezera“ u dvostrukoj obljetničkoj godini - 70 godina od osnivanja NP Plitvička jezera 1949. te 30 godina od uvrštenja na popis svjetske baštine - Javna ustanova NP „Plitvička jezera“ iskazuje veliko poštovanje mnogim šumarskim stručnjacima koji su proteklom desetljeća svojim istraživačkim i stručnim radom doprinijeli očuvanju i promociji šuma NP „Plitvička jezera“ kao neprocjenjive sastavnice jedinstvenog prirodnog bogatstva ovog UNESCO-ovog zaštićenog područja svjetske prirodne baštine.

ZNANSTVENA MONOGRAFIJA „VARIJABILNOST OBIČNE BUKVE (*Fagus sylvatica* L.) U BOSNI I HERCEGOVINI“

DALIBOR BALLIAN, MARJANA WESTERGREN I HOJKA KRAIGHER

Prof. dr. sc. Davorin Kajba

Ova značajna znanstvena monografija jedna je u nizu tiskanih monografija izdavača Udruženja inženjera i tehničara šumarstva Federacije Bosne i Hercegovine (UŠIT BiH) i

suizdavača Silva Slovenica – izdavačkog centra Šumarskog instituta Slovenije u Ljubljani (Slovenija). Monografija sadrži 234 stranice, od čega 81 sliku i 38 tablica.

Dalibor Ballian
Marjana Westergren
Hojka Kraigher

VARIJABILNOST
OBIČNE
BUKVE
(*Fagus sylvatica* L.)
U BOSNI I HERCEGOVINI

Fond za zaštitu okoliša
Federacije BiH

U uvodnom dijelu autori daju pregled strukture bukovih šuma u Bosni i Hercegovini i njihovo značenje s gospodarskog i ekološkog stajališta. Prema staroj inventuri šuma, bukove šume zauzimale su 53 % površine. Visoke bukove šume pokrivale su površinu od 665.000 ha, a niske i degradirane šume 318.000 ha. U ukupnoj sjećivoj masi listača u BiH na bukovo drvo otpada oko 90 %, što približno iznosi oko 2.500.000 m³/godišnje. Danas Bosna i Hercegovina raspolaže sa 3.231.500 ha šuma i šumskog zemljišta, što je oko 60 % njene površine. Običnu bukvu nalazimo i u mješovitim šumama bukve i jele, te bukve, jele i smreke koje zauzimaju 46 % svih visokih šuma. Tako ukupna površina šuma gdje je zastupljena bukva iznosi oko 1.652.400 ha. U Bosni i Hercegovini obična bukva pokazuje jako dobru horizontalnu i vertikalnu raslojenost pa se javlja od najnižih šumskih pojasa gdje pridolazi sa hrastom lužnjakom i kitnjakom (*Fagetum submontanum*), zatim se širi u brdskom pojusu gdje radi čiste sastojine (*Fagetum montanum*) te u najvažnijem gorskom pojusu, gdje u zajednici s običnom jelom ili s jelom i smrekom čini najznačajniju šumsku zajednicu bukovo-jelovih šuma (*Abieti Fagetum*). Inače, areal bukovih šuma u BiH znatno je uži od areala bukve, koja, kao pojedinačna ili grupna primjesa, raste i u šumama hrasta i graba, ili se penje zajedno s borom krivuljem daleko iznad gornje šumske granice.

U zasebnom poglavlju prikazani su rezultati istraživanja provedenog u međunarodnom testu provenijencija za svojstva rasta i fenologije kod obične bukve u pokusu kod Kaknja. U test su bile uključene provenijencije iz sedam europskih zemalja (Bosna i Hercegovina, Hrvatska, Mađarska, Češka, Rumunjska, Njemačka i Srbija). Istraživanjem promjena fenoloških faza utvrđeno je da postoji statistički značajna varijabilnost između testiranih provenijencija. Najveće prosječne visine dostigle su provenijencije iz Hrvatske (Dilj Čaglinski i Vrani kamen). Najniže visine imale su rumunjske provenijencije. Također i najveće promjere iznad vrata korijena imale su provenijencije iz Hrvatske.

Istraživanja morfoloških i fizioloških svojstava, koja su provedena u kasnijoj dobi, odnosila su se na razlike u preživljavanju, totalnim visinama, promjeru na vratu korijena, boji lista i zimskog zadržavanja lista kod različitih provenijencija obične bukve. Analizom varijance, utvrđene su statistički vrlo značajne razlike u morfološkim osobinama, promjerima na vratu korijena i visinama biljaka, kod različitih provenijencija obične bukve. S prosječnom visinom od 142,05 cm i prosječnim promjerom na vratu korijena od 19,43 mm, provenijencija iz Hrvatske (Dilj Čaglinski) iskazala je najviše prosječne vrijednosti za oba svojstva. Provenijencija iz Rumunjske (Alka-lulia) imala je najnižu prosječnu visinu od 73,55 cm, a provenijencija iz Češke (Sihlwald) iskazala je najmanju prosječnu vrijednost promjera na njegovu vratu od 14,09 mm.

Analizom varijance utvrđeno je postojanje i statistički značajne fenološke varijabilnosti između istraživanih provenijencija u početku, trajanju i završetku pojedinih fenofaza. Provenijencije iz Hrvatske i Bosne i Hercegovine u pravilu su listale ranije od stranih provenijencija. Za svojstvo zimske retencije lišća utvrđeno je da 65,92 % biljaka u pokusu nije zadržalo list, a da je najveći postotak nezadržavanja lista iskazala njemačka provenijencija Hoellerbach sa 91,05 %. Za sva istraživana fenološka svojstva utvrđena je visoka razina genetičke diferencijacije istraživanih provenijencija.

Rezultati drugog pokusa sa petnaest provenijencija obične bukve, dali su odgovore na stabilnost i prilagodljivost visinskega rasta kroz četiri pokusa osnovanih u Bosni i Hercegovini, Hrvatskoj i Srbiji. Razmatrana je primjena interakcije provenijencija × stanište u svjetlu utjecaja klimatskih promjena na običnu bukvu i odabir najprikladnijih provenijencija za buduće programe pošumljavanja.

Provedenom biokemijskom analizom genetičke strukture osam populacija obične bukve, uz uporabu 10 enzimskih sustava sa 16 izoenzimskih genskih lokusa, dobivene su značajne statističke razlike. Prosječan broj alela po lokusu kretao se od 2,37 kod populacije Velež do 2,75 kod populacije Dinara, dok se prosječni broj genotipova u lokusu kretao od 2,87 kod populacije iz Posušja do 3,56 kod populacije Dinara. Najveća heterozigotnost evidentirana je u populaciji

Čemerno, a najmanja u populaciji Velež. Neki od alela koji su registrirani predstavljaju rijetke alele, kao što je PGi-B1 koji je registriran samo u jednoj populaciji, što je od važnosti za kasnije utvrđivanje podrijetla sjemena i sadnog materijala, te predstavljaju specifične biljege tih sastojina. Uz važnost za određivanje podrijetla šumskog reproduksijskog materijala, ovi rezultati jako su bitni i za uspješno provođenje mjera gospodarenja. Negativne vrijednosti fiksacijskog indeksa u istraživanim sjemenskim sastojinama dobar su pokazatelj da se može njima slobodnije gospodariti, jer ne bi izgubile mnogo od svoga genetičkog potencijala za adaptaciju, s obzirom da posjeduju dovoljno genetičke varijabilnosti. Najveći stupanj genetičke raznolikosti pokazuje populacija Drvar, a najveću diferencijaciju populacija Posušje, što ukazuje na veliku stabilnost tih populacija naspram drugih u ovome istraživanju.

Autori zaključuju kako je ovim istraživanjem dana samo djelomična genetička struktura bukve u Bosni i Hercegovini te je potrebno nastaviti s dalnjim istraživanjima, kako bi se utvrdila sjemenska razdjelba na regije za ovu vrijednu vrstu. U tim radovima posebnu pozornost treba posvetiti razgraničenju provenijencija (sjemenskih sastojina), kao i eksperimentalnoj razdjelbi temeljenoj na pokušima provenijencija, kroz istraživanja ekološko-fizioloških svojstava.

Kako ove šume predstavljaju jako bitan genetski izvor za buduće oplemenjivanje šuma jer sadržavaju staru genetsku strukturu, trebale bi zauzeti značajno mjesto u aktivnostima

na očuvanju šuma. Mnoga iskustva pokazala su da su ostavljeni dijelovi niskih šuma u procesima konverzije odigrali važnu ulogu u pružanju početne stabilnosti novopodignutim nasadima, kao i u dalnjem gospodarenju, a također i na okolne visoke šume, prenoseći dio očuvanih gena kroz procese križanja koji su u visokim šumama već ranije izgubljeni u procesima rekombinacije. Kako se iz određenih tipova niskih šuma mogu dobiti i kvalitetni sortimenti, autori navode da ne treba zanemariti i aktivnosti na oplemenjivanju istih u kombinaciji sa očuvanjem genofonda. Iste aktivnosti trebale bi se sprovoditi i za najvređnije visoke šume koje imaju jako dobru i očuvanu genetsku strukturu, a koje danas predstavljaju neiskorišten potencijal.

Autori utvrđuju da je obična bukva u Bosni i Hercegovini genetički diferencirana prema ekološkim i vegetacijskim područjima te da pokazuje različite morfološke i fenološke karakteristike iz različitih područja, a da mnogi čimbenici utječu na ta svojstva. Ovi rezultati nači će svoju primjenu u oplemenjivanju, kao i u očuvanju genetičkog bogatstva obične bukve u Bosni i Hercegovini.

Na 29 stranica opsežno je navedena korištena literatura, a na kraju monografije nalazi se sažetak na hrvatskom i engleskom jeziku. Monografija se može preporučiti kao dodatna literatura iz područja šumarstva, posebice u oplemenjivanju i uzgajanju šuma, te će značajno pridonijeti očuvanju genofonda ove značajne šumske vrste u širokom bogatstvu biljnog svijeta Bosne i Hercegovine.

