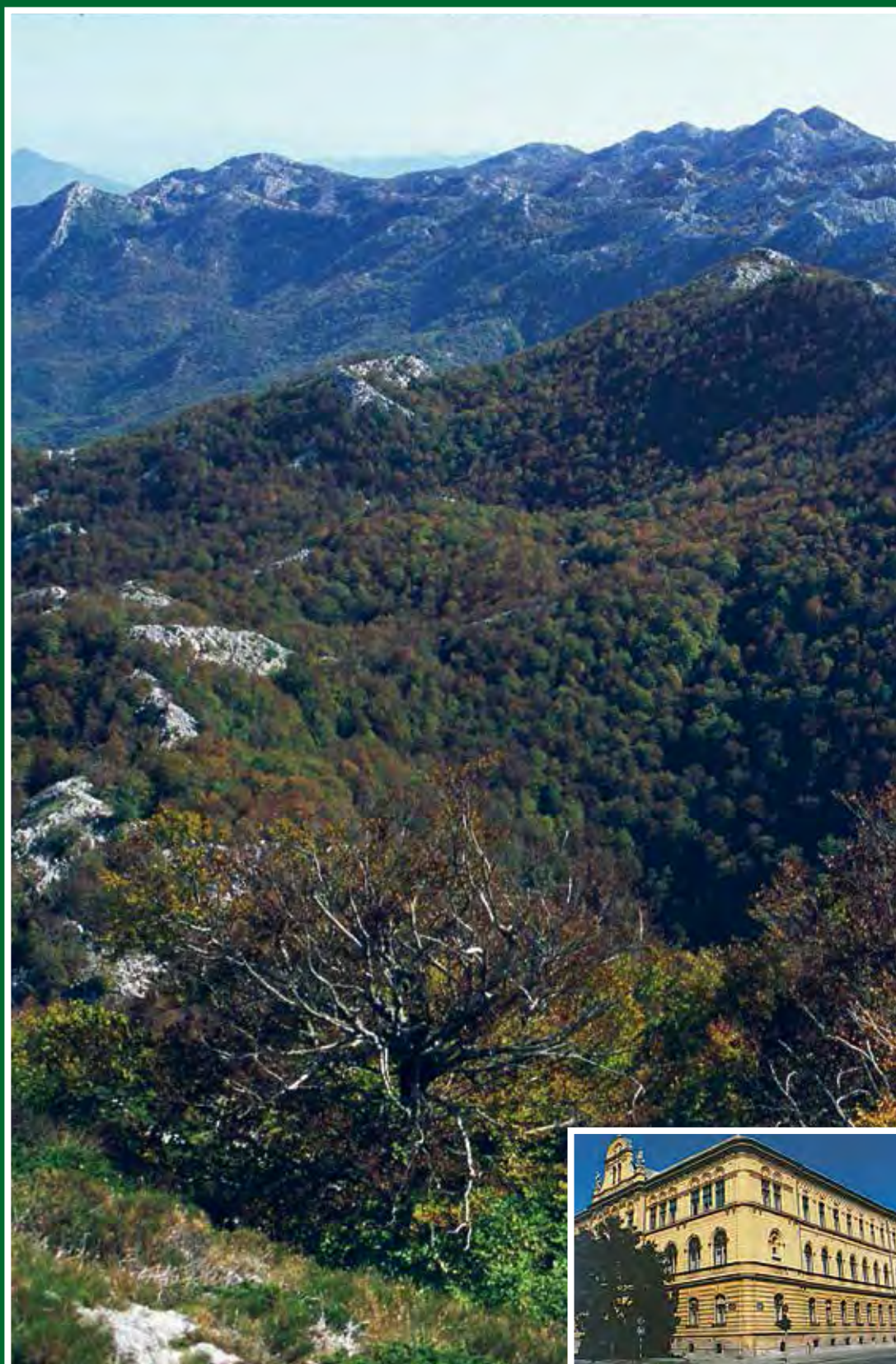


ŠUMARSKI LIST

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO



UDC 630*
ISSN
0373-1332
CODEN
SULIAB



1-2

GODINA CXLII
Zagreb
2018



HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO
CROATIAN FORESTRY SOCIETY

članica
HIS

O DRUŠTVU
ČLANSTVO

stranice ogranaka:
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

www.hrd.hr/sumari.hr



www.sumari.hr

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO

171. godina djelovanja
19 ogranaka diljem Hrvatske
oko 3000 članova

IMENIK HRVATSKIH ŠUMARA

14037 osoba
22345 biografskih činjenica
14803 bibliografskih jedinica

ŠUMARSKI LIST

141. godina neprekidnog izlaženja
1080 svezaka na 81806 stranica
15758 članaka od 2869 autora

DIGITALNA ŠUMARSKA BIBLIOTEKA

4242 naslova knjiga i časopisa
na 26 jezika od 2882 autora
izdanja od 1732. do danas

IMENIK HRVATSKIH ŠUMARA



ŠUMARSKI LIST



DIGITALNA BIBLIOTEKA



ŠUMARSKI LINKOVI



EFH HŠ ŠF HŠI
HKISD DDMZ



Naslovna stranica – Front page:

Park prirode Biokovo – šuma bukve i jele
(Foto: Filip Šabić)

Biokovo Nature Park – Forest of Beech
and Fir (Photo: Filip Šabić)

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 drvne 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. Mr. sc. Ivan Grginčić | 23. Damir Miškulin, dipl. ing. šum. |
| 2. Mario Bošnjak, dipl. ing. šum. | 13. Benjamino Horvat, dipl. ing. šum. | 24. Martina Pavičić, dipl. ing. šum. |
| 3. Davor Bralić, dipl. ing. šum. | 14. Mr. sc. Petar Jurjević | 25. Zoran Šarac, dipl. ing. šum. |
| 4. Goran Bukovac, dipl. ing. šum. | 15. Tihomir Kolar, dipl. ing. šum. | 26. Davor Prnjak, dipl. ing. šum. |
| 5. Dr. sc. Lukrecija Butorac | 16. Čedomir Križmanić, dipl. ing. šum. | 27. Ariana Telar, dipl. ing. šum. |
| 6. Mr. sc. Danijel Cestarić | 17. Daniela Kučinić, dipl. ing. šum. | 28. Prof. dr. sc. Ivica Tikvić |
| 7. Mr. sp. Mandica Dasović | 18. Prof. dr. sc. Josip Margaletić | 29. Oliver Vlainić, dipl. ing. šum., predsjednik |
| 8. Domagoj Devčić, dipl. ing. šum. | 19. Akademik Slavko Matić | 30. Dr. sc. Dijana Vuletić |
| 9. Mr. sc. Josip Dundović | 20. Darko Mikičić, dipl. ing. šum. | 31. Silvija Zec, dipl. ing. šum. |
| 10. Prof. dr. sc. Milan Glavaš | 21. Boris Miler, dipl. ing. šum. | |
| 11. Prof. dr. sc. Ivica Grbac | 22. Marijan Miškić, dipl. ing. šum. | |

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

1. Šumski ekosustavi – 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 Idžojić,
Dendrologija – *Dendrology*

Prof. dr. sc. Davorin Kajba,
Genetika i oplemenjivanje šumskoga drveća –
Genetics and Forest Tree Breeding

Prof. dr. sc. Nikola Pernar,
Šumarska pedologija i ishrana šumskoga drveća –
Forest Pedology and Forest Tree Nutrition

Prof. dr. sc. Marijan Grubešić,
Lovstvo – *Hunting Management*

2. Uzgajanje šuma i hortikultura – Silviculture and Horticulture

Akademik Slavko Matić,
urednik područja – *Field Editor*
Silvikultura – *Silviculture*

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

Prof. dr. sc. Zvonko Seletković,
Ekologija i biologija šuma, bioklimatologija –
Forest Ecology and Biology, Bioclimatology

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,
Ekologija i njega krajolika, općekorisne funkcije šuma –
Ecology and Landscape Tending, Non-Wood Forest Functions

Prof. dr. sc. Milan Oršanić,
Sjemenarstvo i rasadničarstvo –
Seed Production and Nursery Production

Prof. dr. sc. Željko Španjol,
Zaštićeni objekti prirode, Hortikultura –
Protected Nature Sites, Horticulture

3. Iskorištavanje šuma – Forest Harvesting

Prof. dr. sc. Ante Krpan,
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*

Izv. prof. dr. sc. Slavko Govorčin,
Nauka o drvu, Tehnologija drva –
WoodScience, Wood Technology

4. Zaštita šuma – Forest Protection

Dr. se. Miroslav Harapin,
urednik područja –field editor
Fitoterapeutska sredstva zaštite šuma –
Phytotherapeutic Agents for Forest Protection

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*

Prof. dr. sc. Boris Hrašovec,
Šumarska entomologija – *Forest Entomology*

Prof. dr. sc. Josip Margaletić,
Zaštita od sisavaca (mammalia) –
Protection Against Mammals (mammalia)

Mr. sc. Petar Jurjević,
Šumski požari – *Forest Fires*

5. Izmjera i kartiranje šuma – Forest Mensuration and Mapping

Prof. dr. sc. Renata Pernar,
urednik područja –field editor
Daljinska istraživanja i GIS u šumarstvu
Remote Sensing and GIS in Forestry

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

Izv. prof. dr. sc. Mario Božić,
Izmjera šuma – *Forest Mensuration*

Izv. prof. dr. sc. Ante Seletković,
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,
Organizacija u šumarstvu – *Organization in Forestry*

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 – Lector

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* 568 + 815 (001)

Anić, I., S. Mikac, M. Ognjenović

Izbor vrsta drveća za supstituciju nasada topola uz rijeku Dravu kod Osijeka – Selection of tree species for the substitution of poplar plantations along the river Drava near Osijek. 7

UDK 630* 181.8 + 164 (001)

Poljak, I., M. Idžojić, I. Šapić, P. Korijanić, J. Vukelić

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 – Raznolikost i strukturiranost hrvatskih kontinentalnih i alpsko-dinarskih populacija bijele johe (*Alnus incana* /L./ moench subsp. *incana*): geografska i okolišna izolacija kao uzrok fenotipske divergencije 19

UDK 630*242 (001)

Bobinac, M., S. Andrašev, A. Bauer-Živković, N. Šušić

Effects of heavy thinnings on the increment and stability of a Norway spruce stand and its trees between the ages of 32 and 50 – Utjecaj jakih prorjeda na prirast i stabilnost stabala i sastojine smreke u starosti od 32. do 50. godine 33

UDK* 228 + 653 (001)

Matović, B., M. Koprivica, B. Kisin, D. Stojanović, I. Kneginjić, S. Stjepanović

Comparison of stand structure in managed and virgin european beech forests in Serbia – Usporedba strukture sastojina gospodarenih i prašumskih bukavih šuma Srbije. 47

Prethodno priopćenje – Preliminary communication

UDK 630* 453

Pernek, M.

Novi način obračuna kritičnog broja jajnih legala gubara (*Lymantria dispar* L.) u svrhu bolje prognoze populacije – New calculation of critical number of gypsy moth (*Lymantria dispar* L.) egg masses for better population density prognosis. 59

UDK 630* 587

Rumora, L., M. Miler, D. Medak

Utjecaj fuzije snimki na promjenu površine šumskog područja koristeći nenadziranu klasifikaciju – Image fusion influence on forest area change using unsupervised classification. 67

Pregledni članci – Reviews

UDK 630* 148.2 + 111.8

Rossa, C. G., P. M. Fernandes

On the fire-spread rate influence of some fuel bed parameters derived from rothermel's model thermal energy balance – O utjecaju pojedinih parametara ložišta izvedenih iz rothermelovog modela ravnoteže toplinske energije na stopu širenja požara 77

Zaštita prirode – Nature protection

Arač K.:

Vodomar (*Alcedo atthis* L.) 81

Martinić I.:

Zaštićena područja

Povijest američkog parkovnog sustava kao temelj modernog upravljanja zaštićenim područjima širom svijeta .. 82

Knjige i časopisi – Books and journals

Tikvić I.:

Prof. dr. sc. Nikola Pernar: Tlo nastanak, značajke, gospodarenje 86

Meštrić B.:

Pregled pisanja odabranih časopisa u redakcijskoj razmjeni Šumarskog lista 88

Beus V.:

Prof. dr. sc. Sead Vojniković: Zaštićena šumska područja u Bosni i Hercegovini 94

Kajba D.:

Prof. dr. sc. Dalibor Ballian: "Zemlja planina Bosna i Hercegovina" 96

Znanstveni i stručni skupovi – Scientific and professional meetings

Anić I.:

Održana godišnja skupština Akademije šumarskih znanosti 97

Vincenc G., I. Devčić:

Konferencija „Požari u Hrvatskoj: Obrana i prevencija“

Cilj je potaknuti dijalog kako nam se ne bi ponovila 2017. godina 100

Dundović, J.:

12. hrvatski dani biomase

(Znanstveno-stručni skup "Značaj obnovljivih izvora energije u potrajnoj opskrbi energijom")..... 102

Iz Hrvatskoga šumarskog društva – From the Croatian forestry association

Delač, D.

Zapisnik 2. sjednice Upravnog odbora HŠD-a 2017. godine, održane 13. prosinca 2017. u 10:30 sati u dvorani
Šumarskog doma u Zagrebu 106

Delač, D.

Zapisnik 121. redovite sjednice skupštine Hrvatskoga šumarskog društva 111

RIJEČ UREDNIŠTVA

VRIJEDI LI ZAKON O ŠUMAMA ZA SVE VLASNIKE ŠUMA?

Šumama se gospodari prema osnovi i programu gospodarenja za pojedinu gospodarsku jedinicu. Osnova i program gospodarenja izrađeni su na temelju Zakona o šumama i Pravilnika o uređivanju šuma. No, poštujte se i odredbe još nekih zakonskih akata i podakata, kao što su: Zakon o zaštiti prirode, Zakon o zaštiti okoliša, Zakon o šumskom reprodukcijском materijalu, Zakon o lovstvu, Zakon o zaštiti od požara, Zakon o vodama, Zakon o cestama, Zakon o prostornom uređenju i gradnji, Zakon o državnoj izmjeri i katastru nekretnina, Zakon o održivom gospodarenju otpadom te Pravilnik o doznaci stabala, obilježavanju drvnih sortimenata, popratnici i šumskom redu, Pravilnik o zaštiti šuma od požara, Pravilnik o strogo zaštićenim vrstama i Pravilnik o sakupljanju samoniklih biljaka te Uredba o ekološkoj mreži. Naravno, gospodarska osnova usklađena je s propisima Šumsko gospodarske osnove područja Republike Hrvatske. Sve rečeno dobro je poznato šumarskim stručnjacima, posebice onima iz odjela za uređivanje šuma koji pripremaju i izrađuju osnove gospodarenja, no dobro je podsjetiti se i pomoći neupućenima shvatiti da je drvo kao sirovina za daljnju preradu, samo jedan od proizvoda šume. Upravo dokumenti na koje se oslanja izrada osnova gospodarenja, ukazuju na zadaću šume i njenu općekorsnu funkciju te naknade za nju, koja je većini građana sporna, ponajprije iz neznanja. No, poticaj za pisanje bilo kojega, pa i ovoga podsjetnika-uvoda i pitanja postavljenog u naslovu, uvijek su neki događaji koji nas iz našeg okruženja trenutačno okupiraju.

Već nekoliko godina sukladno Zakonu o naknadi za imovinu oduzetu za vrijeme jugoslavenske komunističke vladavine, vraćaju se određene površine šuma bivšim vlasnicima - u pojedinim slučajevima radi se i o povećim površinama. Prema Pravilniku o uređivanju šuma, kada dođe do promjene vlasničkih odnosa uzrokovanih povratom imovine na temelju posebnog Zakona i kada se radi o povratu šumske površine veće od 100 ha, potrebno je izraditi izvanrednu reviziju osnove gospodarnja. To rade Hrvatske šume d.o.o., kojima je povjereno gospodarenje šumama u vlasništvu države, a odobrava resorno ministarstvo putem stručnog povjerenstva. Očekuje se da to rade i „novi-stari“ vlasnici šuma, jer Zakon o šumama vrijedi za sve vlasnike šuma. Odjeli za uređivanje šuma Hrvatskih šuma d.o.o. novim-starim vlasnicima šuma nude izradu osnova

gospodarenja, kažu uglavnom neuspješno. Pretpostavljamo da te programe za njih rade neke druge licencirane šumarske tvrtke. Nije za vjerovati, ali kažu da ima čak primjera da se gospodarenje povjerava pilanaru! Dakle, već znano „haračenje“ u privatnim šumama izgleda nastavlja se, samo sada na nešto većim površinama. Prema tomu, sječe se nemilice i očito to netko odobrava ili zatvara oči pred time. Ne želimo nikoga optuživati, jer nismo inspektori, nego samo na temelju indicija upozoravamo resorno ministarstvo da poduzme odgovarajuće mjere, posebice Komoru inženjera šumarstva i drvne tehnologije da zaštiti žig ovlaštenog inženjera od eventualnog profaniranja.

Inače, interesantno bi bilo znati na koji način i gdje završava ta drvna sirovina iz privatnih šuma i u kojoj fazi obrade. Za drvnu sirovinu Hrvatskih šuma d.o.o. znamo da se većina „raspoređuje“ kupcima po netržišnim cijenama, iako već male količine koje se prodaju po tržišnom načelu putem javnog nadmetanja, pokazuju osjetnu razliku u prihodu, no napravljene promjene u prodajnoj politici državnih šuma tek su na tragu željenih i realnijih prihoda. Država-vlasnik gubi, a pune se privatni džepovi drvoprerađivača s opravdanjem očuvanja radnih mjesta. Vijesti u dnevnome tisku o povećanju cijena drvne sirovine samo je nova administrativna, a ne tržišna mjera.

Prije nekoliko dana gledamo na HTV preradu drva u Petrinji i prvi zaključak je „sada su na redu Hrvatske šume d.o.o.“ koje trebaju osigurati drvnu sirovinu, kao što se to tražilo za sličnu proizvodnju u Vukovaru, naravno „po povoljnim cijenama“. A koja je to finalna proizvodnja? Parket, koji poštujući racionalno korištenje drvne sirovine zapravo predstavlja proizvod pilanske dorade i najnižeg stupnja finalne obrade drva. Furnir je pak poluproizvod-sirovina za daljnju obradu drva. Prave finalizacije tu nigdje nema, a upravo ona osigurava stvaranje dodane vrijednosti i nova radna mjesta, koja mi našom netržišnom politikom izvozimo umjesto drvnih proizvoda visoke finaliziranosti. Nije potrebno reći da finalizacija onda potiče prateću industriju (okovi, ljepila, lakovi i sl.) i stručno osposobljavanje i zapošljavanje, kako proizvodnih radnika, tako i inženjera drvne tehnologije. Zbog čega je to tako teško shvatiti?

Uredništvo

EDITORIAL

IS THE FOREST ACT BINDING FOR ALL FOREST OWNERS?

Forests are managed according to the management plan and programme of a particular management unit. Management plans and programmes are drawn up on the basis of the Forest Act and the Forest Management Regulations. However, are the regulations of other laws and by-laws obeyed? These include, for example, the Nature Protection Act, the Environment Protection Act, the Act on Forest Reproductive Material, the Hunting Act, the Forest Fire Protection Act, the Water Act, the Act on Roads, the Physical Planning and Building Act, the State Measurement and Land Registry Act, the Act on Sustainable Waste Management, and the Regulation on Remittance of Trees, Marking of the Timber and Forest Row, the Regulation on Forest Fire Protection, the Regulation on Strictly Protected Species, the Regulation on the Collection of Wild Plants, and the Regulation on the Ecological Network.

The management plan is coordinated with the regulations of the Forest Management Plan of the Republic of Croatia. All this is well known to forestry experts and particularly to those from the Forest Planning Department, who prepare and draw up management plans. Still, it is worth while reminding those less knowledgeable of the matter that timber as raw material for further processing is only one of the vast array of forest products. The basic documents used to formulate management plans clearly highlight the role of the forest and its non-market function, as well as the monetary compensation for this function. Yet, this compensation is the bone of contention for the majority of the citizens, who are generally unaware of forest functions. However, writing this reminder-introductory word and asking the question in the title is always prompted by some events from our surroundings that draw our attention.

For several years now, pursuant to the Act on Compensation for and Restitution of Assets Taken under the Yugoslav Communist Regime, some forest areas have been returned to their former owners - in some cases these areas are relatively large. According to the Forest Management Act, in the case of changed ownership relations caused by the restitution of property based on a special Law and in the case of property exceeding 100 ha, it is necessary to revise the management plan. This is done by the company "Croatian Forests" Ltd, which has been entrusted with the management of state-owned forests, and must be approved by the corresponding Ministry through its expert commission. It is expected that the job is also performed by the "new-old" forest owners, because the Forest Act is binding for all forest owners. The forest management departments of "Croatian Forests" Ltd offer their services of formulating management plans to the new-

old forest owners, but in their words, mainly unsuccessfully. We assume that these programmes are executed by some other licensed forestry companies. Hard to believe, but there have been cases of such jobs being entrusted to sawmill owners! Thus, the already familiar "acts of plundering" in private forests are continuing, but now over even larger areas. Trees are being mercilessly cut down, and it is evident that such acts are either approved by someone or that eyes are being shut to this practice. We would not want to incriminate anybody because we are not inspectors, but what we would like to do is, on the basis of indicators, warn the relevant ministry to undertake the required measures, and particularly the Chamber of Forestry and Wood Technology Engineers, to protect the seal of a licensed engineer from possible profanation.

Otherwise, it would be interesting to know in what manner and where the raw wood material from private forests ends and in which processing stage it is found. We know that the majority of raw wood material of Croatian Forests Ltd is "distributed" to buyers at non-market prices, although even the small quantities sold on the market on the public bid principle show a considerable difference in the profit. However, the changes in the selling policy of state forests are a far cry from the desired and more realistic profit. The state - the owner, loses and private pockets of wood processors are filled on the pretext of retaining working places. The news in the press talking of higher prices of raw wood material is just a new administrative, and not a marketing measure.

Several days ago we watched a TV programme on wood processing in Petrinja, and the first conclusion was that "it is the turn of Croatian Forests Ltd" to ensure raw wood material, in the same way it was demanded for similar production in Vukovar, naturally, at "favourable prices". What is this final production? Parquet, which, in the rational use of raw wood material represents a product of sawmill processing and the lowest stage of final timber processing. Veneer is a semi-finished product - raw material for further wood processing. There is no proper finalisation, and it is finalisation that generates the creation of added value and new working posts. Due to our non-market policy we export these instead of wood products in the highest finalising stage. It goes without saying that finalisation stimulates the accompanying industry (frames, glues, varnishes and similar) and ensures specialized training and employment to not only production workers but also wood technology engineers. Why is this so hard to understand?

IZBOR VRSTA DRVEĆA ZA SUPSTITUCIJU NASADA TOPOLA UZ RIJEKU DRAVU KOD OSIJEKA

SELECTION OF TREE SPECIES FOR THE SUBSTITUTION OF POPLAR PLANTATIONS ALONG THE RIVER DRAVA NEAR OSIJEK

Igor ANIĆ¹, Stjepan MIKAC², Mladen OGNJENović³

Sažetak

U radu su prikazani rezultati istraživanja preživljenja i rasta nekih vrsta drveća kojima bi se u slučaju potrebe mogla obaviti zamjena topola u nasadima. Pokus je postavljen na području Šumarije Valpovo, u Gospodarskoj jedinici Valpovačke podravske šume, šumski predjel Topolje, odsjek 23a. Taj lokalitet predstavlja tipičan primjer slabog uspijevanja i odumiranja nasada topola, čak i nakon višekratnih popunjavanja sadnicama topole i njege. Pokus je postavljen po shemi slučajno-bloknog rasporeda, sa šest tretiranja u četiri bloka. Tretirani su sljedeći sastojinski oblici: A – hrast lužnjak, B – poljski jasen, C – bagrem, D – hrast lužnjak s običnim grabom, E – divlja trešnja s poljskim jasenom i F – divlja trešnja s običnim grabom. Pokus je postavljen 18. studenog 2009. godine. Preživljenje biljaka je utvrđeno svake godine tijekom petogodišnjeg praćenja pokusa. Tijekom zime 2015. godine izmjerene su visine svih stabala te je određen prostorni položaj živih i odumrlih jedinki po plohicama. S obzirom na preživljenje i visine kao indikatore rasta i razvoja biljaka, najbolje su rezultate pokazali redom obični bagrem, poljski jasen i hrast lužnjak. Najlošije rezultate postigli su divlja trešnja i obični grab. S obzirom na mikoreljef, najbolje preživljenje je pokazao obični bagrem koji podjednako dobro raste u nizi i na gredi. Poljski jasen i hrast lužnjak bolje preživljenje imaju u nizi. Divlja trešnja i obični grab imaju općenito loše preživljenje, neovisno o mikoreljefu. Rezultati istraživanja pokazali su kako je nasade topola u promijenjenim stanišnim prilikama nakon višekratnih ophodnji moguće zamijeniti sa sastojinom koja svojim sastojinskim oblikom odgovara terminalnoj šumskoj zajednici istraživanoga područja – veza i poljskog jasena s hrastom lužnjakom (*Fraxino-Ulmetum laevis* Slavnić 1952). Postupku treba prethoditi izrada detaljnog šumskouzgojnog plana, koji bi između ostalog definirao područja niza i greda u određenom odjelu. Nize i vlažne grede treba prepustiti poljskom jasenu koji je pokazao vrlo dobre rezultate u pokusu. Hrast lužnjak je pokazao zavidnu stabilnost i vitalitet, pa ga treba upotrebljavati u smjesi s poljskim jasenom. Obični bagrem preporuča se za najsušnije lokalitete s pjeskovitim tlima koja su naglo ostala bez podzemne i poplavne vode, na kojima nema uvjeta za nastavak uzgajanja topola.

KLJUČNE RIJEČI: topole, hrast lužnjak, poljski jasen, obični bagrem, analiza varijance

UVOD

INTRODUCTION

Prema izvješću Hrvatskog povjerenstva za topolu (2015.) u Republici Hrvatskoj imamo 24.127 ha topolovih šuma, od

čega je 12.858 ha ili 53% prirodnih sastojina, a 11.269 ha ili 45% su umjetno osnovani nasadi u koje ubrajamo šumske kulture, intenzivne šumske kulture i šumske plantaže. Na području kojim gospodari Uprava šuma podružnica Osi-

¹ Akademik Igor Anić, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Svetošimunska 25, HR – 10000 Zagreb, anic@sumfak.hr

² Doc. dr. sc. Stjepan Mikac, Šumarski fakultet, Svetošimunska 25, HR – 10000 Zagreb, mikac@sumfak.hr

³ Mladen Ognjenović, mag. ing. silv., Hrvatski šumarski institut, HR – 10450 Jastrebarsko, mladen@sumins.hr

jek, uz rijeke Dravu i Dunav, topolove šume rastu na 10.878 ha ili 45% njihove ukupne površine. Prirodne sastojine se prostiru na 3.678 ha ili 34% površine, a umjetno osnovani nasadi na 7.199 ha ili 66% površine. Osim velike površine, posebnost uzgajanja topola kod Osijeka su duga tradicija od 1920. godine i činjenica kako je riječ o temeljnoj djelatnosti te glavnome izvoru prihoda šumarstva. Zbog svega toga osječko se područje s pravom može nazvati središtem hrvatskoga topolarstva, pa problemi u uspijevanju topola mogu imati teške šumskogospodarske posljedice.

Nasadi topola na tom su području nastajali na dva načina (Anić i Kajba, 2015.):

a) Sječom prirodnih sastojina ritskih šuma i osnivanjem nasada topola na njihovu mjestu. Razlozi ovakvom postupanju bili su gospodarski i ekološko-biološki. U prvom slučaju radilo se o želji za povećanjem količine proizvodnje drvne tvari. U drugom slučaju opravdanje je pronađeno u poteškoćama prirodne obnove zbog neusklađenosti plavljenja, taloženja nanosa, fruktifikacije i naplodbne te u niskoj kakvoći sastojina nastalih prirodnom vegetativnom obnovom (Sikora, 1995., Antunović, 1995.).