PREGLED PISANJA ODABRANIH ČASOPISA U REDAKCIJSKOJ RAZMJENI ŠUMARSKOG LISTA

Branko Meštrić, dipl. ing. šum.

CROATIAN JOURNAL OF FOREST ENGINEERING

Volume 40 No.2 (2019)

IZVORNI ZNANSTVENI RADOVI

Analiza troškova inovativnih sustava za skupljanje biomase u ranim proredama (Bergström Dan)

Prinos biomase i goriva svojstva različitih klonova topola u nasadima kratkih ophodnji (Vusić Dinko, Kajba Da-vorin, Andrić Ivan, Gavran Ivan, Tomić Tin, Plišo Vusić Ivana, Zečić Željko)

Odabrani utjecaji na okoliš šumskih zahvata s različitim stupnjem mehanizacije (Labelle Eric R., Lemmer Kevin J.)

Što primjećujemo kada šumsku dizalicu opremimo senzorima kretanja? (La Hera Pedro, Ortiz Morales Daniel)

Procjena zateznih sila užeta i nagibanja stroja pri privlačenju pomoću vitla na strmom terenu pod stvarnim radnim uvjetima (Holzfeind Thomas, Kanzian Christian, Stampfer Karl, Holzleitner Franz)



Simulacijsko modeliranje tereta skidera s hvataljkom (Shegelman Ilya Romanovich, Budnik Pavel Vladimirovich, Baklagin Vyacheslav Nikolayevich)

Produktivnost prijenosnog sustava vitla koji se koristi u sanacijama drva oštećenih olujom (Bilici Ebru, Andiç Güryay Volkan, Akay Abdullah Emin, Sessions John)

Evaluacija različitih praksi dobrog upravljanja za kontrolu erozije na operativnim stazama stroja (Solgi Ahmad, Naghdi Ramin, Labelle Eric R., Behjou Farshad Keivan, Hemmati Vahid)

Korištenje brana od drva, slame riže i grmlja kod sadnje sadnica za odvod i kontrolu erozije na pokosima šumskih cesta (Fakhari Mohammad Ali, Lotfalian Majid, Hosseini Seyedmohammad, Darvishan Abdolvahed Khaledi)

Učinci prizemnog klizanja na fizička svojstva tla u povratnim klizačima (Solgi Ahmad, Naghdi Ramin, Zenner Eric K., Tsioras Petros A., Hemmati Vahid)

Rješavanje problema profesionalne ergonomije u indonezijskoj šumarstvu: radnici, operateri ili ekvivalentni radnici (Yovi Efi Yuliati, Yamada Yozo)

Procjena gospodarenja šumama listača: drvna zaliha, troškovi prorede i dobiti tijekom ophodnje od 60 godina (Suzuki Yasushi, Yoshimura Tetsuhiko)

Fizički napon, izloženost buci i posturalna procjena motorno-ručnog sjećenja vrbe kratkih ophodnji: rezultati preliminarne studije (Borza Stelian Alexandru, Talagai Nicolae, Cheța Marius, Chiriloiu Diana, Montoya Alex Vinicio Gavilanez, Vizuete Danny Daniel Castillo, Marcu Marina Viorela)

GOZDARSKI VESTNIK

Vol. 77 • br. 7-8

UVODNIK

Uloga šuma i šumarstva u pravičnom prijelazu u zelenu budućnost (Mitja Skudnik, Polona Hafner)

ZNANSTVENA RASPRAVA

Razlike u fenološkom razvoju dominantnih vrsta drveća na šumskom posjedu Pahernik procijenjene satelitskom analizom slika (Anže Martin Pintar, David Hladnik)

Planiranje gospodarenja šumama u Sloveniji na raskrižju: Alternative sustavu planiranja gospodarenja šumama u Sloveniji (3. dio) (Marko Kovač)

STRUČNA RASPRAVA

Uz radionicu Problematika potkornjaka - Pronalaženje operativnih rješenja (Aleš Kadunc, Andrej Avsenek, Marko Matjašič)

IZ STRANOG TISKA

Sudionici i njihova uloga u mreži djelovanja udruga šumovlasnika

Suradnja i sukobi između sudionika u pripremi Programa upravljanja područja Natura 2000 za razdoblje 2015-2020 u Sloveniji

ŠUMARSTVO U VREMENU I PROSTORU

10. seminar i radionica o zaštiti šuma (Nikica Ogris, Barbara Piškur, Andrej Kavčič, Jurij Rozman, Marija Kolšek)

- Proljetni šumski kamp za učenike (Jernej Javornik i sur.)
 12. Državno natjecanje šumskih radnika u znaku pobjednika (Marta Krejan Čokl)

Vol. 77 • br. 5-6

UVODNIK

Razmišljajmo globalno, djelujmo lokalno (Mitja Skudnik, Polona Hafner)

ZNANSTVENA RASPRAVA

Mikroklimatski uvjeti u brodskom kontejneru (Miha Hušmar, Davor Kržišnik, Boštjan Lesar)

Analiza uspjeha uspostave alternativnog staništa Črni log – Hotiška gmajna s naglaskom na uspješnost rasta pre-sadnica (Samar Al Sayegh Petkovsek)

STRUČNA RASPRAVA

Očuvanje i održiva uporaba usluga ekosustava u krškim područjima (Aleksandar Golob)

IZ STRANOG TISKA

Genetska raznolikost gljive *Lecanosticta acicola* u Sloveniji i Hrvatskoj

Usporedna analiza rasta stabala zasnovana na složenoj mreži konkurenca između stabala

ŠUMARSTVO U VREMENU I PROSTORU

Ne postoji loše vrijeme za istraživanje šume - Dan otvorenih vrata Slovenskog šumarskog instituta (Anica Simčič, Špela Planinšek)

Šumarski rječnik za vlasnike šuma - Mali rječnički priručnik za mnoge vlasnike šuma (Vasja Leban)

Fotografski natječaj "ŠUMA I ČOVJEK" (Robert Brus, Christian Jarni)

Završetak projekta FORESDA (Polona Hafner, Jožica Gričar)

Promicanje inovativnih ideja u području mobilizacije drva – projekt ROSEWOOD (Polona Hafner, Jožica Gričar)

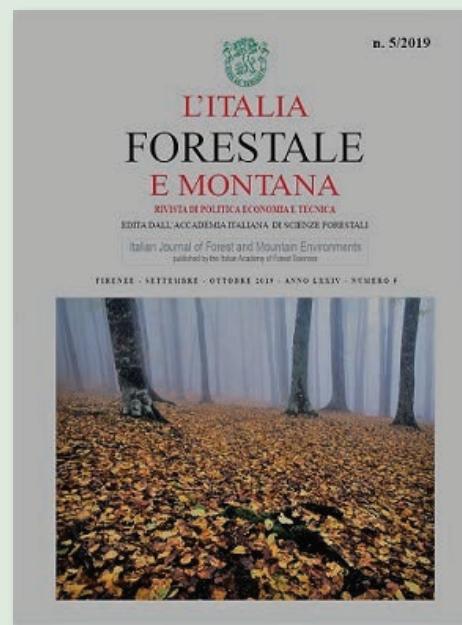
U sjećanje na Janka Žigona 1932.-2019 (Ljubo Čibej)

L'ITALIA FORESTALE E MONTANA / Italian Journal of Forest and Mountain Environments

Šume i zaštita zemljišta: uloga šumarstva (Luigi Portoghesi, Francesco Lovino, Giacomo Certini, Davide Travaglini)

Silvi kultura (Carlo Ubertini)

(Multi)valorizacijski vid Montionijeve urbane šume (Iacopo Bernetti, Marina Visciano)



Propedeutička studija za izradu plana upravljanja čistim šumama hrasta plutnjaka Tardara, u predjelu Tusa (Messina) (Irene Dipollina, Federico Maetzke, Deborah Naro)

Razvojni potencijal mreža šumarskih društava u unutrašnjosti Italije (Luca Di Salvatore, Raoul Romano, Piermaria Corona)

Vol 74, No 4 (2019)

Izrada plana gospodarenja šumom kestena umjetnog po-drijetla na Siciliji u svrhu valorizacije drvnih proizvoda (Deborah Naro, Federico G. Maetzke, Irene Dipollina)

Energetsko drvo plantaža Eucaliptusa s kratkim ophodnjama: radna produktivnost i troškovi (Giuseppe Pignatti, Stefano Verani, Giulio Sperandio)

Stručno usavršavanje i nezgode u šumarskim aktivnostima (Ferdinando Dalle Nogare, Enrico Marchi, Sanzio Baldini, Francesco Mazzocchi, Immacolata Parigiani)

"Mena delle bufale" (ispaša bivola): poseban pristup čišćenju i održavanju korita rijeka (Alfonso De Nardo, Alessio De Dominicis, Antonino Nicolaci, Francesco Iovino)

Bibliometrijski utjecaj talijanskih recenziranih šumarskih časopisa (Manuela Plutino, Marco Borghetti, Gabriele Bucci, Ugo Chiavetta, Orazio Ciancio, Paolo Mori, Susanna Nocentini, Alessandro Paletto, Piermaria Corona)

Vol 74, No 3 (2019)

Povijest, znanost, znanje: tri kamena međaša u šumarstvu (Orazio Ciancio)

Regije prema aktivnom gospodarenju šumama (Donatella Spano)

Upotreba drveta hrasta medunca (*Quercus pubescens* Willd.) za proizvodnju barik bačvi (Nicola Moretti, Sabino A. Bufo, Celia Fouilloux, Filomena Lelario, Andrea Capogrossi, Chiara A. Sinisgalli, Luigi Milella, Laura Scrano)

Obalno pošumljavanje u Kalabriji: poboljšanje i očuvanje (Francesco Iovino, Carlo Galiano, Antonino Nicolaci, Vincenzo Perrone, Salvatore Spanò)