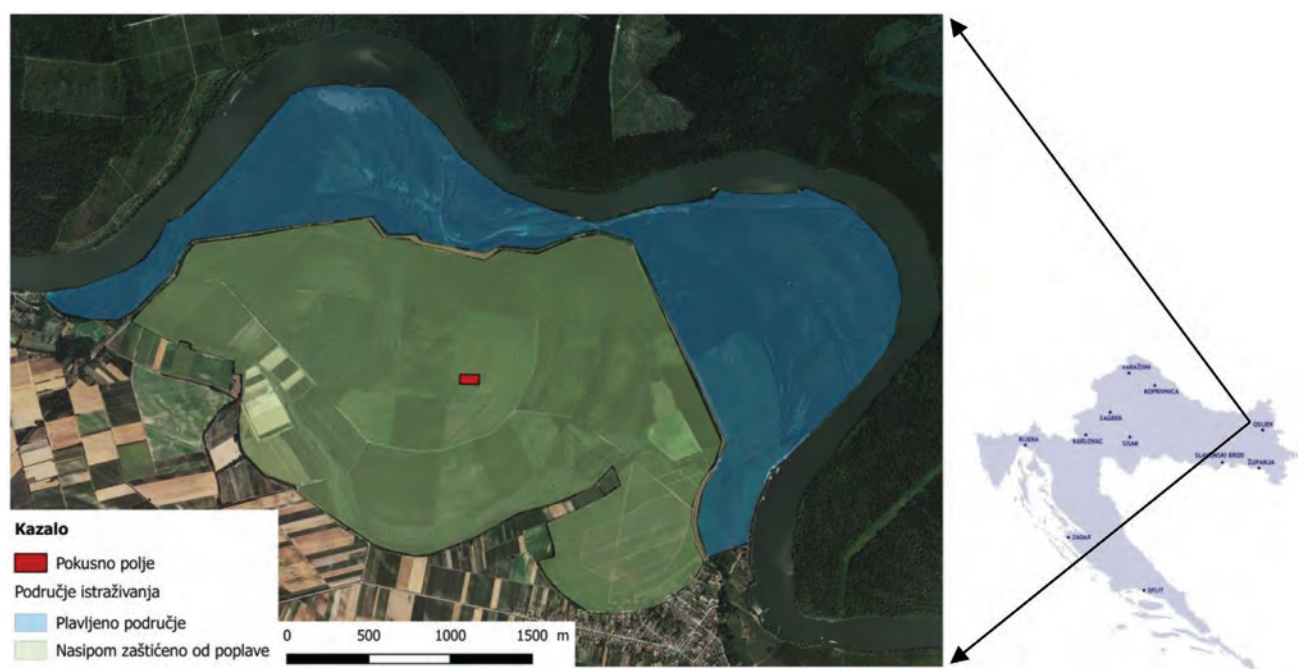
b) Pošumljavanjem novootkupljenih poljoprivrednih i pašnjačkih površina koje su obično udaljene od rijeke i nasipom zaštićene od poplave. Sa šumarskoga gledišta to su bila neobrasla proizvodna šumska zemljišta, pa je odluka o topoli kao pionirskoj vrsti drveća za pošumljavanje bila ispravna. To uostalom pokazuju podaci o strukturi, proi-

zvodnji i prirastu topolovih nasada iz kojih je razvidno kako je uspjeh osnivanja i uspijevanja prvih generacija bio zadovoljavajući (usp. osnove gospodarenja G. j. Valpovačke podravske šume za razdoblja 1957. – 1966., 1967. – 1977., 1974. – 1983., 1984. – 1993., 1994. – 2003., 2004. – 2013. i G. j. Osiječke podravske šume za razdoblja 1967. – 1976., 1977. – 1986., 1987. – 1996., 1997. – 2006., 2007. – 2016.).

Tehnologija osnivanja i njege nasada topola bila je definirana od samih početaka topolarstva u nas (usp. Španović, 1931., Podhorski, 1951.), a razvijana je do danas (usp. Dekanić, 1979., Antunović, 1995., Sikora, 1995., 1996., Matić i dr., 2005.). Nasadi su uzgajani u ophodnjama 20 – 30 godina.

Činjenica je kako se na nekim lokalitetima toga područja topola uzgaja već u trećoj ophodnji. U posljednjem desetljeću pojavili su se problemi uspijevanja takvih nasada, posebice u valpovačkoj i zapadnoj osječkoj Podravini. Došlo je do pada vitaliteta i pojačanog odumiranja stabala. Pojava je uključivala čitave mlade nasade, posebice one koji su osnovani kao treća generacija na istom staništu. Otvorila su se pitanja o uzrocima tih pojava, metodama prilagodbe topolarstva u promijenjenim ekološkim prilikama i izboru drugih vrsta drveća koje bi bolje uspijevale u novim okolnostima.

U ovom su radu prikazani rezultati istraživanja uspijevanja nekih vrsta drveća kojima bi se u slučaju potrebe mogla obaviti zamjena ili supstitucija topola u nasadima.



Slika 1. Područje istraživanja i položaj pokusnog polja. Zelenom bojom prikazano je područje koje je nasipom zaštićeno od poplave, a plavom bojom područje koje je redovito poplavljeno.

Figure 1 Study area and the position of the experimental plot. The area protected from floods by a dike is marked in green, and the regularly flooded area is marked in blue.

Tablica 1. Shema pokusa sa slučajno-bloknim rasporedom tretiranja**Table 1** Scheme of trial with randomized block treatment

Blokovi – Blocks	1	2	3	4
Tretiranja – Treatments				
A	hrast lužnjak <i>pedunculate oak</i>	obični bagrem <i>black locust</i>	poljski jasen <i>narrow-leaved ash</i>	divlja trešnja i obični grab <i>wild cherry and common hornbeam</i>
B	poljski jasen <i>narrow-leaved ash</i>	divlja trešnja i poljski jasen <i>wild cherry and narrow-leaved ash</i>	hrast lužnjak i obični grab <i>pedunculate oak and common hornbeam</i>	obični bagrem <i>black locust</i>
C	obični bagrem <i>black locust</i>	hrast lužnjak <i>pedunculate oak</i>	divlja trešnja i poljski jasen <i>wild cherry and narrow-leaved ash</i>	hrast lužnjak i obični grab <i>pedunculate oak and common hornbeam</i>
D	hrast lužnjak i obični grab <i>pedunculate oak and common hornbeam</i>	divlja trešnja i obični grab <i>wild cherry and common hornbeam</i>	obični bagrem <i>black locust</i>	hrast lužnjak <i>pedunculate oak</i>
E	divlja trešnja i poljski jasen <i>wild cherry and narrow-leaved ash</i>	poljski jasen <i>narrow-leaved ash</i>	divlja trešnja i obični grab <i>wild cherry and common hornbeam</i>	divlja trešnja i poljski jasen <i>wild cherry and narrow-leaved ash</i>
F	divlja trešnja i obični grab <i>wild cherry and common hornbeam</i>	hrast lužnjak i obični grab <i>pedunculate oak and common hornbeam</i>	hrast lužnjak <i>pedunculate oak</i>	poljski jasen <i>narrow-leaved ash</i>

MATERIJAL I METODE

MATERIAL AND METHODS

Pokus je postavljen na području Šumarije Valpovo, u Gospodarskoj jedinici Valpovačke podravske šume, šumski predjel Topolje, odsjek 23a. Taj lokalitet predstavlja tipičan primjer slabog uspijevanja i odumiranja sastojina topola, čak i nakon višekratnih popunjavanja sadnicama topole i njege. Stara sastojina topole je posječena 2000. godine, a godinu dana kasnije obavljena je sadnja topolovih sadnica. Novoosnovana sastojina, zbog izraženog odumiranja, nije dočekala kraj ophodnje.

Šumski predjel Topolje nalazi se na aluvijalnoj terasi nastaloj meandriranjem rijeke Drave. Reljef je izbrazdan pojasima aluvijalnih mikrouzvisina – greda i mikroudubina – niza i nekadašnjih mrtvaja. Pojasevi se protežu usporedno s tokom rijeke Drave. Pokus se nalazi u središnjem dijelu šumskog predjela koji je nasipom branjen od poplave, na nadmorskim visinama 88 – 89 metara (Slika 1).

Prosječna godišnja temperatura zraka na meteorološkoj postaji Valpovo, za razdoblje 1983. – 2010., je 11,2 °C, a prosječna temperatura zraka u vegetacijskom razdoblju iznosi 18,0 °C. Najniža srednja mjesečna temperatura zraka je 0,1 °C u mjesecu siječnju, dok je najviša 21,8 °C u mjesecu srpnju. Prosječna godišnja količina oborine iznosi 709 mm. Tijekom vegetacijskog razdoblja padne 400 mm ili 56 % godišnje količine oborine. Kasni proljetni mrazovi nastaju krajem travnja, a izuzetno i u svibnju. Rani jesenski mrazovi počinju u listopadu, a izuzetno ih ima i krajem rujna. Prosječni godišnji broj dana s mrazom iznosi 4 dana. Prosječna godišnja relativna vlažnost zraka iznosi 78 %, a relativna vlažnost zraka u vegetacijskom periodu iznosi 75 %.

Pokus je postavljen po shemi slučajno-bloknog rasporeda, sa šest tretiranja u četiri bloka. Tretiranja su sljedeći sastojinski oblici: A – hrast lužnjak, B – poljski jasen, C – bagrem, D – hrast lužnjak s običnim grabom, E – divlja trešnja s poljskim jasenom i F – divlja trešnja s običnim grabom (Tablica 1). Dob sadnica hrasta lužnjaka prilikom uspostavljanja pokusa je bila 2+0, dok je dob sadnica ostalih vrsta iznosila 1+0. Sadnice su posađene u pravokutnom rasporedu, u razmacima navedenima u Tablici 2. Kod mješovite sadnje dvije vrste drveća, sadnice jedne vrste su posađene u jednome redu, a druge vrste u drugome redu. Redovi se nižu naizmjenično. Zaštitni pojas oko pokusa osnovan je s dva reda sadnica poljskog jasena. Površina svake plohe iznosi 25,35 m x 6,88 m ili 174,41 m². Ukupna površina pokusa, bez zaštitnog pojasa, iznosi 101,40 m x 41,30 m ili 0,42 ha. Pokus je ograđen armaturnom mrežom. Jugoistočni ugao pokusa ima koordinate 40°40'33,54" S i 18°28'04,47" I.

Pokus je postavljen 18. studenog 2009. godine. Prva izmjera u kojoj se ustanovilo preživljenje biljaka je obavljena pri kraju vegetacije 2010. godine. U jesen 2011. godine, nakon druge vegetacije od postavljanja pokusa, ustanovljeno je preživljenje biljaka i izmjerene su njihove visine. Početkom treće vegetacije, u travnju 2012. godine, pokus je bio izložen mrazu. Sve biljke osim bagrema tom su prilikom odumrle, pa se obavio zahvat čepovanja. U jesen 2013. godine izmjereno je preživljenje biljaka i njihove visine, a postupak se ponovio u jesen 2014. godine. Tijekom zime 2015. godine izmjerene su visine svih stabala te je određen prostorni položaj živih i odumrlih jedinki po plohecama. Za izmjeru visina korištena je mjerna vrpca, a u slučaju viših stabala mjerna letva. Mjerenje visina je obavljeno s preciznošću od jednog centimetra.

Tablica 2. Prostorni raspored biljaka i gustoća sadnje po tretiranjima**Table 2** Spatial plant arrangement and planting density per treatment

Tretiranje – Treatments		Razmak između redova – Spacing between rows m	Razmak unutar reda – Spa- cing within the rows kom. – pcs	Broj biljaka na plohi – Number of plants per sampling plot
A	hrast lužnjak <i>pedunculate oak</i>	2,60	0,70	100
B	poljski jasen <i>narrow-leaved ash</i>	2,60	0,70	100
C	obični bagrem <i>black locust</i>	2,60	1,40	50
D	hrast lužnjak i obični grab* <i>pedunculate oak and common hornbeam*</i>	2,60	0,70 / 0,70	50 / 50
E	divlja trešnja i poljski jasen* <i>wild cherry and narrow-leaved ash*</i>	2,60	1,40 / 0,70	25 / 50
F	divlja trešnja i obični grab* <i>wild cherry and common hornbeam*</i>	2,60	1,40 / 0,70	25 / 50

* mješovita sadnja u redove, jedna vrsta u jednome redu, nizanje redova naizmjenično

* mixed planting in rows, one species in one row, alternate row arrangement

Preživljenje biljaka je utvrđeno svake godine tijekom petogodišnjeg praćenja pokusa, na svakoj plohi, brojanjem odumrlih biljaka tijekom godine i iz razlike između broja živih biljaka između dvije izmjere. Rezultati su prikazani po vrstama drveća. Prosječni godišnji mortalitet biljaka izračunat je iz razlike između broja živih biljaka zatečenih tijekom zime 2015. godine i početnog broja biljaka u doba osnutka pokusa u jesen 2009. godine.

Statistička obrada podataka provedena je u statističkom programu Past 3.0 (Hammer, 2001.) i Microsoft Office Excel 2010. Izračunate su osnovne deskriptivne vrijednosti visina po vrstama drveća i plohicama iste vrste drveća. Kako bi utvrdili postoji li statistički značajna razlika u visinama između pojedinih vrsta drveća proveli smo jednostruku analizu varijance (One-way ANOVA) s Tukey HSD post-hoc testom (Tukey, 1949.). Osim po vrstama drveća, napravljena je analiza visina po blokovima, s ciljem da se ustanovi je li neka vrsta drveća pokazala značajno bolji ili lošiji visinski rast na određenom dijelu pokusa. Zaključak u oba slučaja je donešen na temelju dobivene p-vrijednosti uz zadanu razinu značajnosti $\alpha=95\%$. U slučaju da pretpostavka homogenosti varijance nije zadovoljena za izračun F i p vrijednosti korišten je Welch-ov test (Welch, 1951.).

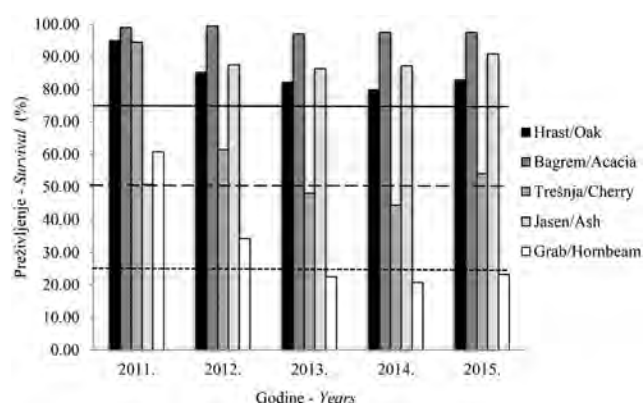
REZULTATI RESULTS

Preživljenje po vrstama drveća – Survival per tree species

Rezultati analize preživljenja i mortaliteta biljaka prikazani su po vrstama drveća i godinama praćenja (Slika 2). Najmanje preživljenje nakon pet godina pokazao je obični grab

u iznosu od 23,25%. Najbolje preživljenje utvrđeno je za obični bagrem 97,50%, a slijede poljski jasen 90,88% i hrast lužnjak 82,88%. Preživljenje divlje trešnje je 54,00%. Tu treba napomenuti da je tijekom posljednje izmjere na terenu zabilježen veći broj suhih trešanja koje su potjerale nove izbojke.

I dok je preživljenje bagrema na visokoj razini kroz čitavo promatrano razdoblje, preživljenje hrasta lužnjaka je na dobroj razini, ali s trendom opadanja kroz prve četiri godine. Obrnuti trend ima poljski jasen kojemu je preživljenje, nakon obavljenog čepovanja, naglo poraslo i sada je na dru-



Slika 2. Postotak preživljenja prema vrstama drveća i godinama mjerenja. Punom crtom je označena vrlo dobra granica preživljenja ($P > 75\%$), crtkanom crtom je označena srednja granica preživljenja ($P \approx 50\%$), a točkastom crtom je označena loša granica preživljenja ($P < 25\%$)

Figure 2 Survival percentage per tree species and year of measurement. Very good survival boundary ($S > 75\%$) is marked with a full line, medium survival boundary ($S \approx 50\%$), is marked with a dashed line, and poor survival boundary ($S < 25\%$) is marked with a dotted line.

Tablica 3. Deskriptivna statistika za visine (cm) po vrstama drveća**Table 3** Descriptive statistics for heights (cm) per tree species

Vrste drveća – Tree species Variable – Variable	Hrast lužnjak <i>Pedunculate oak</i>	Poljski jasen <i>Narrow-leaved ash</i>	Obični bagrem <i>Black locust</i>	Divlja trešnja <i>Willd cherry</i>	Obični grab <i>Common hornbeam</i>
N	505	544	195	108	93
Min.	27,0	23,0	81,0	30,0	34,0
Max.	290,0	390,0	610,0	450,0	240,0
Mean	96,5	110,0	345,8	152,5	112,8
Std. error	1,7	2,3	8,5	6,0	5,3
Variance	1531,6	2928,7	13991,2	3897,7	2637,0
Std. dev.	39,1	54,1	118,3	62,4	51,4
Median	90,0	100,0	360,0	155,0	105,0

Tablica 4. Rezultati jednostruke analize varijance s obzirom na utvrđene visine biljaka između pojedinih vrsta drveća**Table 4** Results of one-way analysis of variance with regard to the recorded plant heights among particular tree species

	Suma Kvadrata <i>SS</i>	Stupnjevi slobode <i>df</i>	Sredina kvadrata <i>MS</i>	F - vrijednost <i>F-value</i>	p- vrijednost <i>p-value</i>
Između grupa <i>Between groups</i>	9,75E+06	4	2,45E+06	613,9	3,46E-309
Unutar grupa <i>Within groups</i>	5,73E+06	1439	3985,15		
Ukupno <i>Total</i>	1,55E+07	1443			
ω^2 ω^2	0,6293				
Levenov test homogenosti varijance iz aritmetičkih sredina <i>Levene's test for homogeneity of variance, from means</i>				p: 1,095E-88	
Levenov test iz mediana <i>Levene's test, from medians</i>				p: 1,643E-83	
Welch F test u slučaju nejednakih varijanci <i>Welch F test in the case of unequal variances</i>				F = 219,9 df = 339,5 p = 1,171E-91	

gom mjestu, iza običnog bagrema. Najveći pad preživljenja zabilježen je kod divlje trešnje.

Najviše vrijednosti preživljenja zabilježene su na plohicama na kojima su posađeni obični bagrem (A2, B4, C1, D3), poljski jasen s divljom trešnjom (B2, C3, E1) i samostalno (E2) te hrast lužnjak samostalno (A1, F3). Divlja trešnja i obični grab na većini površine pokusa imaju loše preživljene. Poljski jasen pokazuje stabilnost na cijelom pokusu, neovisno o mikroreljefu. Hrast lužnjak najbolje preživljava na plohicama A1, C2 i F3 koje se većim dijelom nalaze u nizi. Plovice na kojima je posađen hrast lužnjak s običnim grabom (B3, C4) i hrast lužnjak samostalno (D4), u kojima je naglašena izmjena niza i greda na maloj udaljenosti, pokazuju slabije rezultate.

Visine po vrstama drveća – Heights per tree species

Osnovne deskriptivne vrijednosti postignutih visina po vrstama drveća u 2015. godini su prikazane u Tablici 3. Najveću prosječnu visinu postigao je obični bagrem, a slijede

redom divlja trešnja, poljski jasen, obični grab i hrast lužnjak. Podsjećamo kako su sve biljke podvrgnute čepovanju nakon proljetnoga mraza u travnju 2012. godine, osim bagrema koji je preživio mraz. Tako su visine za sve vrste drveća, osim bagrema, ostvarene tijekom četiri vegetacijska razdoblja (2012. – 2015.). U slučaju bagrema riječ je o šest vegetacijskih razdoblja (2010. – 2015.). Iz toga slijedi kako je prosječni visinski prirast u promatranim razdobljima za hrast lužnjak iznosio 24,2 cm, obični grab 26,8 cm, poljski jasen 27,6 cm, divlju trešnju 38,1 cm, a za bagrem 57,6 cm.

U Tablici 4. prikazani su rezultati analize varijance pomoću koje su uspoređene visine po vrstama drveća. Većina vrsta statistički se značajno razlikuju prema visinama izmjerenima u 2015. godini (Tablica 5). Statistički značajna razlika nije utvrđena između hrasta i jasena, hrasta i graba te između jasena i graba.

Osim prema vrstama drveća, napravljena je analiza visina i prema plohicama u blokovima s ciljem ispitivanja da li je neka vrsta drveća pokazala značajno bolji ili lošiji visinski

Tablica 5. Rezultati Tukey HSD post hoc testa ($p < 0,05$) s obzirom na utvrđene visine biljaka između pojedinih vrsta drveća. Masno otisnuta polja predstavljaju statistički značajne razlike u visinama između pojedinih vrsta drveća.

Table 5 Results of Tukey HSD post hoc test ($p < 0,05$) with regard to the recorded plant heights among individual tree species. Bold areas represent statistically significant differences in the heights among individual tree species.

Vrsta drveća <i>Tree species</i>	Hrast lužnjak <i>Pedunculate oak</i>	Poljski jasen <i>Narrow-leaved ash</i>	Obični bagrem <i>Black locust</i>	Divlja trešnja <i>Willd cherry</i>	Obični grab <i>Common hornbeam</i>
Hrast lužnjak – <i>Pedunculate oak</i>		0,2785	1,72E-05	1,72E-05	0,117
Poljski jasen – <i>Narrow-leaved ash</i>			1,72E-05	1,73E-05	0,9936
Obični bagrem – <i>Black locust</i>				1,72E-05	1,72E-05
Divlja trešnja – <i>Willd cherry</i>					1,73E-05
Obični grab – <i>Common hornbeam</i>					

rast na određenom dijelu pokusnog polja. Rezultati deskriptivne statističke analize prikazani su u Tablici 6. Testiranja su provedena jednostrukom analizom varijance (Tablica 7).

Značajne razlike ustanovljene su kod hrasta lužnjaka, običnog bagrema i poljskog jasena, dok kod divlje trešnje i običnog graba nije bilo razlika (Tablica 8).

Tablica 6. Deskriptivna statistika za visine (cm) po vrstama drveća i plohicama

Table 6 Descriptive statistics for heights (cm) per tree species and subplots

Vrsta drveća <i>Tree species</i>	Plohica <i>Subplot</i>	Varijabla – <i>Variable</i>							
		N	Min.	Max.	Mean	Std. error	Variance	Std. Dev.	Median
Hrast Lužnjak <i>Pedunculate oak</i>	A1	92	39,0	185,0	85,9	3,2	951,3	30,8	80,0
	B3	40	30,0	180,0	83,6	5,9	1377,0	37,1	75,0
	C2	85	36,0	230,0	115,4	4,7	1902,5	43,6	110,0
	C4	37	30,0	210,0	112,3	6,6	1616,6	40,2	110,0
	D1	39	40,0	189,0	87,9	6,3	1524,6	39,0	70,0
	D4	77	35,0	190,0	98,0	3,9	1190,6	34,5	95,0
	F2	43	27,0	290,0	87,9	7,2	2220,6	47,1	73,0
	F3	91	40,0	200,0	95,6	3,6	1195,0	34,6	90,0
Poljski jasen <i>Narrow-leaved ash</i>	A3	91	30,0	380,0	132,6	7,5	5079,8	71,3	115,0
	B1	90	24,0	277,0	94,2	4,8	2111,6	46,0	93,5
	B2	46	29,0	390,0	144,3	12,6	7281,3	85,3	139,5
	C3	46	50,0	220,0	107,2	5,8	1540,7	39,3	100,0
	E1	47	35,0	195,0	109,6	6,3	1890,2	43,5	101,0
	E2	94	32,0	195,0	100,7	3,6	1189,8	34,5	95,5
	E4	44	23,0	220,0	97,2	6,5	1846,2	43,0	87,5
	F4	86	30,0	200,0	102,5	4,2	1496,7	38,7	95,0
Obični bagrem <i>Black locust</i>	A2	45	107,0	610,0	371,5	22,1	21968,0	148,2	365,0
	B4	50	90,0	495,0	357,6	13,1	8640,2	93,0	395,0
	C1	50	81,0	420,0	253,5	11,8	6973,5	83,5	234,0
	D3	50	200,0	580,0	403,1	12,1	7265,2	85,2	400,0
Divlja trešnja <i>Willd cherry</i>	A4	7	40,0	174,0	122,7	16,3	1864,9	43,2	135,0
	B2	19	54,0	450,0	186,4	21,3	8625,9	92,9	195,0
	C3	10	60,0	170,0	113,0	12,5	1551,1	39,4	107,5
	D2	20	80,0	270,0	169,4	11,8	2784,7	52,8	165,0
	E1	17	30,0	250,0	154,7	14,1	3400,2	58,3	180,0
	E3	8	90,0	210,0	150,3	16,2	2096,2	45,8	167,5
	E4	8	100,0	240,0	180,0	14,6	1711,1	41,4	176,0
	F1	19	65,0	220,0	120,1	8,9	1515,3	38,9	120,0
Obični grab <i>Common hornbeam</i>	A4	3	40,0	200,0	106,7	48,1	6933,3	83,3	80,0
	B3	14	45,0	130,0	80,4	8,2	940,2	30,7	70,0
	C4	9	50,0	200,0	97,4	16,5	2441,3	49,4	80,0
	D1	11	34,0	169,0	80,7	13,8	2084,2	45,7	65,0
	D2	20	55,0	210,0	129,9	9,7	1868,7	43,2	123,5
	E3	5	40,0	220,0	111,0	30,4	4630,0	68,0	90,0
	F1	22	81,0	220,0	131,1	9,4	1949,8	44,2	118,0
	F2	9	63,0	240,0	138,3	21,7	4228,5	65,0	132,0

Tablica 7. Rezultati jednostruke analize varijance po vrstama drveća

Table 7 Results of one-way analysis of variance per tree species

Hrast lužnjak <i>Pedunculate oak</i>					
	Suma Kvadrata <i>SS</i>	Stupnjevi slobode <i>df</i>	Sredina kvadrata <i>MS</i>	F - vrijednost <i>F -value</i>	p- vrijednost <i>p-value</i>
Između grupa <i>Between groups</i>	62888,7	7	8984,1	6,298	4,26E-07
Unutar grupa <i>Within groups</i>	707528	496	1426,47		
Ukupno <i>Total</i>	770417	503			
ω^2	0,06854				
Levenov test homogenosti varijance iz aritmetičkih sredina <i>Levene's test for homogeneity of variance, from means</i>				p: 4,35E-82	
Levenov test iz mediana <i>Levene's test, from medians</i>				p: 1,92E-77	
Welch F test u slučaju nejednakih varijanci <i>Welch F test in the case of unequal variances</i>				F = 218,2 df=300,7	p=1,433E-87
Poljski jasen <i>Narrow-leaved ash</i>					
	Suma Kvadrata <i>SS</i>	Stupnjevi slobode <i>df</i>	Sredina kvadrata <i>MS</i>	F - vrijednost <i>F -value</i>	p- vrijednost <i>p-value</i>
Između grupa <i>Between groups</i>	143957	7	20565,3	7,621	8,80E-09
Unutar grupa <i>Within groups</i>	1,45E+06	536	2698,33		
Ukupno <i>Total</i>	1,59E+06	543			
ω^2	0,07851				
Levenov test homogenosti varijance iz aritmetičkih sredina <i>Levene's test for homogeneity of variance, from means</i>				p: 1,10E-10	
Levenov test iz mediana <i>Levene's test, from medians</i>				p: 4,20E-08	
Welch F test u slučaju nejednakih varijanci <i>Welch F test in the case of unequal variances</i>				F = 4,513 df = 195,5	p = 0,00011
Obični bagrem <i>Black locust</i>					
	Suma Kvadrata <i>SS</i>	Stupnjevi slobode <i>df</i>	Sredina kvadrata <i>MS</i>	F - vrijednost <i>F -value</i>	p- vrijednost <i>p-value</i>
Između grupa <i>Between groups</i>	626626	3	208875	19,11	7,02E-11
Unutar grupa <i>Within groups</i>	2,09E+06	191	10930,2		
Ukupno <i>Total</i>	2,71E+06	194			
ω^2	0,2179				
Levenov test homogenosti varijance iz aritmetičkih sredina <i>Levene's test for homogeneity of variance, from means</i>				p: 1,10E-10	
Levenov test iz mediana <i>Levene's test, from medians</i>				p: 4,20E-08	
Welch F test u slučaju nejednakih varijanci <i>Welch F test in the case of unequal variances</i>				F = 27,92 df = 103	p = 2,709E-13

Za hrast lužnjak je utvrđeno da se plovice C2 i C4 statistički značajno razlikuju od plovice A1, D1, F2 i B3. Najveće visine u prosjeku ustanovljene na pločicama C2 i C4 koje su smještene u nizi. Niže visine na pločicama B3 i F2 možemo pripisati povišenom mikroteljevu i sušim uvjetima u tlu.