Kontrolne aktivnosti Državnog šumarskog korpusa / Šumarskih karabinjera u sjeći šuma u provinciji Firenca tijekom razdoblja 2009-2017. Najsuvremenije: evolucija ili involucija? (Luigi Bartolozzi, Carlo Luigi Fabbri, Stefano Ignesti)

Vol 74, No 2 (2019)

Svečano otvaranje 68. akademske godine Talijanske akademije šumarskih znanosti. Izvješće predsjednika o djelovanju Akademije (Orazio Ciancio)

Svečano otvaranje 68. akademske godine Talijanske akademije šumarskih znanosti. Pozdravi (Alessandra Stefanini, Marco Remaschi, Alessandro Manni, Alessia Bettini, Michele Stanca, Raffaello Giannini, Marco Marchetti, Ferdinando Dalle Nogare, Sabrina Diamanti, Giuseppe Casetta, Angelo Agovino)

Globalne promjene i eksperimentalni postupci u uzgoju (Piermaria Corona)

Više od stotinu godina stari trendovi elemenata hidroklimatske ravnoteže u opatiji Vallombrosa u odnosu na postojeću vegetaciju (Toskana, Italija) (1872.-2017.) (Franco Rapetti)

Čovjek i okolina. Ep o Gilgamešu, kralju Urku i legendi o šumi Nemi (Vittorio Gualdi)

Vol 74, No 1 (2019)

Šumarstvo između filozofije i znanosti (Orazio Ciancio)

Upravljanje šumama kao složenim adaptivnim sustavima: potreba za koherencijom između teorije i metode (Susanna Nocentini)

Neke misli o krajoliku i prirodnim vrijednostima nakon oluje Vaia (Cesare Lasen)

Strategije očuvanja kod skladištenja drva razorenog olujom (Marco Fioravanti, Roberto Zanuttini)

Perspektive

Oluja Vaia. Razmišljanje o dosadašnjem gospodarenju šumama i o "greškama" koji se pripisuju šumarstvu (Giampiero Andreatta)

LEŚNE PRACE BADAWCZE /

Forest Research Papers

<http://www.ibles.pl/web/lesne-prace-badawcze>

Leśne Prace Badawcze, 2019, Vol. 80 (3)

ORIGINALNI ČLANCI

Određivanje faktora pretvorbe trupaca bora i smreke u hrpama (Witkowska J., Jodłowski K.)

Obnova običnog bora *Pinus sylvestris* L. u Karpatima u zavisnosti o plodnosti staništa (Ambroży S., Kapsa M.)

Prvi poljski pokusi s provenijencijom srebrne jele *Abies alba* Mill. (Guria S., Łukaszewicz J., Szeliński H.)

Usporedba obnove običnog bora sjetvom i sadnjom u različito doba godine (Barzdajn W., Kowalkowski W., Tomczak R.)

Procjena prikladnosti strojeva za izvlačenje drva u sastojinama bora na temelju osnovnih pokazatelja rada (Szewczyk K., Iwanicki P.)

PREGLEDNI RADOVI

DNK barkod: Praktični alat za taksonomiju i identifikaciju vrsta entomofaune (Szyp-Borowska I., Sikora K.)

Izazovi u pogledu terminologije i metodologije u šumarskim znanostima (Wodzicki T.J.)

Leśne Prace Badawcze, 2019, Vol. 80 (2)

IZVORNI ČLANCI

Evaluacija prirodne i umjetne regeneracije običnog bora *Pinus sylvestris* L. u Šumskom okrugu Nowa Dęba (Długosiewicz J., Zająć S., Wysocka-Fijorek E.)

Učinak organskih tvari biljnog podrijetla na klijanje sjemeni i razvoj sadnica običnog bora *Pinus sylvestris* L. (Kwiatkowski D., Słowiński K., Knapk J.)

Procjena protočnosti turističkih ruta u Szczeliniec Wielki i Błdne Skały u Nacionalnom parku Stolne planine (Rogowski M.)

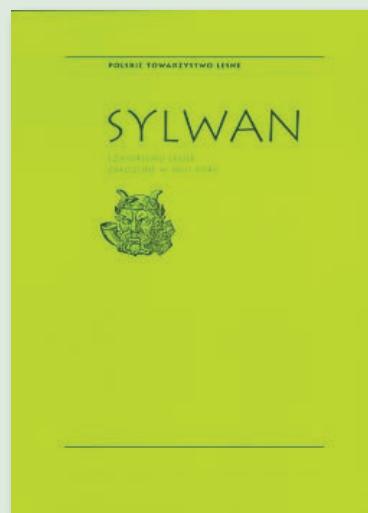
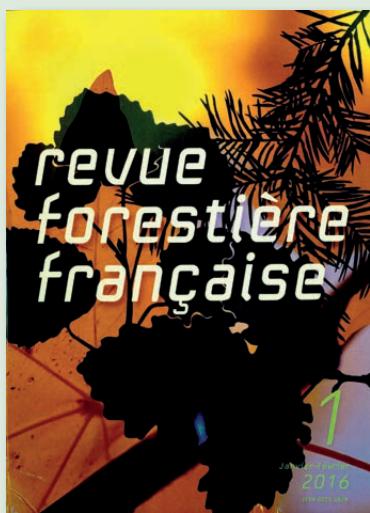
Upotreba kutija za gniježđenje u borovim sastojinama u Augustowskoj šumi (Zawadzki G., Zawadzki J., Zawadzka D., Sołtys A.)

Stabilnost prilagodbe potomstva bukve *Fagus sylvatica* L. nakon pet godina rasta (Jaźwiński J., Banach J., Skrzyszewska K., Strejczek-Jaźwińska P.)

KRATKE KOMUNIKACIJE

Upoznavanje potencijala društvenih medija u šumskom obrazovanju (Lewoń R., Pirożnikow E.)

Novi podaci o pojavi Coleoptera: Buprestidae u prašumi Białowieża (Gutowski J.M., Królik R., Ługowoj J., Sućko K., Sweeney J.)



REVUE FORESTIERE FRANÇAISE

RFF – Numéro 1 – 2019

POLITIKE I INSTITUCIJE

Obrazovanje iz šumskih znanosti i inženjerstva za razdoblje nakon 2025. (Meriem Fournier, Fabienne Maroille, Jean-Luc Peyron)

Šumarske znanosti i inženjerstvo - Nova diploma AgroParisTech-a od 2019. (Meriem Fournier, Bernard Jabiol)

BIOLOGIJA I EKOLOGIJA

Fruktifikacija bukve i hrastova u Francuskoj - uloga temperatura, polena i ravnoteže ugljika i odnos prema stobini (François Lebourgeois, Nicolas Delpierre, Eric Dufrene, Sébastien Macé, Luc Croisé, Manuel Nicolas)

AKTIVNOSTI, PROIZVODI I TRŽIŠTA

Prodaja drva javnih šuma u 2018. godini (Državni ured za šume)

Kalendar prodaje Nacionalnog odbora za šumarstvo za jesen 2019.

OKOLIŠ, KULTURA I DRUŠTVO

Hrastovi očima slikara (Jean Pinon)

SLOBODNO MIŠLJENJE

O članku "Certifikat višeg poljoprivrednog tehničara, mogućnost gospodarenja šumama: stanje i perspektive" (Max Bruciamacchie, François Chenot, Sylvestre Vernier)

SYLWAN 163 (9) – 2019

<https://sylwan.lasy.gov.pl/>

Struktura sortimenta po dobnim podrazredima u odabranim sustavima sječe u sastojinama običnog bora (Stanisław Parzych, Agnieszka Mandziuk, Emilia Wysocka-Fijorek)

Utjecaj predsjetvene pripreme žira i vrijeme sjetve na klijanje sjemena i rast sadnica hrasta lužnjaka (Kinga Skrzyszewska, Jacek Banach, Grzegorz Bownik)

Utjecaj prorede na rast i prirast sastojina škotskog bora - studija slučaja iz Kazlų Rūda (Litva) (Edgaras Linkevičius, Szymon Bijak, Kęstut Godvod, Edmundas Petruskas, Daiva Tiškute-Memgaudiene, Rasa Valiuikaitė, Arnoldas Šapokas, Rokas Šatinskas)

Šiške autohtonih vrsta hrasta kao potencijalna sirovina za tanin (Maciej Bilek, Katarzyna Kozłowska-Tyliingo, Michał Gostkowski, Paweł Staniszewski)

Radni uvjeti pokretnih strojeva za usitnjavanje drva u smislu inovativnih sustava upravljanja pogonom (Łukasz Warguła, Konrad J. Waluś, Piotr Krawiec)

Veličina naseljenosti i rasprostranjenost tetrijeba u Poljskoj u 21. stoljeću (Dorota Zawadzka, Zbigniew Żurek, Paweł Armatys, Przemysław Stachyra, Paweł Szewczyk, Michał Korga, Dorota Merta, Janusz Kobielski, Marek Kmiec, Barbara Pregler, Zbigniew Krzan, Zenon Rzońca, Grzegorz Zawadzki, Jerzy Zawadzki, Bartłomiej Sołtys, Jan Bielański, Jan Czaja, Ewa Flis-Martyniuk, Andrzej Weidiuk, Robert Rutkowski, Andrzej Krzywiński)

Klasifikacija krade drva i drvne građe kao jedan od oblika oštećenja šuma (Agata Ziolkowska, Justyna Trawińska, Weronika Baran)

SYLWAN 163 (8) – 2019

Procjena ekonomske učinkovitosti upravljanja šumama u promotivnom kompleksu „Puszcza Białowieska“. Dio 2. Analiza ekonomskih i finansijskih pokazatelja (Andrzej A. Konieczny, Adam T. Sikora)

Primjena modela rizika od vjetra za procjenu vjerojatnosti lokacije oštećenja šuma Regionalne uprave državnih šuma u Białystoku (Arkadiusz Bruchwald, Elżbieta Dmyterko)