Poljski jasen pokazuje statistički značajne razlike između plovice A3 te B1, E2, E4 i F4. Plovice B2 statistički se značajno razlikuje od plovice C3, E1, E2, E4 i F4. Ta plovice ima veću vrijednost standardne devijacije, odnosno veću disperziju visina. Također, postoji značajna razlika između

Tablica 8. Rezultati Tukey HSD post hoc testa ($p < 0,05$) po vrstama drvećaTable 8 Results of Tukey HSD post hoc test ($p < 0,05$) per tree species

Hrast lužnjak <i>Pedunculate oak</i>								
Plohica Subplot	A1	B3	C2	C4	D1	D4	F2	F3
A1		1	1,23E-03	6,60E-03	1	0,7088	1	0,8796
B3			3,27E-04	1,93E-03	0,9989	0,4908	0,9988	0,7082
C2				0,9999	3,79E-03	0,2407	3,86E-03	0,1165
C4					1,78E-02	0,5005	1,80E-02	0,2981
D1						0,8634	1	0,9633
D4							0,8654	1
F2								0,9641
F3								
Poljski jasen <i>Narrow-leaved ash</i>								
Plohica Subplot	A3	B1	B2	C3	E1	E2	E4	F4
A3		1,19E-03	0,9198	0,1221	0,2211	1,62E-02	4,33E-03	3,03E-02
B1			3,45E-05	0,8675	0,7277	0,9972	1	0,9876
B2				2,08E-03	5,66E-03	1,26E-04	4,64E-05	2,67E-04
C3					1	0,9974	0,9662	1
E1						0,9816	0,8949	0,9997
E2							1	1
E4								0,9993
Obični bagrem <i>Black locust</i>								
Plohica Subplot	A2	B4	C1	D3				
A2		0,9141	7,84E-06	0,4428				
B4			1,27E-05	0,1389				
C1				7,72E-06				
D3								

plohica B1 i B2. Prosječna visina i vrijednost standardne devijacije znatno je niža na plohi B1. Najniži prosjek visina od 82,3 cm ima ploha B1, koja se većim dijelom nalazi na gredi. Najviše prosjeke visina postigle su biljke na plohim A3 i B2, koje se većim dijelom nalaze u nizi.

Kod bagrema su također utvrđene statistički značajne razlike, i to između ploha C1 i A2 te B4 i D3. Ploha C1 pokazuje najslabije rezultate, s prosječnom visinom od 253 cm. Najbolje rezultate pokazuje ploha D3, koja se svojim većim dijelom nalazi u nizi. Ploha A2 je posebno zanimljiva, jer se rasprostire preko izražene mikorelne udubine i uzvisine. Na njoj su biljke bagrema ekstremno visoke, s prosječnom visinom od 443 cm (ukupno 30 biljaka u nizi), dok ostatak biljaka koji se nalazi na gredi ima prosječnu visinu od 228 cm (15 biljaka). Na plohi A2 mikorelne diferencijacije je posebno izražena, što se očituje i u vrijednosti standardne devijacije.

Kod divlje divlje trešnje nisu utvrđene statistički značajne razlike u visinama između pojedinih ploha. Iako ploha B2 pokazuje najvišu vrijednost prosječne visine biljaka od

186,4 cm, treba napomenuti da na taj prosjek utječe jedna biljka divlje trešnje visoka 450 cm. Ploha D2 koja se nalazi u nizi pokazuje najbolje rezultate.

Jednstrukom analizom varijance nije utvrđena statistički značajna razlika između pojedinih repetitivnih običnoga graba. Kao i kod divlje trešnje, primjećuje se nizak opseg statističkog skupa u svim repetitivnim. Najviše vrijednosti prosječnih visina biljaka pokazuju plohe koje se većim dijelom nalaze u nizi (D2 i F1).

RASPRAVA DISCUSSION

Šumske kulture, intenzivne šumske kulture i šumske plan-taže topola u našoj su se praksi osnivale umjetnom obno-vom sadnicama nakon čiste sječe starih topolovih sastojina i pošumljavanjem sadnicama na neobraslim šumskim ze-mlištima. Tako su šumske kulture, prema Antunoviću (1995.), obično osnivane na manje kvalitetnim tlima rječ-nog poloja, između korita i nasipa, na staništima koja od

prirode inače obrašta šumska zajednica crne i bijele topole (*Populeto nigro-albae* Slav. 1952). Intenzivne šumske kulture i šumske plantaže osnivale su se na najkvalitetnijim staništima nekadašnjih ritskih šuma (Matić i dr., 2005.), primjerice na najvišim staništima sa starijim i razvijenijim aluvijalnim tlima na kojima su rasle prirodne šume veza i poljskog jasena s hrastom lužnjakom (*Fraxino-Ulmetum laevis* Slav. 1952), (Rauš i Matić, 1987.).

Kada je riječ o istraživanom području, u Gospodarskoj osnovi G. j. Valpovačke podravske šume za razdoblje 1974. – 1983. godine, na stranici 8, u poglavlju Površina – komparacija sa stanjem 1967. godine, o postanku prve generacije nasada topola piše kako je “u površinu gospodarske jedinice uključeno novih 300,70 ha poljoprivrednih i pašnjačkih površina otkupljenih od privatnih posjednika, od kojih je najveći dio (predjel Topolje, op. aut.) već pošumljen EA (euroameričkim) topolama”. U prethodnoj Gospodarskoj osnovi za razdoblje 1957. – 1966. godine te su površine na šumskogospodarskoj karti posebno označene uz opasku: “1961. – novo plantažiranje”. Riječ je o odjelima koji se danas nalaze južno od nasipa, u dijelu branjenom od poplave, i nose oznake 16 – 29. Oni su predmet naših istraživanja u šumskom predjelu Topolje. Na stranici 15 istog dokumenta, u poglavlju Način gospodarenja, za uređajni razred Plantaže EA topole ophodnje 20 godina, između ostaloga, piše: “Momentarno u okviru sadašnjih plantaža nalazimo mješavine tri klona EA topole i to ‘I-214’, ‘Robusta’ i ‘Marilandica’, ali izdvajanje ovih klonova na posebne odsjeke nije izvršeno, jer su međusobno izmješani u manjim grupama. Na ovim plantažnim razredima EA topole vrši se u ovisnosti od mogućnosti šumarije međuredna obrada zemljišta 1 – 2 puta godišnje te formiranje vrhova stabala i 2 – 3 orezivanja grana u periodu od 2. do 6. godine starosti plantaže. Obnovu plantaže treba i dalje vršiti isključivo sadnicama klonova EA topole 2/3 u 6-kutnoj sadnji”.

Može se zaključiti kako su te sastojine osnovane na obešumljenim i degradiranim tlima koja su prije toga obrađivana ili su korištena za ispašu. Zato je nasad topola imao svojstva pionirske šume. Uzgajanjem topola u nekoliko ophodnji na istom staništu dolazi do znakovitih stanišnih promjena koje uzrokuju njihovo slabije uspijevanje, što se može povezati s očekivanim prirodnim progresivnim sukcesijskim procesom prema trajnoj šumskoj zajednici (Matić i dr., 1996.). Na području donjeg dijela toka rijeke Drave to je šumska zajednica veza i poljskog jasena s hrastom lužnjakom (*Fraxino-Ulmetum laevis* Slavnić 1952), (Vukelić i Baričević 2004., 1999.). Njezinu morfologiju i strukturu opisali su Anić i dr. (2005.).

Za očekivati je da će se na staništima na kojima se topolovi nasadi uzgajaju, višekratno pojaviti potreba za zamjenom sastojinskog oblika. Nagle promjene u uspjehu uzgajanja šuma topola su sve češća pojava, a prema Sikori (1996.),

posljedica su sljedećih čimbenika: biološki zamor klona, širenje nasada na nove površine koje su inače manje podesne za tu namjenu, poremećen režim podzemnih i poplavnih voda te pojava niza sušnih godina s nepovoljnim rasporedom oborina, posebice u doba vegetacije. O neuspjeloj obnovi nasada topola na vukovarskim adama i ritovima krajem 20. stoljeća izvješćuju Mayer (1999.) te Mayer i Hećimović (2008.). Navodi se da je unatoč dubokoj sadnji i kvalitetnim sadnicama uspjeh iz godine u godinu sve lošiji. Uzroke toj pojavi se povezuje s pjeskovitim tlom, ekstenzivnim načinom uzgajanja te promjenama u staništu.

Istraživanja Anića i dr. (2008., 2010., 2013.) ustanovila su negativne promjene uvjeta uspijevanja topola na istraživanom području uz rijeku Dravu kod Osijeka: nedostatan sadržaj vode u tlu koji je posljedica smanjenja količine oborine i izostanka redovitih poplava, slabe uvjete ishrane topola koji proizilaze iz rezultata biljnohраниdbenih analiza i analiza opskrbljenosti tla biogenim elementima, opadanje vitalnosti topola i pojava biljnih bolesti kao što je *Phytophthora cambivora* (Petri) Buisman, korištenje neadekvatnih klonova topola na specifičnim staništima, uzgajanje topole u trećoj ophodnji na istim staništima te ekstenzivan pristup i smanjenje intenziteta šumskouzgojnih radova.

S gledišta uzgajanja šuma problem se može sagledati na dva načina (Anić i Kajba, 2015.):

- 1) Ako nema progresivnih stanišnih promjena, a vodni režim i biljnohраниdbeni status tala to omogućuju, treba nastaviti uzgajanje topola na način koji je dobro poznat šumarskim praktičarima. Multiklonski pristup pri osnivanju nasada i uvođenje novih klonova u proizvodnju, uz intenziviranje radova njege, u tom će slučaju značajno doprinijeti uspjehu u podizanju produktivnih i stabilnih nasada.
- 2) U uvjetima promijenjenih stanišnih prilika potrebno je pristupiti zamjeni ili supstituciji sastojinskog oblika. To znači umjesto topole uzgajati druge vrste drveća koje u promijenjenim stanišnim prilikama mogu uspijevati.

Zamjena sastojinskog oblika koja se obavlja u skladu s ostvarenom progresivnom sukcesijom u prirodnom uzgajanju šuma podrazumijeva umjetnu obnovu autohtonim vrstama drveća trajne šumske zajednice. Postupak je bolje obaviti pod zastorom krošanja, po mogućnosti na malim površinama, uz detaljno šumskouzgojno planiranje. Ovo je istraživanje pokazalo mogućnost uporabe za tu namjenu poljskog jasena i hrasta lužnjaka kao temeljnih vrsta drveća trajne šumske zajednice. Uz obični bagrem, te dvije vrste pokazale su najbolje rezultate tijekom praćenja pokusa. Na poljskom jasenu u pokusu nisu zabilježeni znakovi zaraze novom bolešću. Negativni nalazi na osječkom području potvrđeni su 2011. i 2015. godine (Diminić, 2015., Milotić, 2017.). Poljski jasek je najbolje reagirao na čepovanje, nakon mraza koji se dogodio u proljeće 2012. godine.

Poseban su problem ona staništa gdje je tlo naglo ostalo suho, bez podzemne i poplavne vode. Riječ je o specifičnim slučajevima fluvisola u regresiji s pjeskovitom podlogom. Čini se kako će na takvim tlima trebati nastaviti uzgajati pionirske vrste drveća, i to one koje su im po svojim ekološkim zahtjevima i biološkim svojstvima bolje prilagođene od topola. Ovo je istraživanje pokazalo kako je za tu namjenu najbolje uporabiti obični bagrem.

Sve to ne znači odustajanje od uzgajanja topola. Nove nasade treba osnivati ponovno ako se promjene u značajkama staništa nisu dogodile ili u slučaju pošumljavanja neobraslih proizvodnih šumskih zemljišta, sve uz uvjet povoljnog vodnog režima tala. Posebnu pozornost prilikom analize staništa i donošenja odluke o nastavku uzgajanja topola treba posvetiti u slučaju kada bi se nasad trebao osnovati u trećoj ili višoj ophodnji. Prilikom osnivanja i njege nasada potrebno je dosljedno obavljati sve postupke koje je šumarska praksa na području Osijeka do sada uspješno upotrebljavala, od proizvodnje kvalitetnih sadnica, preko uvida u profil tla i same sadnje do njege nasada. Racionalizacija šumskouzgojnih radova kratkoročno može polučiti financijske uštede, ali dugoročno vodi problemima u uspijevanju sastojina i kasnijim većim financijskim izdacima u saniranje stanja.

U svakom slučaju, potrebno je napustiti ekstenzivan pristup uzgajanju šuma u novonastalim uvjetima. To znači intenzivirati šumskouzgojne radove, smanjiti radne površine i izlučivati nove odsjeke, za svaki od njih izrađivati šumskouzgojni plan, pojačati kontrolu i odgovornost prilikom planiranja i izvođenja radova (Anić i dr., 2008.).

ZAKLJUČAK CONCLUSION

Rezultati istraživanja pokazali su kako je nasade topola u promijenjenim stanišnim prilikama nakon višekratnih ophodnji moguće zamijeniti sa sastojinom koja svojim sastojinskim oblikom odgovara terminalnoj šumskoj zajednici istraživanoga područja – veza i poljskog jasena s hrastom lužnjakom (*Fraxino-Ulmetum laevis* Slavnić 1952).

Postupak traži intenzivni stručni pristup. Prethodi mu izrada detaljnog šumskouzgojnog plana koji bi, između ostalog, definirao područja niza i greda u nekom odjelu. Nize i vlažne grede treba prepustiti poljskom jasenu koji je pokazao vrlo dobre rezultate u ovome pokusu. Hrast lužnjak je pokazao zavidnu stabilnost i vitalitet, pa ga treba upotrebljavati u smjesi s poljskim jasenom. Obični bagrem preporuča se za najsušne lokalitete s pjeskovitim tlima koja su naglo ostala bez podzemne i poplavne vode, na kojima nema uvjeta za nastavak uzgajanja topola.

S obzirom na preživljenje i visine kao indikatore rasta i razvoja biljaka, najbolje su rezultate pokazali redom obični

bagrem, poljski jasen i hrast lužnjak. Najlošije rezultate postigli su divlja trešnja i obični grab.