Utvrđivanje podrijetla sjemena rihtalskog običnog bora (*Pinus sylvestris* L.) pomoću mikrosatelitskih markera (Błażej Wójkiewicz, Weronika B. Żukowska, Lech Urbaniak, Jan Kowalczyk, Monika Litkowiec, Andrzej Lewandowski)

Učinak prorjeđivanja na radijalni prirast hrasta u okrugu Międzyrzec (Weronika Sacewicz, Szymon Bijak)

Temperatura zraka na prostoru čiste sječe i na čistinama (Longina Chojnicka-Ożga, Wojciech Ożga, Tadeusz Andrzejczyk)

Šumske sastojine stečene iz Državnog fonda za zemljište – stanje i problemi u gospodarenju (Wojciech Kędziora, Michał Orzechowski, Roman Wójcik, Emilia Wrzosek, Tomasz Borecki)

Promjene u šumama regije Kłodzko u godinama 2001–2017 (Elżbieta Dmyterko, Arkadiusz Bruchwald)

Prirodna otpornost drva *Erythrophleum fordii* Oliv. i *Hopea pierrei* Hance na oštećenje od podzemnih termita (Adam Krajewski, Paweł Kozakiewicz, Piotr Witomski, Anna Oleksiewicz)

Koncentracija teških metala u donjim sedimentima rezervoara srednjih šuma (Mariusz Sojka, Tomasz Kałuża, Marcin Siepak, Paweł Strzelniński)

SYLWAN 163 (7) – 2019

Procjena ekonomski učinkovitosti upravljanja šumama u promotivnom kompleksu „Puszcza Białowieska“. Dio 1. Analiza aktivnosti i finansijskog rezultata (Andrzej A. Konieczny, Adam T. Sikora)

Mogućnosti i razina upotrebe Facebooka od strane državnih šuma (Natalia Smarul, Karol Tomczak, Anna Wierzbicka, Adrian Łukowski)

Upotreba elektroničkog nosa za otkrivanje isparljivih organskih spojeva proizvedenih u patogenim gljivama biljaka (Miłosz Tkaczyk, Sławomir Ślusarski, Iwona Skrzecz)

Rasprostranjenost zimovačkih pre-imaginativnih faza insekta *Acantholyda posticalis* Mats. u sastojinama običnog bora u središtu epidemije (Marek Ślawski, Tomasz Mokrzycki, Stanisław Perliński, Artur Rutkiewicz, Małgorzata Ślawska)

Modeliranje parametara stabla i sastojina pomoću modela mješovitih učinaka (Karol Bronisz)

Učinak pojave *Phellinus pini* (Brot.) Pilát na debljinski prirast *Pinus sylvestris* L. (Robert Tomusiak, Paweł Zarzyński)

Rezultat 35-godišnjeg pokusa provenijencije s običnim borom iz serije IUFRO 1982. na pokusima u Wyszkówu i Sękciniu (Jan Kowalczyk, Tomasz Wojda)

Šumskokulturna kvaliteta obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) nakon 20 godina pokusa provenijencije u šumskom okrugu Brzeziny (Henryk Szeligowski, Włodzimierz Buraczyk, Stanisław Drozdowski, Tadeusz Andrzejczyk, Mariusz Stępniarek, Michał Dzwonkowski)

Učinkovitost privlačenja drva na padinama (Dariusz Kulak, Arkadiusz Stańczykiewicz, Grzegorz Szewczyk, Łukasz Wala)

Sadržaj sterola u kori nakon sušenja drva na visokim temperaturama u konvekcijskim sušarama (Lidia Szwajkowska-Michałek, Tomasz Rogoziński, Kinga Stuper-Szablewska)

Napomena: Kako časopisi izlaze na različitim jezicima, često sa djelomičnim ili problematičnim prijevodima sažetaka ili sadržaja, moramo se ogradići od točnosti prijevoda naslova, pa ih dajemo samo orientacijski, da bi naši čitaljci bar otprilike mogli pratiti o čemu časopis piše. Zainteresiranim svakako preporučujemo korištenje originalnih materijala na webu časopisa. Relativno ažurne linkove na sve časopise možete pronaći na stranicama www.sumari.hr/biblio na linku ČASOPISI U RAZMJENI.

TERENSKI SEMINAR

POMLAĐIVANJE ŠUMA OPLODNIM SJEČAMA NA MALIM POVRŠINAMA

Akademik Igor Anić

Terenski seminar pod naslovom Pomlađivanje šuma oplodnim sjećama na malim površinama održan je 23. listopada 2019. u organizaciji Hrvatskog šumarskog društva, Hrvatskih šuma d.o.o. Zagreb, Uprave šuma podružnica Karlovac i Hrvatske komore inženjera šumarstva i drvene tehnologije.

Cilj seminara bio je prezentirati mogućnosti praktične primjene metoda pomlađivanja šuma oplodnim sjećama na malim površinama, s posebnim naglaskom na sastojine obične bukve, sastojine hrasta kitnjaka i sastojine hrasta lužnjaka.

Seminar je namijenjen šumarskim stručnjacima, specijalistima iz područja uzgajanja šuma i uređivanja šuma. Pozvani su rukovoditelji odjela za proizvodnju, rukovoditelji odjela za uređivanje šuma, stručni suradnici za uzgajanje šuma, taksatori i samostalni taksatori iz onih uprava šuma u kojima dominiraju regularne bukove šume.

U ime organizatora sudionike su pozdravili Oliver Vlainić, dipl. ing. šum., predsjednik Hrvatskog šumarskog društva, Krunoslav Jakupčić, dipl. ing. šum., predsjednik uprave Hrvatskih šuma d.o.o. Zagreb i Marin Svetić, dipl. ing. šum., voditelj Uprave šuma podružnica Karlovac. Voditelj stručnog programa seminara bio je akademik Igor Anić, sveučilišni profesor uzgajanja šuma na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

Seminar je održan na području Šumarije Vojnić, u Lovačkom domu Muljava. Nakon predavanja u dvorani Lovačkog doma krenulo se u terenski obilazak bukovih sastojina na području Šumarije Vojnić, Gospodarska jedinica Petrova gora – Petrovac. Analizirane su mogućnosti primjene oplodnih sjeća na malim površinama u odsjecima 33a, 33b i 98a. Stajališta na terenu je pripremio i prezentirao Ivica Barić, dipl. ing. šum., upravitelj Šumarije Vojnić.

Sudionici seminara dobili informacije o sljedećim pojmovima:

- mala i velika pomladna površina
- opće i specijalno pomladno razdoblje
- pomladna jezgra
- šumskouzgojni plan pomlađivanja na malim površinama
- modeli pomlađivanja sastojina na malim površinama

– primjena pomlađivanja na malim površinama u sastojinama obične bukve, sastojinama hrasta kitnjaka te u sastojinama hrasta lužnjaka

Sažetak predavanja akademika Igora Anića:

Pomlađivanje šuma u regularnom se gospodarenju obavlja oplodnim sjećama. S obzirom na veličinu pomladne površine, oplodne sječe mogu biti na velikim pomladnim površinama i na malim pomladnim površinama. U prvom slučaju pomlađivanje obuhvati cijelokupnu sastojinu dok u drugom slučaju pomlađivanje obuhvati manje dijelove sastojine.

Prve preporuke o potrebi pomlađivanja naših šuma oplodnim sjećama na malim površinama pojavljuju se 1990. godine, za šume parka prirode Medvednica. U članku pod naslovom "Smjernice gospodarenja šumama u Parku prirode Medvednica" sveučilišni profesori dr. sc. Slavko Matić i dr. sc. Šime Meštrović navode da "pomlađivanje ovih sastojina mora biti prirodno, pod zastorom krošanja starih stabala oplodnom ili postupičnom sjećom na malim površinama ili okruzima te prebornom sjećom grupimične strukture." Istodobno, preporučuju minimalne površine pomladni jezgri za početak pomlađivanja kod obične bukve 7 ari, a za hrast kitnjak 30 ari. Za taj prijedlog načina pomlađivanja odlučili su se, jer je postupičan i efikasan (koristi više uroda sjemena) te estetski prihvatljiv (značajno ne modificira pejzaž).

Male pomladne površine mogu biti u obliku pruga i u obliku krugova. O prugama govorimo kada je pomladna površina pravilnog oblika, najmanje dva puta dulja nego šira, pri čemu širina ne prelazi dvije sastojinske visine. Kod kružnih površina odnos širine i duljine pomladne površine je podjednak ili je pomladna površina eliptičnog oblika, najviše dva puta dulja nego šira.

Male pomladne površine odnose se na dio sastojine. One mogu imati površinu skupine (0,01 ha), male grupe (0,01 – 0,2 ha), srednje grupe (0,2 – 0,5 ha), velike grupe (0,5 – 1 ha), mogu obuhvaćati dijelove sastojine na površinama koje odgovaraju maloj sastojini (1 – 3 ha), srednje velikoj sastojini (3 – 5 ha) i velikoj sastojini (5 – 10 ha).



Zajednička fotografija sudionika seminara ispred Lovačkog doma Muljava (foto: O. Vlainić)

Pomladne (inicijalne, primarne) jezgre su lokaliteti u sastojini s kojih počinje pomlađivanje na malim površinama. To mogu biti lokaliteti za koje očekujemo da će se na njima pomladak najprije pojaviti (pripremljeno stanište, dobar

raspored i urod matičnih stabala), mjesto gdje se prirodnji pomladak već pojavio, a odgovaraju šumskouzgojnom planu, lokaliteti rijetkoga, prekinutog ili progaljenog sklopa, lokaliteti sa sušcima. Ako ih nema, pojava pomlad-



Rasprava na terenu (foto: O. Vlainić)

nih jezgri se može na željenim mjestima i na željenoj površini inicirati pripremnim sijekom.