Najbolje preživljenje nakon pet vegetacija utvrđeno je za obični bagrem 97,50%, poljski jasen 90,88% i hrast lužnjak 82,88%. Slijede divlja trešnja, čije je petogodišnje preživljenje 54,00% i obični grab s preživljenjem od 23,25%. Preživljenje bagrema je na visokoj razini kroz čitavo petogodišnje razdoblje. Preživljenje hrasta lužnjaka je na vrlo dobroj razini, ali s trendom opadanja tijekom prve četiri godine praćenja. Obrnuti trend ima poljski jasen kojemu je preživljenje, nakon obavljenog čepovanja, naglo poraslo i sada je na vrlo dobroj razini. Najveći pad preživljenja zabilježen je kod divlje trešnje i običnoga graba.

S obzirom na mikoreljef, najbolje preživljenje je pokazao obični bagrem koji podjednako dobro raste u nizi i na gredi. Poljski jasen i hrast lužnjak bolje preživljenje imaju u nizi. Divlja trešnja i obični grab imaju općenito loše preživljenje, neovisno o mikoreljefu.

Utvrđena je statistički značajna razlika u visinama između ispitivanih vrsta, osim između hrasta lužnjaka i poljskog jasena, hrasta lužnjaka i običnoga graba te između poljskog jasena i običnoga graba. Prosječna visina hrasta lužnjaka nakon pet vegetacija iznosi 96,5 cm, običnoga graba 112,8 cm, poljskog jasena 110,0 cm, divlje trešnje 152,5 cm, a bagrema 345,8 cm.

Analizom visina biljaka između ploha unutar pojedine vrste drveća, ustanovljena je statistički značajna razlika kod hrasta lužnjaka, poljskog jasena i bagrema, dok kod divlje trešnje i običnoga graba nije bilo razlika. U većini slučajeva ta razlika je utvrđena za plohe koje se nalaze u nizi. To se može povezati s povoljnijim uvjetima vlaženja.

ZAHVALA ACKNOWLEDGEMENT

Istraživanje je obavljeno u sklopu projekta Mogućnost obnove nasada topola nakon višekratnih ophodnji, koje su financirale Hrvatske šume d.o.o. Zagreb, u nekoliko faza tijekom razdoblja 2006. – 2013. godine. Posebno se zahvaljujemo na pomoći kolegama i suradnicima iz Uprave šuma podružnica Osijek, Šumarije Valpovo i Šumarije Osijek.

LITERATURA REFERENCES

- Anić, I., D. Kajba, 2015: Mogućnost obnove nasada topola uz rijeku Dravu kod Osijeka. U: S. Matić, F. Tomić, I. Anić (ur.), Zbornik radova sa znanstvenog skupa Proizvodnja hrane i šumarstvo – temelj razvoja istočne Hrvatske. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, 255 – 269.
- Anić, I. (ur.), 2013: Mogućnost obnove nasada topola nakon višekratnih ophodnji – završno izvješće. Elaborat, završno izvješće projekta za razdoblje 2011. – 2013., Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 70 str., Zagreb.

- Anić, I., D. Kajba, N. Potočić, I. Pilaš, 2010: Mogućnost obnove nasada topola nakon višekratnih ophodnji – faza II. Elaborat, završno izvješće projekta za razdoblje 2009. – 2010., Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 68 str.
- Anić, I., D. Kajba, N. Potočić, I. Pilaš, M. Županić, 2008: Mogućnost obnove nasada topola nakon višekratnih ophodnji. Elaborat, završno izvješće projekta za razdoblje 2006. – 2008., Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 82 str.
- Anić, I., S. Matić, M. Oršanić, B. Belčić, 2005: Morfologija i struktura šuma poplavnih područja. U: J. Vukelić (gl. ur.), Poplavne šume u Hrvatskoj, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, 245 – 262.
- Antunović, S., 1995: Tehnologija podizanje plantaža i intenzivnih kultura topola i vrba. Prilozi raspravi o biološkoj reprodukciji šuma topola i vrba, Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva Republike Hrvatske, Hrvatska komisija za topolu, Zagreb, str. 1 – 5.
- Dekanić, I., 1979: Uzgojne mjere i proizvodnja u nekim prirodnim sastojinama i kulturama euroameričkih topola slavonskog područja. Šumarski list 103(7 – 8): 299 – 332.
- Diminić, D., 2015: Nova bolest jasena (*Fraxinus* spp.) u Hrvatskoj. U: S. Matić, F. Tomić, I. Anić (ur.), Zbornik radova sa znanstvenog skupa Proizvodnja hrane i šumarstvo – temelj razvoja istočne Hrvatske. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, 363 – 373.
- Hammer, Ø., D. A. T. Harper, P. D. Ryan, 2001: PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- Hrvatsko povjerenstvo za topolu, 2015: Izvješće za razdoblje 2012. – 2015., Ministarstvo poljoprivrede Republike Hrvatske, Hrvatsko povjerenstvo za topolu, Zagreb 18 str.
- Matić, S., M. Oršanić, I. Anić, 2005: Osnivanje šumskih kultura i plantaža glavnih vrsta drveća poplavnih šuma. U: J. Vukelić (gl. ur.), Poplavne šume u Hrvatskoj, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, 297 – 307.
- Matić, S., M. Oršanić, I. Anić, 1996: Prirodne sastojine topola i vrba u današnjim ekološkim i gospodarskim uvjetima Hrvatske. U: Mayer, B. (ur.), Unapređenje proizvodnje biomase šumskih ekosustava, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Šumarski institut, Jastrebarsko, Zagreb, 217 – 228.
- Mayer, Ž., Ž. Hećimović, 2008: Obnova ritskih šuma hrvatskog podunavlja uz oplemenjivanje sadnicama poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl). Šumarski list 132(1 – 2): 43 – 52.
- Mayer, Ž., 1999: Ritske šume hrvatskog Podunavlja i njihova prirodna obnova. Glasnik za šumske pokuse 31: 391 – 434.
- Milotić, M., 2017: Uloga gljive *Hymenoscyphus fraxineus* (T. Kowalski) Baral, Queloz & Hosoya u odumiranju jasena (*Fraxinus* spp.) u Republici Hrvatskoj. Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu Šumarski fakultet, 1 – 274 str.
- Osnove gospodarenja G. j. Osječke podravske šume za razdoblja: 1967.–1976., 1977.–1986., 1987.–1996., 1997.–2006., 2007.–2016., Hrvatske šume, d.o.o. Zagreb, Uprava šuma podružnica Osijek.
- Osnove gospodarenja G. j. Valpovačke podravske šume za razdoblja: 1957.–1966., 1967.–1977., 1974.–1983., 1984.–1993., 1994.–2003., 2004.–2013., Hrvatske šume, d.o.o. Zagreb, Uprava šuma podružnica Osijek.
- Podhorski, I., 1951: Uzgoj topola. Poljoprivredni nakladni zavod, Zagreb, 65 str.
- Rauš, Đ., S. Matić, 1987: Ritske šume. Šumarska enciklopedija, JLZ Miroslav Krleža, Zagreb, 155 – 159.
- Sikora, J., 1996: Primjena duboke sadnje. Šumarski list 120(5-6): 235-241.
- Sikora, J., 1995: Općenito o šumama poplavnog područja s posebnim osvrtom na prirodne šume. Prilozi raspravi o biološkoj reprodukciji šuma topola i vrba, Hrvatska komisija za topolu, Kondrić.
- Španović, T., 1931: Meke ili ritske šume u Podunavlju. Šumarski list 55(3): 92 – 123.
- Tukey, J., 1949: Comparing Individual Means in the Analysis of Variance. *Biometrics*, 5(2): 99 – 114.
- Vukelić, J., D. Baričević, 2004: The association of spreading elm and narrow-leaved ash (*Fraxino-Ulmum laevis* Slav. 1952) in floodplain forests of Podravina and Podunavlje. *Haequetia* 3(1): 49 – 60.
- Vukelić, J., D. Baričević, Z. Perković, 1999: Vegetacijske i druge značajke zaštićenog dijela "Slatinskih podravskih šuma". Šumarski list, 123(7 – 8): 287 – 299.
- Welch, B. L. 1951: On the Comparison of Several Mean Values: An Alternative Approach. *Biometrika*, 38: 330 – 336, doi:10.2307/2332579.

Summary

The paper presents the results of research on the survival and growth of several tree species which could be used to replace poplars in plantations if necessary. The experiment was established in the area of Valpovo Forest Office, in the Management Unit of Valpovačke Podravske Šume, forest area of Topolje, sub-compartment 23a. This locality is a typical example of poor growth and dieback of poplar plantations even after multiple restocking with poplar seedlings and tending. The experiment was set up according to the randomized block design, with six treatments in four blocks. The following stand forms were treated: A - pedunculate oak, B - narrow-leaved ash, C - black locust, D - pedunculate oak with common hornbeam, E - wild cherry with narrow-leaved ash, and F - wild cherry with common hornbeam. The experiment was established on November 18, 2000. Plant survival was recorded every year over a five-year trial monitoring period. During the winter of 2015, the height of all the trees was measured and the spatial position of live and dead individuals per subplot was determined. In terms of survival and height as indicators of plant growth and development, the best results were manifested by black locust, followed by narrow-leaved ash and pedunculate oak. The poorest re-

sults were achieved by wild cherry and common hornbeam. With regard to the micro-relief, the best survival was displayed by black locust, which grows equally well both in unsoaked micro depressions (*niza*) and on micro elevations (*greda*). Narrow-leaved ash and pedunculate oak survived better in micro-depressions. In general, wild cherry and common hornbeam showed poor survival irrespectively of the micro-relief. Research results confirm the hypothesis regarding the need to replace or substitute poplar plantations under changed site conditions towards a stand whose stand form is adequately suited to the terminal forest community of the study area - spreading elm and narrow-leaved ash with pedunculate oak (*Fraxino-Ulmetum laevis* Slavnić 1952). The procedure should be preceded by a detailed forest management plan which would, among other things, define the areas of micro-depressions and micro-elevations in a particular compartment. Micro-depressions and wet micro-elevations should be reserved for narrow-leaved ash, which showed very good results in the trial. Pedunculate oak displayed very good stability and vitality and should therefore be used in a mixture with narrow-leaved ash. Black locust proved to be suitable in all conditions, but it is recommended to use it over the driest and sandy soils which have abruptly remained without ground and floodwater.

KEY WORDS: poplars, pedunculate oak, narrow-leaved ash, black locust, analysis of variance

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

RAZNOLIKOST I STRUKTURIRANOST HRVATSKIH KONTINENTALNIH I ALPSKO-DINARSKIH POPULACIJA BIJELE JOHE (*Alnus incana* /L./ Moench subsp. *incana*): GEOGRAFSKA I OKOLIŠNA IZOLACIJA KAO UZROK FENOTIPSKJE DIVERGENCIJE

Igor POLJAK¹, Marilena IDŽOJTIĆ^{1*}, Irena ŠAPIĆ², Patrik KORIJAN[†], Joso VUKELIĆ²

Summary

We studied the morphological variation and its correlation to the environment in a boreal tree species, *Alnus incana* (L.) Moench subsp. *incana*, across the Croatian continental and Alpine-Dinaric biogeographical regions. A total of seven grey alder populations from environmentally divergent habitats were included in the study. We combined descriptive and multivariate statistical methods by using morphological leaf traits and environmental features to examine the diversity and structure of grey alder populations. High phenotypic variation, and two distinct morphotypes were found: small-leaf in the Alpine-Dinaric region, and large-leaf in the continental region. We identified a biogeographical structuring of populations with a high level of among-tree variation within the populations. Multivariate phenotypic and environmental analysis confirmed the existence of small- and large-leaf ecotypes. Additionally, a lack of significant among-population variation within biogeographical regions was observed. Furthermore, we found that phenotypic divergence of the studied grey alder populations can be explained as a result of a significant level of isolation both by distance and by environment.

KEY WORDS: phenotypic variation, leaf morphology, adaptation, ecological divergence, clinal variation, altitudinal gradient

¹ Dr. sc. Igor Poljak, Prof. dr. sc. Marilena Idžojić, Patrik Korijan, mag. ing. silv., Department of Forest Genetics, Dendrology and Botany, Faculty of Forestry, University of Zagreb, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Croatia

² Dr. sc. Irena Šapić, Prof. dr. sc. Joso Vukelić, Department of Ecology and Silviculture, Faculty of Forestry, University of Zagreb, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Croatia

*Corresponding author (E-mail: midzotic@sumfak.hr)

INTRODUCTION

UVOD

Alnus incana (L.) Moench subsp. *incana* (hereafter *Alnus incana*), family *Betulaceae*, is a diploid ($2n = 2x = 28$), monoecious and wind-pollinated, relatively short-lived, small to medium-sized deciduous tree (Tallantire 1974; Mandák *et al.* 2016; Vit *et al.* 2017). It is a light-demanding, hygromesophilous species which tolerates low winter temperatures. The grey alder can be found on stream banks, lake shores, damp meadows and in wet mountain environments at elevations of up to 1800 m (Schütt and Lang 2014; Houston Durrant *et al.* 2016). Along with all other alder species, it is unique within the *Betulaceae* family since it can fix nitrogen in symbiotic root nodules with the actinomycetes bacteria from the genus *Frankia* (Benson *et al.* 2004; Vanden Heuvel 2011). In addition, it is an important pioneer species with the ability of fast regeneration and colonization of disturbed or damaged areas. Similar to the Norway spruce (*Picea abies* /L./ H.Karst), the range of the grey alder is divided into a northern (subsp. *kolaensis* /N.I.Orlova/Á.Löve et D.Löve) and a southern area, which meet in the Polish lowlands (Douda *et al.* 2014). The distribution of subsp. *incana* in the southern part of the range is linked with a patchy mountain occurrence (in the Alps, the northern Apennines, the Hercynian mountains, the Carpathians, the Bulgarian mountains, the Dinaric Alps, the Caucasus, and mountains in Turkey) and continues eastward across European Russia to western Siberia (Mandák *et al.* 2016). Grey alder is represented by two subspecies in North America: subsp. *rugosa* (Du Roi) R.T.Clausen and subsp. *tenuifolia* (Nutt.) Breitung. In Croatia, *A. incana* inhabits north-western and north-eastern parts of the country at the southern border of its natural range of the Central European mountains (Vukelić and Rauš 1998; Vukelić 2012; Trinajstić 2008; Poljak *et al.* 2014). This part of the grey alder's natural distribution is completely separated from its southern natural range in the Balkan Peninsula. Here, the grey alder appears in two biogeographical regions with contrasting climates: the continental region, along the course of the Drava river; and in the mountainous Alpine-Dinaric region in Gorski kotar, along the course of the Kupa river and its tributaries. This biogeographical divergence caused by strong climatic gradients and complex topography resulted in a clear floristic differentiation of grey alder stands in Croatia.