U svakom slučaju, u prašumama priroda bira mjesto, vrijeme, gustoću, oblik i površinu pomladnih jezgri. U gospodarskim šumama, šumama posebne namjene i zaštitnim šumama mi biramo i/ili planiramo mjesto, vrijeme, gustoću, oblik i površinu pomladnih jezgri.

Minimalna površina pomladnih jezgri ovisi o odnosu vrste drveća prema svjetlu, broju jezgri po jedinici površine sastojine (gustoći), njihovu prostornom rasporedu, tempu proširivanja i željenoj strukturi buduće sastojine. Heliofilne vrste zahtijevaju veće pomladne jezgre ili veći broj manjih jezgri te brže oslobođanje od zasjene i brže proširivanje. Skiofilne vrste podnose manje pomladne jezgre i nešto sporije oslobođanje od zasjene i proširivanje jezgri.

Pomlađivanje na malim površinama u obliku malih, srednjih i velikih grupa za preporučiti je u šumama posebne namjene i zaštitnim šumama, jer se njime oblikuju strukturno raznolike sastojine koje će zadovoljiti općekorisne funkcije takvih šuma, posebice hidrološku, funkciju zaštite od erozije, estetsku, rekreacijsku i turističku funkciju. U slučajevima primjene kod malih šumoposjednika takav način pomlađivanja omogućuje koncentraciju zahvata, olakšava planiranje prihoda i smanjuje troškove njege.

Pomlađivanje oplodnim sječama na malim površinama u velikim kompleksima gospodarskih šuma također je moguće i poželjno. Tu se uspješno pokazalo pomlađivanje na malim površinama koje se prostiru na razini male (1 – 3 ha) i srednje (3 – 5 ha) sastojine. U kompleksima nizinskih šuma hrasta lužnjaka također je poželjno i moguće smanjiti pomladne površine.

Oplodnim sječama na malim površinama mogu se oblikovati jednodobne i raznодobne sastojine, ovisno o trajanju općeg pomladnog razdoblja. U slučajevima pomlađivanja u obliku velikih grupa te malih i srednjih sastojina mogu se oblikovati nove jednodobne sastojine, jer je lakše održati brži tempo pomlađivanja i dovršiti ga u okvirima općeg

pomladnog razdoblja čije je trajanje kraće od širine dobnog razreda. U slučajevima pomlađivanja u malim i srednjim grupama lakše je oblikovati raznодobne sastojine jer je tempo pomlađivanja sporiji, opće pomladno razdoblje je najčešće dulje od širine dobnog razreda, a novu sastojinu tvori mozaik skupina i grupa različitih razvojnih stadija.

U usporedbi s klasičnim regularnim gospodarenjem na velikim površinama, gospodarenje na malim površinama je prirodi bliskiji i intenzivniji način gospodarenja koji traži izradbu šumskouzgojnog plana sa skicom pomladnih jezgri i smjerovima njihova proširivanja. Uzgojni radovi se izvode istodobno, ali na različitim dijelovima pomladne površine. Olakšano je izvođenje i kontrola radova, a omogućuje dugoročno i kontinuirano planiranje glavnog prihoda. Takođe način rada po svim značajkama spada u regularno gospodarenje. Dob pojedinih dijelova sastojine i njihov razvojni stadij se zna.

Za više informacija o ovoj temi čitatelji se upućuju na sljedeću literaturu:

Anić, I., S. Mikac, 2013: Prirodna obnova park-šuma grada Zagreba. Zbornik radova međunarodnog znanstvenog skupa Zelenilo grada Zagreba, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, 178 – 183.

Anić, I., S. Mikac, 2011: Prirodno pomlađivanje sastojina obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) oplodnim sječama na malim površinama. Croatian journal of forest engineering 32(1): 19 – 29.

Anić, I., M. Oršanić, 2009: Prirodno pomlađivanje hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) na malim površinama. U: S. Matić, I. Anić (ur.), Zbornik radova sa znanstvenog skupa Šume hrasta lužnjaka u promjenjenim stanišnim i gospodarskim uvjetima, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, 39 – 53.

Meštrović, Š., S. Matić, 1990: Smjernice gospodarenja šumama u parku prirode Medvednica. Zbornik radova Znanstveni savjet za promet JAZU, Zagreb, 63 – 66.

XXV SVJETSKI IUFRO KONGRES, CURITIBA – BRAZIL

Prof. dr. sc. Dalibor Ballian

Krajem rujana i početkom listopada 2019. godine, Latinska Amerika je po prvi puta bila domaćin Svjetskog kongresa IUFRO-a (Međunarodne unije organizacija za istraživanje

šuma). Za ovu prigodu odabran je grad u južnom dijelu Brazila, Curitiba, odnosno glavni grad njihove pokrajine Parana. Kongres je organiziran uz suradnju sa Brazilskom



službom za šume (SFB) i poduzećem EMBRAPA. Kao i raniji kongresi i ovaj je okupio brojne znanstvenike iz oblasti šumarstva, koji su stigli sa svih kontinenta, a bilo ih je oko tri tisuće. Oni su tijekom sedmodnevnog kongresa raspravljali o raznim segmentima vezanim za istraživanje šuma. Uz predavanja koja su plijenila pozornost brojnih sudionika, ovaj kongres, kao i oni raniji, bio je izvrsna prilika za razmjenu iskustava i znanja o tehnološkim inovacijama u

šumarstvu, kao i za upoznavanje s najnovijim rezultatima istraživanja te trendovima šumarstva u budućnosti, kao i šumskih istraživanja u svim područjima svijeta.

Na ovome kongresu dano je važno mjesto i mladim istraživačima, studentima koji su prvi puta bili sudionici jednog ovako velikog skupa, a sve kroz suradnju IUFRO-a i brojnih instituta i šumarskih fakulteta u svijetu. Poseban naglasak stavljen je na volonterski rad, a potenciralo se i na boljem odnosu prema ženskom dijelu populacije koji je angažiran u šumarskom sektoru.

Uglavnom, sve aktivnosti koje su se provodile tijekom kongresa mogu se grupirati u sljedeće skupine: plenarna zasjedanja, s istaknutim govornicima; tehničke sesije, s tematskim raspravama, predavanjima i prezentacijama; sesije postera u kojima se objavljaju brojna istraživanja koja se provode širom svijeta; terenske ekskurzije koje uključuju posjete raznim mjestima od interesa za šumarstvo; te na kraju i društvena događanja koja su poslužila brojnim poduzećima i izdavačkim kućama da prezentiraju vlastita dostignuća. Takoder je IUFRO osigurao kroz svoje aktivnosti da brojni znanstvenici iz zemalja u razvoju sudjeluju na tečajevima prije i poslije kongresa. Tu je još bila i foto

DEKLARACIJA

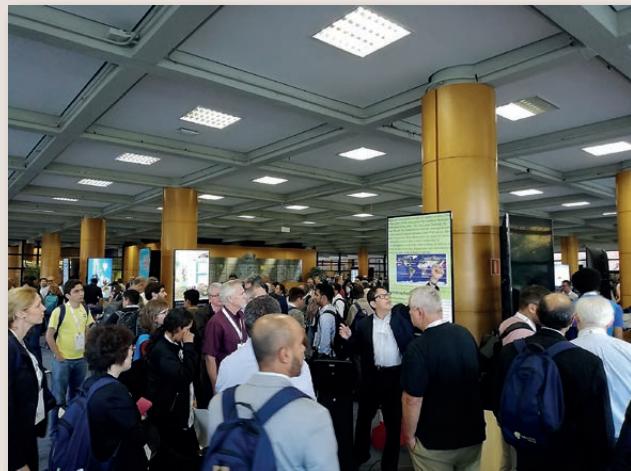
Na XXV svjetskom kongresu IUFRO-a postojalo je zajedničko razumijevanje problema, te o značajnoj ulozi koju šume, drveća i šumskih proizvodi igraju važnu ulogu za budućnost planete. Znanstvenici koji su sudjelovali uzašto su izrazili svoju snažnu opredijeljenost za jačanje napora i suradnje podržavajući UN-ovu Agendu o globalnom razvoju 2030., kao i 17 njenih ciljeva održivog razvoja, tu je još i Pariški sporazum o klimi, kao i Aichi ciljevi biološke raznolikosti koji povezuju brojne međunarodne aktivnosti.

Da bi šumarska znanost dobila snažniji glas i osigurala da se doprinos šumarske znanosti u prevladavanju ozbiljnih prijetnji šumama poput klimatskih promjena bolje čuje, izrađena je sljedeća deklaracija, te je ponuđena na potpis sudionicima kongresa. Ipak mnogi su odbili da stave svoj potpis na nju, jer je politika utjecala na njenu izradu, a što se može vidjeti iz onoga što slijedi. Tako je kod najbitnijih dijelova izostavljena šuma, a ona nas okuplja na ovom kongresu.

Ipak deklaracija XXV svjetskog IUFRO-a kongresa pruža jedinstvenu priliku za razmjenu znanja utemeljenih na dobivenim rezultatima iz različitih šumarskih disciplina, sa svih kontinenata, tretira raspravu o stanju šuma, izazovima i posljedicama kao i mogućim rješenjima za nastale probleme. Kao rezultat toga, prepoznata su najvažnija pitanja, te se zalažemo za znanje o šumama koje pruža globalna IUFRO mreža, kako bi se što bolje mobilizirala šumska znanost za održivu budućnost. Iz toga proizilazi sljedeće:

- Obvezujemo se ubrzati vlastite napore na pružanju znanja i praktičnih rješenja;
- Poticati dobro gospodarenje zemljишtem, vodom i divljih životinja; (*izostavljena je šuma!*)
- Raditi na sprječavanju krčenja šuma i obnovi oštećenih krajobrazova;
- Opskrba drvnim proizvodima koji imaju manju razinu ugljika od alternativnih;
- Omogućiti šumi ispunjavanje psihofizičkih i duhovnih potreba čovjeka.

Također je kongres uputio pozive svjetskoj mladeži da „slušaju znanstvenike“ i prepoznaju potrebu da znanstvena zajednica govori na nove načine kako bi istaknula temeljnju ulogu koju znanost i tehnologija moraju igrati u pronaalaženju učinkovitih, ekonomski održivih rješenja. (*izostavljena je šuma!*)



izložba pod nazivom "Žene u šumi" koja se pokazala vrlo interesantnom.

Sam kongres bio je i veliki organizacijski poduhvat, što je vidljivo iz broja prijavljenih i prihvaćenih sažetaka koji su dostavljeni organizacijskom komitetu, a bilo ih je oko 4000. Svi ti sažetci su kasnije sistematizirani prema sadržaju i podijeljeni u 187 sesija koje su vodili pojedini znanstvenici sa svih kontinenata. Svi sažeci bili su recenzirani i razmotreni na nekim od 287 sastanaka znanstvenog vijeća i sa više od 7000 pregleda sažetaka. Ovdje je važno naglasiti da je prema kazivanjima sudionika IUFRA kvaliteta dostavljenih sažetaka bila iznimno dobra.

Svi dostavljeni sažeci pokrivali su teme koje je dao organizacijski odbor Kongresa, a tiču se ekoloških, društvenih i proizvodnih segmenta i predstavljaju sve skupine koje je definirao IUFRO-a. Tako možemo reći da su sve divizije IUFRA bile ravnomjerno zastupljene, s time da je uzgoj

šuma i modeliranje sa upravljanjem šumama te teme iz okolišnih problema dominirale sa preko 600 prijavljenih sažetaka u svakoj tematiki.

Pri analizi zemalja iz kojih je bilo najviše prijavljenih tema, došlo se do saznanja da je to domaćin, Brazil, a slijede SAD, Indija, Nigerija, Kina, Njemačka i Kolumbija. Na kongresu su sudjelovali predstavnici 122 zemlje, s ukupno oko 2500 sudionika. Među ovim zemljama bili su i regionalni predstavnici iz jugoistočne Europe.

Interesantno je da smo bili u prilici da na ovome kongresu prvi put imamo elektronske posterske prezentacije. Kako se pokazala vrlo uspješnom, iako prvi dan nije sve funkcionalo kako treba, ipak se za brojne sudionike pokazala izvrsnom.

Na kraju kongresa doneseni su i zaključci u obliku deklaracije.

ŠUMSKA PEDAGOGIJA – ŠKOLA U/O ŠUMI

Branko Meštrić, dipl. ing. šum.

Kada se u Hrvatskoj otvori priča o šumskoj pedagogiji neminovno ona počne i završi na inicijativi Škola u šumi / šuma u školi i nekolicini entuzijasta koji u sklopu svog redovitog posla imaju volje, a potom i ustrajnosti da takve inicijative provode.

Nedavna skoro usputna posjeta Hrvatskog šumarskog društva Austriji, preciznije Bečkoj šumi (Wienerwald) donijela nam je neke informacije koje bi bilo korisno podijeliti sa širom šumarskom populacijom. Sastanak se dogodio na vidikovcu u Bečkoj šumi pored poznatog Jubiläums Warte, tridesetmetarskog tornja koji na ovom proplanku stoji od 1899. godine. Vidik sa vrha tornja na Beč i okolicu zaista je jedinstven, ali za ovu priču od veće je važnosti građevina u podnožju - Winer Waldschule ili Bečka šumska škola. Nismo je mogli obići, jer smo prispjeli ovamo u neradni dan, ali, kao i do sada često u Beču, od velike nam je pomoći bio g. Vladimir Čamba, koji je u ime Ministarstvu održivog razvoja i turizma (BMNT) pripremio korisne materijale na osnovi kojih i pripremamo ovaj tekst. Ppogleđajmo kako se šumska pedagogija prakticira u jednom organiziranom okružju.

Cilj koji si je Ministarstvo za održivi razvoj i turizam zadalo, a skoro i postiglo, je da „svako školsko dijete jednom u svojem školovanju dođe u šumu“. Godišnje se organizira oko 6.000 financiranih odlazaka u šumu za djecu. Programi se financiraju iz sredstava EU (ruralni razvoj), a ciljane skupine su dječji vrtići i škole, centri za djecu s teškoćama, studenti pedagogije... Te naknade za šumske pedagoge i pedagoginje omogućavaju školskoj i vrtičkoj djeci povoljnije cijene za sudjelovanje, koje su u tom slučaju znatno snižene.



Osim toga, nude se i odlasci u šumu za djecu a koji nisu finansirani iz EU sredstava.

Još važnija je postavka da djecu u šumu vode isključivo CERTIFICIRANI šumske pedagozi, a u proteklih petnaest godina u Austriji su uspjeli uspostaviti jedinstveno certificirano obrazovanje. Šumske pedagoze su dobro obrazovani i izvrsno rade. Trenutno u Austriji postoji 1.000 aktivnih šumskih pedagoga i pedagoginja, a najveći problem koji navode - da ih je premalo!

Obrazovanje za šumske pedagoge je regulirano Smjernicama za certificiranje pri Ministarstvu održivog razvoja i turizma (BMNT) te se nudi u šumarskim obrazovnim institucijama. Pritom je obrazovanje podijeljeno na module, a potrebno je i ispunjavati određene pretpostavke za upis. Osobe bez prethodnog znanja o šumarstvu (ispod razine majstora-šumara) mogu pristupiti obrazovanju tek kad prođu obuku i polože ispit iz tzv. Modula F (Šumarstvo za osobe bez poznavanja šumarstva) u trajanju od 80 nastavnih sati i kad prođu provjeru u šumi. Između modula A i modula B potrebno je još izvesti najmanje 3 poludnevna vođenja grupe kroz šumu. Obrazovanje se završava certifikatom šumske pedagogije.

Obratimo pozornost da šumske pedagoze mogu biti i osobe bez znanja o šumarstvu (odnosno, kako oni to kažu, ispod razine majstora-šumara, kod nas vjerojatno razina šumskih tehničara). Prema riječima domaćina, znatan je interes nešumara raznih profila - od odgajatelja u dječjim vrtićima, učitelja pa do kreativnih trenera, socijalnih pedagoga... koji žele svoje kompetencije nadopuniti i poznavanjem šumske pedagogije. Iako moraju završiti za mnoge nimalo jednostavan tečaj od 80 sati šumarstva za nešumare i položiti odgovarajući ispit. Tako se šumarsko znanje i razumevanje šume prenosi i na širi krug osoba.

Brigu o sustavu šumske pedagogije za cijelu zemlju vodi Ministarstvu održivog razvoja i turizma (BMNT), koje je razradilo Smjernice za certificiranje šumskih pedagoga i u kojemu jedna osoba profesionalno radi na ovom programu.

Šumska pedagogija je važan dio šumarskog javnog djelovanja u Austriji. Važno je doživjeti prirodu svim osjetilima/čulima. Šuma je lijepa i fascinantna u svaku dobu godine i samo šuma omogućuje da se u lijepom okolišu, najčešće kroz igru, prenose sasvim ozbiljna znanja i informacije o šumi i šumarskoj djelatnosti, biološkoj

Struktura tečaja za certificirane šumske pedagoge

Prema smjernici BMLFUW-LE.3.2.1 / 0047-III / 2/2018. primjenjuje se na osobe BEZ osnovne šumarske obuke slijedeći postupak. Prije modula A preporučuje se kompletiranje modula F.

Osobe s osnovnom obukom u šumarstvu (vidjeti smjernice str. 6. i str. 7) ne trebaju modul F i šumarski ispit.

[UE ... školski sat à 50 min]

Modul F 80 UE
1. dio + 2. dio
u dva tjedna

Modul A 40 UE
4 dana

**provjera u šumi
nakon tri mjeseca,**
(ispitivati pola dana)

**tri dokumentirana
vođenja šumom,**
(tri poludana u trajanju
min. 180 min svaki)

Uvjeti za pristup modulima B i C:
Modul F plus provjera u šumi plus modul A plus tri dokumentirana vođenja šumom

Modul B 20 UE
2 dana

**Modul C 20
UE 2 dana**

CERTIFIKAT

Certificirani šumske pedagozi / pedagoginje, vrijedi 5 godina

najmanje modul D (8 UE)
plus još jedan trening (8UE)

jedan šumskopedagoški trening, 4 UE

RECERTIFICIRANJE

Certificirani šumske pedagozi / pedagoginje, vrijedi slijedećih 5 godina

Katharina Bancalari

različitosti, nužnosti obnove šuma i ostalih aktivnosti. Šumska pedagogija je odgoj za okoliš i usko je vezana uz šumu (ekološko obrazovanje).

Austrijski šumari su svjesni i određenih manjkavosti. Iako se govori o 1000 aktivnih šumskih pedagoga, definitivno ih je premalo - potražnja u nekim krajevima nadmašuje ponudu. Šumska pedagogija će i u buduće biti i ostati važna tema. I dalje ćemo trebati dobro obrazovano osoblje /certificirane šumske pedagoge i pedagoginje. Potrebno je još više pridobiti šumarsku struku za aktivnosti šumarske pedagogije. Nužna je bolja motivacija šumarskih stručnjaka za ponudu vođenja, olakšati ponovno uključivanje - recertifikaciju. Također je potrebno šumsku pedagogiju ponu-

diti kao izborni predmet na šumarskim školama i kao predmet na školama za lugare.

Zaključno, šumska pedagogija stvara pozitivan imidž za šumarstvo, bez obzira na svu „ekološku romantiku“ kojoj je društvo izloženo. Ugled šumarstva, kao ekološke djelatnosti i drva kao obnovljive sirovine i energenta, potrebno je pozitivno etabrirati. Senzibiliziranje stanovništva za uporabu drva; upućivanje na raznolikost vrsta; potreba za postojanjem šumarstva; pozitivna okolišna uloga šuma. Na kraju, ne treba zanemariti ni tržišni potencijal za šumarska poduzeća: razvoj šumskih dječjih vrtića, doživljajnih kampova, kulturnih manifestacija i još puno toga otvara dodatne mogućnosti šumarskoj djelatnosti.