In the continental region of Croatia, the grey alder occurs mainly in riparian and floodplain forests along the main watercourse of the river Drava, where it forms smaller and isolated populations. These populations are included within the association *Equiseto hyemali-Alnetum incanae* Moor 1958 (Trinajstić 1964; Franjić *et al.* 1999). This association is characterized by the presence of hygrophilous species, such as: *Fraxinus angustifolia* Vahl subsp. *oxycarpa* (Willd.) Franco et Rocha Afonso, *Ulmus laevis* Pall., *U. minor* Mill., *Prunus*

padus L., *Equisetum hyemale* L., and others. The former forest areas that were studied by Trinajstić (1964) are today no longer covered by forest. Riparian and floodplain forests close to urban centres are being dried out, and their habitats are transformed into residential areas and municipal infrastructure so that grey alder forests along the course of the Drava river are nowadays in strong regression (Vukelić 2012; Poljak *et al.* 2014).

Stands from the north-western Dinarides are defined within the association *Lamio orvalae-Alnetum incanae* Dakskobler 2010, where a geographic variant with *Helleborus dumetorum* is described (Vukelić *et al.* 2012, 2017). In general, the main characteristic of these stands is floristic heterogeneity and high richness of species, mainly as a consequence of the biogeographical position and floristic development of the western Dinarides (Bennett *et al.* 1991; Petit *et al.* 2003; Magri *et al.* 2006; Liepelt *et al.* 2009; Temunović *et al.* 2013) – one of the floristically richest forest areas in Europe. The following species are particularly prominent: *Fraxinus excelsior* L., *Ulmus glabra* Huds., *Fagus sylvatica* L., *Acer pseudoplatanus* L., *Lamium orvala* L., *Scopolia carniolica* Jacq., *Helleborus dumetorum* Waldst. et Kit., *Lunaria rediviva* L., *Knautia drymeia* Heuff. subsp. *drymeia*, and others. The occurrence and growth of grey alder forests in this region is conditioned by occasional flooding of the river Kupa and its tributaries over a length of about thirty kilometres. The river partially flows through a canyon and partially extends along to horizontally elongated terraces, on which forests were cut down in the past. In the last 50 years, land cultivation has been gradually abandoned, giving place to natural succession of vegetation.

To date, several genetic studies have been carried out on the grey alder. Microsatellite primers specific for the *A. glutinosa* (L.) Gaertn and *A. incana*, developed by Lepais and Bacles (2011), were used to evaluate the population genetic structure and diversity of 65 populations, and to reconstruct the historical pattern of postglacial biogeographical range expansion of the boreal tree species *A. incana* in Europe (Mandák *et al.* 2016). Furthermore, genetic diversity and clonal structure of 24 populations covering the Central European part of the species range from the Scandinavian Peninsula to the Balkans were analysed utilizing four nuclear microsatellite markers (Dering *et al.* 2016). Additionally, several studies have addressed the morphological variability of grey alder populations (Krauze-Michalska and Boratyńska 2013; Poljak *et al.* 2014). Krauze-Michalska and Boratyńska (2013) revealed a high level of morphological variation of leaves and significant differences between the Scandinavian and all other European populations of *A. incana*. By contrast, in our previous research of grey alder populations in Croatia (Poljak *et al.* 2014), along the upper course of the Drava river, the absence of inter-population variability was observed. However, no research of the grey alder's morphologic variation on a larger geographical scale in Croatia has been performed thus far.

In this study, we combined descriptive and multivariate statistical methods using the morphological leaf traits and environmental features to examine the diversity of grey alder populations distributed across the Croatian continental and Alpine-Dinaric biogeographical regions. Our main objectives were: 1) to reveal the levels of population variation and divergence within and among natural populations of *A. incana*; and 2) to test correlations between geographic, environmental and morphological variation.

MATERIAL AND METHODS

MATERIJAL I METODE

Plant material and leaf characters studied – *Biljni materijal i istraživane značajke lista*

The material for morphometric analysis was collected in July 2016 in seven natural populations of *A. incana* in Cro-

atia (Figure 1). The study encompassed four populations from the Alpine-Dinaric region (P01 – Gerovo, P02 – Turke, P03 – Čedan; P04 – Lukovdol), and three populations from the continental region (P05 – Varaždin, P06 – Slatina; P07 – Donji Miholjac). Each of the studied populations was represented by 20 trees and each tree by 20 healthy and undamaged leaves of short shoots from the external, sunlit part of the crown. The minimum distance between individual trees was at least 50 m, to avoid the sampling of close relatives. Vouchers for the populations studied were deposited in the herbarium at the Faculty of Forestry of the University of Zagreb (DEND).

The leaves were scanned and measured using the WinFolia program (WinFolia TM2001). A total of nine characteristics were measured (Figure 2). The accuracy of measurements was 0.1 mm, and the following morphological characteristics

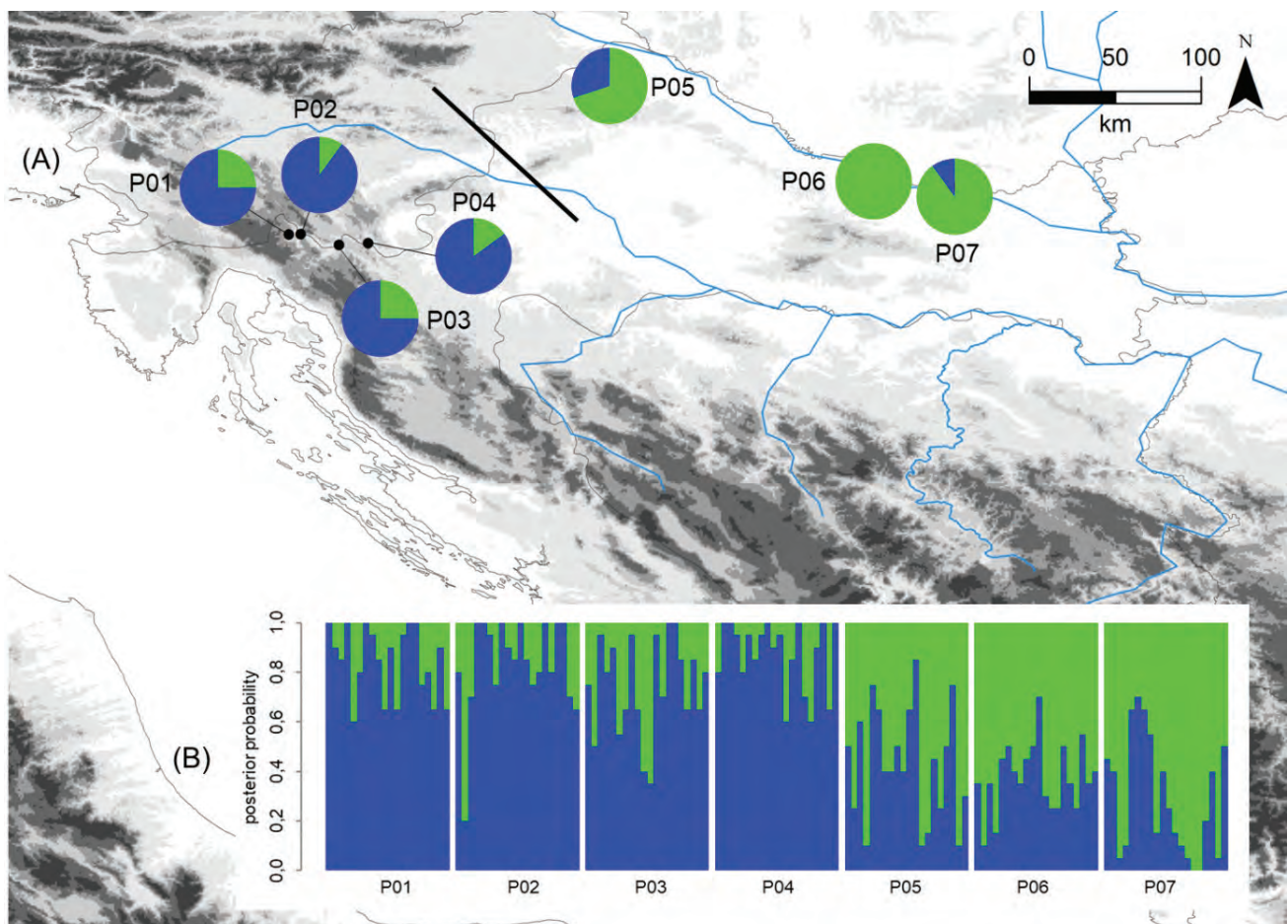


Figure 1. Locations of the seven sampled *Alnus incana* populations. (A) Geographical distribution of two groups of populations detected from K-means clustering (the proportions of the ancestry of each population in each of the defined clusters are colour-coded: cluster A—blue, cluster B—green); and (B) barplot with posterior probabilities of classification of each individual into each group from the results of the classification discriminant analysis. The main barrier as obtained by Barrier 2.2 is also shown. Acronyms of populations: P01 – Gerovo, P02 – Turke, P03 – Čedan, P04 – Lukovdol, P05 – Varaždin, P06 – Slatina, P07 – Donji Miholjac.

Slika 1. Lokacije uzorkovanja sedam populacija bijele johe. (A) Geografski raspored dvije skupine populacija na temelju K-means klasterne metode (udjeli porijekla svake populacije u svakom od definiranih klastera određeni su bojom: klaster A – plava, klaster B – zelena); (B) Barplot s vjerojatnostima klasifikacije svakog stabala u svaku od istraživanih skupina temeljen na rezultatima klasifikacijske diskriminantne analize. Na slici je prikazana barijera protoka gena između sedam istraživanih populacija bijele johe utvrđena Monmonierovim algoritmom maksimalne razlike na temelju Euklidske udaljenosti. Akronimi populacija: P01 – Gerovo, P02 – Turke, P03 – Čedan, P04 – Lukovdol, P05 – Varaždin, P06 – Slatina, P07 – Donji Miholjac.

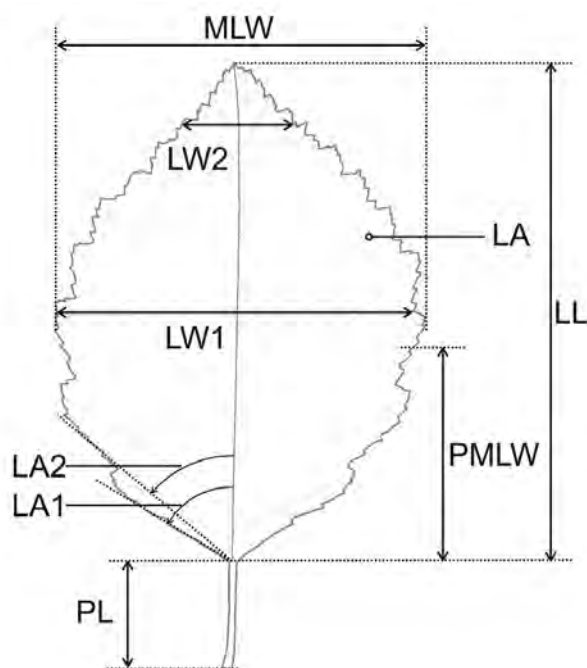


Figure 2. Measured leaf traits: leaf blade area (LA); leaf blade length (LL); maximum leaf blade width (MLW); leaf blade length, measured from the leaf base to the point of maximum leaf width (PMLW); leaf blade width at 50% of leaf blade length (LW1); leaf blade width at 90% of leaf blade length (LW2); angle closed by the main leaf vein and the line defined by the leaf blade base and a point on the leaf margin, at 10% of leaf blade length (LA1); angle closed by the main leaf vein and the line defined by leaf blade base and a point on the leaf margin, at 25% of leaf blade length (LA2); petiole length (PL).

Slika 2. Mjerene značajke lista: površina plojke (LA); dužina plojke (LL); maksimalna širina plojke (MLW); dužina plojke, mjerena od osnove plojke do mjesta najveće širine plojke (PMLW); širina plojke na polovici dužine plojke (LW1); širina plojke na 90 % dužine plojke (LW2); kut koji zatvaraju glavna lisna žila i pravac definiran osnovom plojke i točkom na rubu lista, koja se nalazi na 10 % dužine plojke (LA1); kut koji zatvaraju glavna lisna žila i pravac definiran osnovom plojke i točkom na rubu lista, koja se nalazi na 25 % dužine plojke (LA2); dužina peteljke (PL).

were measured on each leaf: leaf blade area (LA); leaf blade length (LL); maximum leaf blade width (MLW); leaf blade length, measured from the leaf base to the point of maximum leaf width (PMLW); leaf blade width at 50% of leaf blade length (LW1); leaf blade width at 90% of leaf blade length (LW2); angle closed by the main leaf vein and the line defined by the leaf blade base and a point on the leaf margin, at 10% of leaf blade length (LA1); angle closed by the main leaf vein and the line defined by leaf blade base and a point on the leaf margin, at 25% of leaf blade length (LA2); and petiole length (PL). Finally, a total of 2800 leaves, dried in a herbarium, were measured, and 25 200 simple data values were obtained.

Statistical analyses – Statističke analize

The measured morphological characteristics were described by standard descriptive statistical parameters: arithmetic mean, standard deviation, coefficient of variation (CV%),

and the percentiles 0% (minimum), 5%, 25% (lower quartile), 50% (median), 75% (upper quartile), 95% and 100% (maximum). To assess the possibility of conducting multivariate statistical analyses and parametric tests, the symmetry, unimodality and homoscedasticity of data were verified (Sokal and Rohlf 2012). Assumptions of normality were checked using the Shapiro–Wilk test, and the assumption of homogeneity of variance using Levene's test. A hierarchical analysis of variance (ANOVA) was performed to examine the partition of phenotypic variation between the continental and the Alpine-Dinaric regions, among populations within the regions, and within populations.