Danka Jelen (1954. – 2019.)

Mirko Crnčević



OPROSTILI SMO SE OD DANKE JELEN, ŽENE KOJA JE IMALA VIZIJU POVEZIVANJA ŠUMARSTVA I TURIZMA!

U prvoj polovini rujna nakon kratke i teške bolesti preminula je Danka Jelen (1954. - 2019.), bivša upraviteljica Šumarije Hvar. Bila je to žena koja je, tako da kažemo, cijeli svoj život posvetila šumama, pa su se od nje na dan pogreba na splitskom Lovrincu s velikom tugom, uz rodbinu i brojne prijatelje, oprostile i kolege iz "Hrvatskih šuma" - UŠP Split.

Danka je osnovnu školu završila u Splitu, Srednju šumarsku školu u Kaštelima, a Fakultet šumarstva u Sarajevu. Od početka je radila u struci, najprije u Bugojnu, ali se početkom Domovinskog rata s obitelji vraća u rodni Split. U Šumariji Hvar se 1994. zapošljava kao revirnica, ali već nakon mjesec dana naslijeduje upravitelja koji odlazi u mirovinu.

Najveći dio svoga radnog vijeka provela je na središnjem dijelu škoja, u Jelsi, i to od 1998. pa do 27. ožujka 2019. kada je umirovljena. Stanovnici Otoka sunca pamte je kao izuzetno dragu i toplu osobu, koja se posebice isticala po svojoj stručnosti i predanosti poslu s kojim se bavila. Pa iako je zapravo bila sićušna žena, bila je velika duhom, poštjenjem i pravednošću. Značila je za uzornu majku i suprugu, koja je svu sebe davala svojoj obitelji – pok. suprugu Vjekoslavu – Braci te svojoj djeci, Leopoldu i Mateu.

Ako bismo tražili dobar primjer cjeloživotnog obrazovanja u njezinoj životnoj sredini našli bi ga baš u Danki. Pred sam kraj svoje karijere napisala je doktorski rad na temu vegetacije otoka Hvara. Bolest i smrt su je nažalost onemo-

gućili da ga i obrani, ali želimo vjerovati da će i to njezino djelo biti od koristi ljudima koji nastavljaju raditi u šumarskoj struci.

Iza Danke je ostalo čak 25 godina vođenja Šumarije Hvar, koja gospodari s 5.950 hektara državnih šuma. Upravo je ona 1994. sudjelovala u izradi, a zatim i provođenju prvog programa gospodarenja hvarske šumama. Ponajprije dala je golemi doprinos protupožarnoj zaštiti otoka Hvara i probijanju šumskih putova, sanaciji i pošumljavanju opožarenih površina, čišćenju i zaštiti šuma od nametnika.

Sve je to ostvarila unatoč skromnim materijalnim uvjetima, pa i ljudskim resursima (op. a. samo sedam zaposlenika). Imala je viziju povezivanja šumarstva i turizma, što je zapravo predominantna gospodarska grana na našem najsunčanijem škoju, a jedino je takvim smislenim pristupom i dobrom komunikacijom s ljudima, lokalnom vlašću, institucijama, pa i medijima mogla održavati ugled struke na čijem je bila čelu.

- Za urbano šumarstvo na otoku Hvaru postoji velik potencijal. Veliki šumski kompleksi nalaze se u blizini turističkih naselja i gradova, pa bi bilo dobro iskoristiti ih u turističke svrhe i urediti za potrebe turizma. Bilo bi to na obostranu korist, jer bi turistički djelatnici imali uređene površine za rekreativnu i turističku aktivnost, dok bi šumari na taj način širili ugled struke po Hrvatskoj i svijetu – jedna je od njezinih misli koju je zabilježio kolega Goran Vincenc u časopisu za popularizaciju šumarstva "Hrvatskih šuma", br. 263/XI. 2018., ni ne sluteći da ćemo se od dobre duše hvarske šume oprostiti niti godinu dana nakon toga.

ANKA GLAVINA KOVACIĆ prof. (1925. – 2019.)

Porin Schreiber, dipl. ing. šum.



*“Draga moja napačena hrvatska grudo,
voljela sam Te više od života”*

(Anka Glavina Kovačić)

Anka Glavina Kovačić napustila je ovaj svijet 10. veljače 2019. godine. Jedna je iz niza nastavničkog osoblja Srednje šumarske škole za krš u Splitu, prva u osnivanju i postojanju škole kroz osamnaest naraštaja učenika s gotovo 800 polaznika, ali i posljednja nastavnica hrvatskog, francuskog te ruskog jezika. Do tog dana bila je i posljednja živuća nastavnica i profesorica te škole. Nakon teških i iscrpljujućih posljednjih dana, Anka velika vjernica i veliki domoljub, napustila je ovaj svijet upravo za vrijeme svečanog slavlja sv. Mise u Krašiću, na obljetnicu smrti preuzvišenog blaženika i mučenika nadbiskupa Alojzija Stepinca.

Profesorica Anka Glavina Kovačić potječe iz skromne, katoličke, radišne i samozatajne obitelji iz Klisa, od majke Jele i oca Šimuna Glavine. Otac obrtnik preselivši se u Split otvara obrt izdržavajući brojnu obitelj i suprugu te pet kćeri. Svojim dobrim i vrijednim kćerima omogućio je osnovno i gimnazialno školovanje, ali i odabrani studij.

Veliku maturu Anka je položila u gimnaziji u Splitu, u proljeće 1944. godine u vrijeme NDH. Neposredno nakon uspostave nove vlasti, dohvaća je nevolja, jer joj je nova vlast poništila položenu maturalnu diplomu pa je morala ponoviti cijelu posljednju gimnazialnu godinu te ponovno polagati maturu. U jesen 1945. godine upisuje Višu pedagošku školu u Splitu te studira tada hrvatsko – srpski jezik i ruski, a na drugoj katedri francuski jezik. Velik interes za književnost, kazalište i glumu uspjela je još za vrijeme studija ostvariti radom u Kazalištu lutaka Split. Dovršetkom studija osniva obitelj s poznatim splitskim odvjetnikom Dujem Kovačićem.

Godine 1948. nakon što je dvije godine ranije u Drnišu osnovana Kraška šumarska škola, iz više razloga premješta se ista u Split u Spinut, podno sjevernih padina šume Marjan, pod nazivom Srednja šumarska škola za krš Split. Nastavni predmeti obrazovanja usklađeni su sa svim sred-

njim školama u Splitu, a stručni prema zahtjevima šumarske struke. Na raspisani natječaj prijavila se mlada nastavnica Anka Glavina Kovačić i primljena je kao nastavnica iz predmeta hrvatsko-srpski jezik, a kao strani ruski jezik. Nakon kratkog vremena u nastavnom radu, pristiže prijava školi da je nastavnica Glavina Kovačić bila ranije član klerofašističke organizacije “Knez Domagoj” te nije podobna predavati u obrazovnoj ustanovi. Prijava je upućena od supruge tada visoko pozicioniranog oficira JNA, s optužbom da je u mladosti bila članica te Udruge. Međutim ta Udruga nije bila osnovana u NDH, već u državi SHS a djeluje kao kulturna i domoljubna udruga katoličke mlađeži. Na sastanku nastavnika i uspostavljene komisije, razmatrana je prijava u nazočnosti nastavnice Glavine Kovačić koja na postavljeni upit glede inkriminirane objede, odgovorila je: “Jesam bila sam i ponosim se time, ako ima išta pošteno u meni, to zahvaljujem onima koji su me odgajali!” Komisijsko vijeće odbacuje podlu optužbu spoznajom da je to zapravo bila namjera zaposliti podobnu osobu u tadašnjem državnom sustavu. Predavanja iz ruskog jezika ubrzo su dokinuta 1951. godine zbog političkih zbivanja u državi i odnosima sa SSSR-om. Kako je nastavnica Glavina Kovačić diplomirala i francuski jezik, nastavila je svoju nastavnici zadaću uvodenjem tog jezika u redovitu školsku satnicu. Predavala je i učila nas i hrvatskom jeziku i bogatoj hrvatskoj književnosti. Unijela je u obrazovanju hrvatski izričaj učenicima pridošlih iz različitih krajeva i sredina, vjere i svjetonazora u bivšoj državi Jugoslaviji, ne zanemarujući upoznavati ih s vrednotama regionalne, ali i svjetske književne riječi. Ukazivala je na veličinu i značaj onih književnika i pisaca o kojima se u književnom obzoru tog i takovog političkog okružja i vremena moralno dugo šutjeti. Nama po struci najbliži su hrvatski književnici Josip Kozarac i Slavko Kolar, a nepočudan sustav bio je i Anton Gustav Matoš pa i drugi. Približila nam je Matoš, ali i pomogla da uz njega razumijemo Ujevića i Krležu. Bila je dugogodišnja voditeljica dramske grupe iz koje su krenuli na daske koje život znače, poznati, priznati i popularni glumci, a učenici te škole: Ivica Vidović, Đuro Utješanović,

Miro Kraljev nekad glumac, a kasnije kipar naivac Đorđe Krećo, zatim pjesnici Veseljko Vidović te Nenad Kuščević, kojemu je petnaestak dana prije nego nas je napustila recenzirala knjige pjesama. Još za vrijeme školovanja učenici s glumačkim talentom uz njenu edukaciju i poticaj prihvatali su se i složenijih dramskih tekstova uz potporu prvaka Hrvatskog narodnog kazališta u Splitu, tada Bogdana Buđana, Slavka Štetića i filmskog redatelja Mate Bogdanovića. Uz trud i pomoć svoje nastavnice zapaženo nastupaju na gradskim smotrama i susretima mlađih glumaca-amatera, među inima i složenim scenskim djelom "Pobuna na brodu Caine" (W.Wouk). Cjelokupnim svojim radom i osobnim marom zalagala se kako bi učenici iz različitih sredina i svjetonazora, školujući se u gradu bogatog kulturnog i povijesnog nasljeđa, stekli šиру opću kulturu i moralni dignitet te se uz stručnu naobrazbu, slobodno i sigurno uputili u život i svijet osobne egzistencije.

Tijekom nastavničkog rada, posebice početkom šezdesetih godina prošloga stoljeća, kretanjima u politici školskog obrazovanja, osjećajući da ništa nije trajno, jer : "Stalna na tom svijetu samo mijena jest!", polaze diferencijalne pedagoške ispite, stječući diplomu profesorice. Dokinućem Srednje šumarske škole za krš Split i mature posljednjeg naraštaja učenika u lipnju 1964. godine, ostaje bez zapošljena, ali se zahvaljujući stečenoj profesuri uspijeva zapošliti u Osnovnoj školi "Bol" u Splitu, gdje je i voditeljica školske knjižnice. Okuplja učenike organizirajući literarno-recitatorske grupe te biva aktivno uključena u mnoga kulturna zbivanja u gradu. Baš iz te škole na njezin poticaj studiraju i postaju glumcima: Jasna Jukić, Snježana Sinović Šiškov, Jolanda Tudor, Robert Kurbaša i kazališni redatelj Goran Golovko. Utemeljenjem Tribine mlađih uz njen trud osniva se i "Splitska škola govorenja". Bila je osnivačica i voditeljica "Scene mlađih" Narodnog svučilišta Split

s posebnim zadovoljstvom. Prvog listopada 1999. godine sudjeluje u svečanom programu održavanja 50 godina ute-meljenja Srednje šumarske škole za krš u Splitu. Tijekom mirovine ne miruje, već i dalje sudjeluje i surađuje nesebično s mlađeži koju je organizirala u kulturnim zajednicama. U poznim godinama kada joj zbog zdravlja nije omogućen izlazak iz kuće, pričinjavaju joj veliko zadovoljstvo upravo posjeti te iste mlađeži. Nije propuštalа praćenje karijera svojih bivših učenika, jer je većinu metaforički držala svojom djecom. Svaki moj povremeni doticaj s profesoricom bio je doživljaj, posebice u domoljubnom razgovoru rodne joj domovine Hrvatske.

Ostaje mi nezaboravno sjećanje na svečanoj proslavi 50 godina od osnivanja Srednje šumarske škole za krš Split, a prilikom podsjećanja na pedesetak nastavnika i profesora koji su prošli kroz zbornicu škole, na spomen samozatajnje prof. Anke Glavine Kovačić. Razdragano i oduševljeno diglo se na noge preko stotinu nazočnih u velikom amfiteatru škole i višeminutnim iskrenim i gromkim pljeskom pozdravilo je i izkazalo joj zahvalnost. Tom činu među inima, nazočili su i njeni bivši učenici, a tada profesori Šumarskog fakulteta u Zagrebu Šime Meštrović, Ante Tomašević i Jandro Vranković.

U velikoj dvorani splitskog groblja Lovrinac ispunjenoj brojnim štovateljima profesorice, bivših učenika, nekadašnjih grupa i članova kulturne scene mlađih, danas glumaca i pjesnika, u tužnom trenutku rastanka, izrazio sam u svoje ime i u ime Hrvatskoga šumarskoga društva Ogranak Dalmacija, zahvalnost i iskrenu sućut njenoj obitelji i štovateljima preminule profesorice, sa zamolbom Gospodinu da joj udijeli zaslужeni vječni mir. Nakon tužnog ispraćaja, biranim i toplim riječima zahvalnosti u ime bivših učenika i u svoje osobno, oprostio se od mile profesorice i bivši joj učenik, naš kolega Nenad Kuščević.

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 obiljetnicama, 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 obrojati.

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

Priloge opisati dvojezično (naslove priloga, glave tablica, mjerne jedinice, nazine 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 magisterski radovi: Prezime, I., 2003: Naslov, Disertacija (Magisterij), Šumarski fakultet Zagreb. (I. = prvo slovo imena; str. = stranica)

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Forestry Journal publishes scientific and specialist articles from the fields of forestry, forestry-related scientific branches, nature protection and wildlife management. Every scientific and specialist article should strive to convert the author's ideas into forestry practice. Different sections of the journal publish articles dealing with a broad scope of topics, such as forest nature protection, anniversaries, scientific and professional gatherings, books and magazines, activities of the Croatian Forestry Association, meetings and conclusions of the Managing Board, annual and extraordinary meetings, announcements on the branches of the Association, etc.

All articles submitted to the Editorial Board for publication must be written in Croatian, and scientific and specialist articles must be written in Croatian and English. Titles and subheadings must be translated into English or Croatian.

Documents must be prepared in standard A4 format, all margins should be 2.5 cm, and spacing should be 1,5. The font should be 12-point Times New Roman (notes – footnotes 10). The text itself should be in normal type, the titles in bold and capital letters, the subheadings in bold and small letters, and the authors in bold and small letters without titles. Footnotes should contain the name of the author together with titles, address and electronic address (e-mail). The pages must be numbered.

A manuscript with all its components, including tables, graphs, figures (drawings and photographs) and maps, should not exceed 15 pages. Manuscripts exceeding 15 pages must be approved for publication by editors and reviewers. The attached drawings, photographs and maps should be in high resolution.

All paper components should be in two languages (titles of components, table headings, units of measure, graph axes, figures, maps, photographs, legends and others) and the font should be 10-point Times New Roman (8-point size if necessary). The second language must be in italics. Places in the text where the components should be entered must be marked.

Manuscripts of scientific and specialist papers, written according to the above instructions and submitted to the Editorial Board of Forestry Journal, must contain an abstract in English (or in Croatian if the article is written in English). The abstract should allow easy indexation and abstraction and must contain all the key parts of the article: a part of the introduction, description of research topic, method of work, research results, and the essentials from the discussion and conclusions. The summary must give an indication of bilingual components – tables, graphs and figures (drawings and photographs) from the article.

Rules for reference lists:

Journal article: Last name, F., F. Last name, 2005: Title of the article, Journal abbreviated title, Volume number: p.–p., City of publication

Conference proceedings: Last name, F., F. Last name, 2005: Title of the article, In: M. Davies (ed), Title of the conference, Publisher, p.–p., City of publication

Book article: Last name, F., 2005: Title of the article or chapter, Title of the book, Publisher, p.–p. City of publication

Book: Last name, F., 2005: Title of the book, Publisher, xxxx p., City of publication

Dissertations and master's theses: Last name, F., 2003: Title, Dissertation (Master's thesis), Faculty of Forestry, Zagreb) (F. = Initial of the first name; p. = page)



Slika 1. Kora je glatka, tanka, sivkastosmeđa. ■ Figure 1. The bark is smooth, thin, grey-brown.



Slika 2. Albicija je ukrasno drveće koje cvjeta od lipnja do kolovoza. ■ Figure 2. Silk-tree is an ornamental tree flowering in June to August.



Slika 3. Mahune su 8–12 cm dugačke, žućkastosmeđe, gole, vise, dugo ostaju na stablu, ne otvaraju se; sadrže 8–12 sjemenki, čiji se obriši vide. ■ Figure 3. Legumes are 8–12 cm long, yellowish-brown, glabrous, 8–12-seeded, depressed between seeds, pendulous, long persistent, indehiscent.



Slika 4. 'Summer Chocolate': mladi listovi su u proljeće zeleni, ubrzo mijenjaju boju u tamnocrvenu, a zatim su tamno crvenkastobrončani. ■ Figure 4. 'Summer Chocolate': leaves emerge green in spring, quickly change to dark red, ageing to dark reddish-bronze.

***Albizia julibrissin* Durazz. – albicija, svilenasta albicija, stolist (*Mimosaceae*)**

Albicija je 9–12 m visoko, brzorastuće listopadno drveće, raširene, kišobranaste krošnje. Autohtona je u subtropskom području Azije, od Irana do Japana. U Europu, odnosno Firencu, albiciju je iz Konstantinopola donio Filippo degli Albizzi 1749. godine. Albicija je lijepo ukrasno drveće često sađeno u mediteranskom području, uključujući Hrvatsku. U SAD-u je invazivna vrsta. Listovi su naizmjenični, 25–40 cm dugački, dvostruko parno perasto sastavljeni. Tijekom noći i kišnih dana liske se zatvaraju, ali ne reagiraju na dodir. Cvjetovi su dvospolni, entomofili, s brojnim, dugačkim, ružičastim prašnicima, a puno je cvjetova skupljeno u vršne, kuglaste, gустe glavice. Albicija je heliofilna vrsta, ima sposobnost fiksacije dušika, a tolerantna je na različite edafske uvjete, uključujući siromašna i alkalna tla. Tolerantna je na niske temperature, ali su mlade biljke osjetljive na mraz. U prodaji je dostupno nekoliko kultivara, uključujući 'Summer Chocolate' i 'Boubri' (OMBRELLA).

***Albizia julibrissin* Durazz. – Silk-tree, Pink Siris (*Mimosaceae*)**

Silk-tree is a fast-growing, deciduous tree, 9–12 m high, with a wide, spreading, umbrella-like crown. It is native to subtropical Asia, from Iran to Japan. It was first introduced to Europe (Florence) in 1749 from Constantinople by Filippo degli Albizzi. It is an attractive ornamental tree that produces terminal, globose, dense, many-flowered heads of bisexual, entomophilous flowers with numerous, long, pink stamens. Leaves are alternate, 25–40 cm long, bipinnately compound. Leaves close during the night and during rainy days, but not when touched. Silk-tree is widely cultivated in the Mediterranean region, including Croatia. It has become an invasive species in the United States. It is light-demanding, nitrogen-fixing species that tolerates a wide range of soil conditions, including poor or alkaline soils. It is tolerant of low temperature, but young plants are frost tender. Several cultivars are available, including 'Summer Chocolate' and 'Boubri' (OMBRELLA).