The relationship between average values of morphological leaf characteristics and geographical longitude, latitude, and altitude (e.g. Krauze-Michalska and Boratyńska 2013) and the influence of climatic variables on leaf characteristics were tested using Spearman's coefficient (Sokal and Rohlf 2012). Climate data were obtained from the WorldClim database with a spatial resolution close to a square km (Hijmans *et al.* 2005). To evaluate the correlation between multicharacter differences among populations, a Mantel test (Mantel 1967) was performed on the matrices of Euclidean distances. First, the correlations among all 19 WorldClim bioclimatic variables and topographic variables for all presence points were calculated to exclude the highly correlated ones, whilst keeping the variables useful in predicting the distribution limits of trees, such as climatic averages and extremes (Zimmermann *et al.* 2009; Temunović *et al.* 2012). We computed and tested the correlations between: (1) the matrix of the geographical distances between pairs of populations and the matrix of morphological differences among populations – “isolation by distance” (Wright 1943); and (2) the matrix of environmental distances and the matrix of morphological differences among populations – “isolation by environmental distance” (Mendez *et al.* 2010). The significance level was assessed after 10,000 permutations, and the Mantel test was performed with the R package “Vegan” (Oksanen *et al.* 2017).

Multivariate statistical methods were used to identify the population differentiation (McGarigal *et al.* 2000). Pearson's correlation coefficient was used to identify interactions between leaf traits and to detect potential redundant variables, i.e. highly correlated variables were excluded from the analyses. The conducted cluster analysis resulted in a hierarchical tree, where the unweighted pair-group method with arithmetic mean (UPGMA) was used to join the clusters, and the Euclidean distance to define the distance between the studied objects. The K-means method was applied to detect phenotypic structure and define the number of K-groups that best explained the morphological variation of populations (e.g. Douaihy *et al.* 2012; Boratyński *et al.* 2013; Sobierajska *et al.* 2016). In addition, the biogeographical structure of the studied populations was further

analysed using the Monmonier's maximum difference algorithm, implemented in Barrier 2.2 software (Manni *et al.* 2004). A canonical discriminant analysis was performed to calculate the discriminatory power of characters among biogeographical regions. The proportion of correctly classified individuals into biogeographical regions was determined using classificatory discriminant analyses (Oksanen *et al.* 2017). To examine the level of environmental and phenotypic divergence between the studied biogeographical regions, principal component analysis (PCA) was used. The input data in multivariate statistical methods were previously standardized, i.e. standardization of characters to zero mean and unit standard deviation was performed prior to each multivariate analysis.

The above statistical analyses were conducted using the STATISTICA 8.0 statistical program (StatSoft, Inc. 2001), and "MorphoTools" R scripts in R v.3.2.2 (R Core Team, 2016) following the manual of Koutecký (2015).

RESULTS REZULTATI

The results of the conducted descriptive statistical analysis are shown by biogeographical region (Figure 3). The highest mean values for all analysed characteristics were observed in the populations from the continental region. Coefficients of variation among populations for particular morphological traits were generally similar (data not shown). However,

Table 1. Hierarchical analysis of variance.

Tablica 1. Hijerarhijska analiza varijance.

Character Značajka	Variance component Sastavnice varijance	df	F	Percent of variation Postotak varijabilnosti	P-value P-vrijednost
LA	Region	1	35.19	29.85	0.0019
	Population (Region)	5	3.11	2.02	0.0109
	Tree (Region*Population)	133	7.45	16.62	0.0000
	Error			51.52	
LL	Region	1	35.79	21.92	0.0019
	Population (Region)	5	1.98	1.07	0.0863
	Tree (Region*Population)	133	7.48	18.84	0.0000
	Error			58.17	
MLW	Region	1	30.97	30.51	0.0026
	Population (Region)	5	3.56	2.48	0.0047
	Tree (Region*Population)	133	7.83	17.09	0.0000
	Error			49.92	
PMLW	Region	1	17.371	9.22	0.0088
	Population (Region)	5	1.725	0.81	0.1332
	Tree (Region*Population)	133	6.273	18.78	0.0000
	Error			71.19	
LW1	Region	1	33.30	29.75	0.0022
	Population (Region)	5	3.18	2.14	0.0096
	Tree (Region*Population)	133	7.82	17.35	0.0000
	Error			50.77	
LW2	Region	1	18.25	10.47	0.0079
	Population (Region)	5	1.41	0.60	0.2241
	Tree (Region*Population)	133	9.46	26.48	0.0000
	Error			62.45	
LA1	Region	1	14.92	8.57	0.0118
	Population (Region)	5	1.07	0.16	0.3786
	Tree (Region*Population)	133	14.54	36.94	0.0000
	Error			54.33	
LA2	Region	1	8.21	4.70	0.0352
	Population (Region)	5	1.12	0.24	0.3523
	Tree (Region*Population)	133	13.92	37.38	0.0000
	Error			57.69	
PL	Region	1	7.16	17.06	0.0457
	Population (Region)	5	9.82	10.14	0.0000
	Tree (Region*Population)	133	8.77	20.36	0.0000
	Error			52.44	

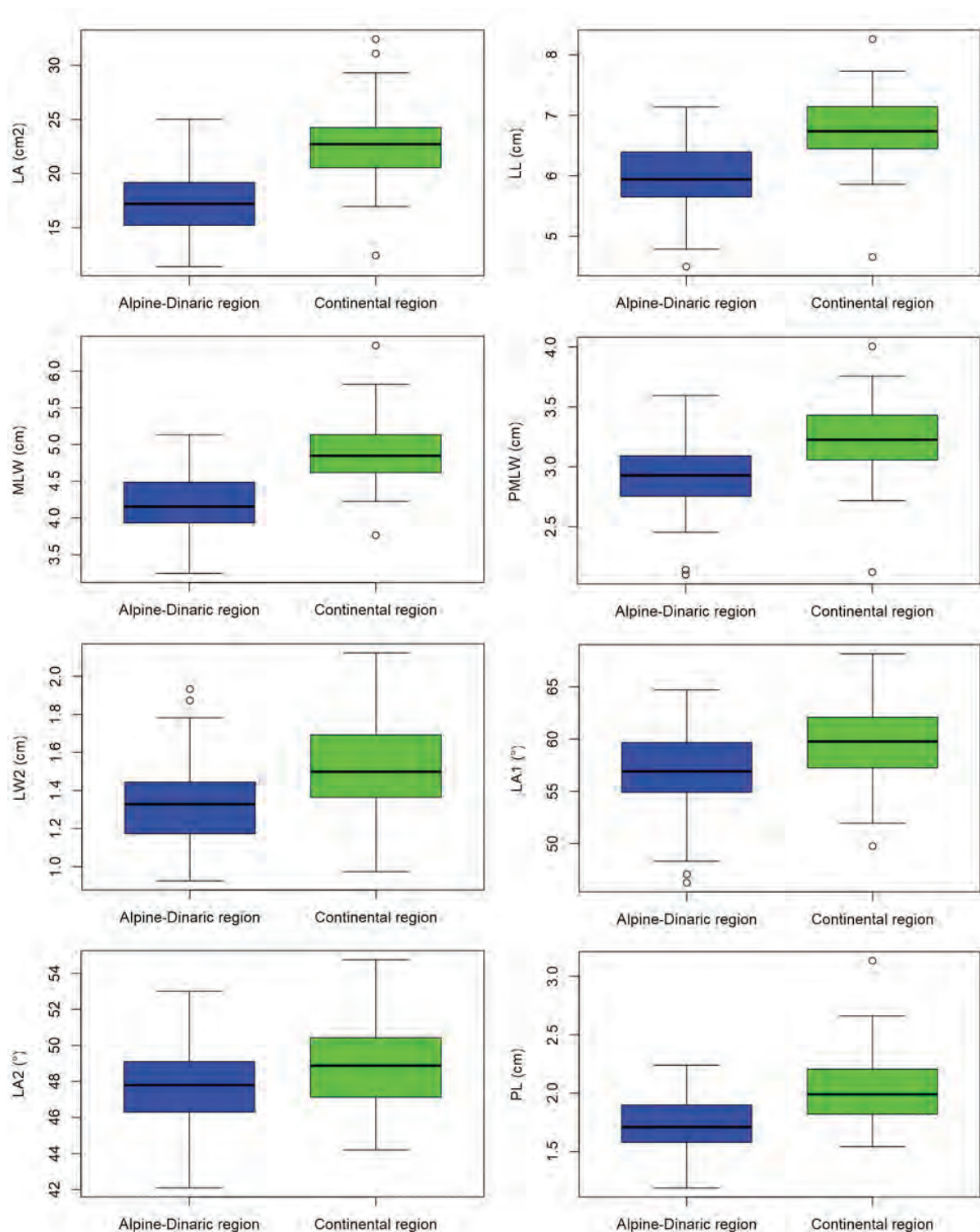


Figure 3. Morphological differentiation between continental and Alpine-Dinaric biogeographical regions. The box-and-whisker plot represents the observed measures for each region, with the centre bar indicating the median value. All the measured variables are presented except LW1, due to the occurrence of redundancy with the MLW.

Slika 3. Morfološka diferencijacija između kontinentalne i alpsko-dinarske biogeografske regije. Box-and-whisker dijagramima prikazani su deskriptivni statistički pokazatelji za mjerene značajke lista po regijama, na kojima središnja linija označava medijanu. Prikazane su sve varijable, osim LW1 zbog pojave redundantnosti sa značajkom MLW.

in the populations from the Alpine-Dinaric region, somewhat higher coefficients of variations were observed. The most variable characteristics with the CV above 25% were

leaf blade surface ($LA = 32.65\%$) and leaf blade width at 90% of leaf blade length ($LW2 = 30.30\%$). In addition, a high degree of variability was also noted for petiole length

Table 2. Correlations between geographic, environmental, and morphological variables (level of significance).

Tablica 2. Korelacije između geografskih, okolišnih i morfoloških značajki (nivo signifikantnosti).

Variable Značajka	LA	LL	MLW	PMLW	LW1	LW2	LA1	LA2	PL
Latitude	0.54 (0.22)	0.64 (0.12)	0.61 (0.15)	0.64 (0.12)	0.61 (0.15)	0.64 (0.12)	0.61 (0.15)	0.57 (0.18)	0.75 (0.05)
Longitude	0.96 (0.00)	0.79 (0.04)	0.89 (0.01)	0.71 (0.07)	0.89 (0.01)	0.71 (0.07)	0.96 (0.00)	0.93 (0.00)	0.75 (0.05)
bio1	0.93 (0.00)	0.75 (0.05)	0.86 (0.01)	0.75 (0.05)	0.86 (0.01)	0.79 (0.04)	0.89 (0.01)	0.86 (0.01)	0.71 (0.07)
bio3	-0.89 (0.01)	-0.71 (0.07)	-0.79 (0.04)	-0.79 (0.04)	-0.79 (0.04)	-0.86 (0.01)	-0.86 (0.01)	-0.82 (0.02)	-0.64 (0.12)
bio5	0.93 (0.00)	0.75 (0.05)	0.86 (0.01)	0.75 (0.05)	0.86 (0.01)	0.79 (0.04)	0.89 (0.01)	0.86 (0.01)	0.71 (0.07)
bio6	0.60 (0.15)	0.51 (0.24)	0.60 (0.15)	0.47 (0.28)	0.60 (0.15)	0.36 (0.42)	0.33 (0.47)	0.44 (0.33)	0.40 (0.37)
bio12	-0.96 (0.00)	-0.79 (0.04)	-0.89 (0.01)	-0.71 (0.07)	-0.89 (0.01)	-0.71 (0.07)	-0.96 (0.00)	-0.93 (0.00)	-0.75 (0.05)
bio15	0.79 (0.04)	0.89 (0.01)	0.86 (0.01)	0.82 (0.02)	0.86 (0.01)	0.79 (0.04)	0.75 (0.05)	0.86 (0.01)	0.86 (0.01)
bio18	-0.94 (0.00)	-0.99 (0.00)	-0.99 (0.00)	-0.90 (0.01)	-0.99 (0.00)	-0.77 (0.04)	-0.81 (0.03)	-0.90 (0.01)	-0.95 (0.00)
bio19	-0.96 (0.00)	-0.79 (0.04)	-0.89 (0.01)	-0.71 (0.07)	-0.89 (0.01)	-0.71 (0.07)	-0.96 (0.00)	-0.93 (0.00)	-0.75 (0.05)
Altitude	-0.99 (0.00)	-0.89 (0.01)	-0.96 (0.00)	-0.82 (0.02)	-0.96 (0.00)	-0.79 (0.04)	-0.93 (0.00)	-0.96 (0.00)	-0.82 (0.02)
d-water	-0.89 (0.01)	-0.67 (0.10)	-0.76 (0.04)	-0.71 (0.07)	-0.76 (0.04)	-0.76 (0.04)	-0.87 (0.01)	-0.82 (0.02)	-0.60 (0.15)

with the total CV of 24.27%. As opposed to that, the lowest value of the coefficient of variation was found for the angle closed by the main leaf vein and the line defined by the leaf blade base and a point on the leaf margin, at 10% (LA1 = 10.46%) and 25% (LA2 = 7.82%) of leaf blade length.

The results of the hierarchical analysis of variance (ANOVA) for each characteristic are shown in Table 1. The studied regions differ significantly for all studied variables. Likewise, statistically significant differences among trees within populations were observed. The AMOVA analysis showed that most of the morphological diversity was attributable to the differences between regions, confirming the geographical structuring of populations. However, a highly significant percentage of variation was explained by the differences among individuals within populations for the variables: leaf blade length, measured from the leaf base to the point of maximum leaf width (PMLW); leaf blade width at 90% (LW2); petiole length (PL); and leaf angles LA1 and LA2. Among populations within regions, there were significant differences in four of the nine analysed traits (LA, MLW, LW1, PL), where only a small proportion of the total variation was explained.

As expected, strong correlations between leaf morphological traits were observed. Almost all measured leaf traits correlated with each other at a statistically significant level. The highest correlations, considering all populations, were found between leaf blade area (LA); leaf blade length (LL); maximum leaf blade width (MLW); and leaf blade width at 50% of leaf blade length (LW1). We also observed strong and significant correlations between the angles closed by the main leaf vein and the lines defined by leaf blade base and points on the leaf margin, at 10% (LA1) and 25% (LA2) of leaf blade length. Non-significant correlations were found between petiole length (PL) and the above-mentioned leaf traits (LA1 and LA2).

Using Spearman's correlation coefficient (Table 2), a highly positive correlation was found between geographical longitude and the six measured variables (LA, LL, MLW, LW1, LA1, LA2). On the other hand, all measured variables were highly negatively correlated with the altitude and total precipitation of the warmest quarter of the year. Likewise, almost all leaf traits were significantly negatively correlated with the distance-to-water, annual mean precipitation, precipitation of the coldest quarter and isothermality. By contrast, almost all leaf traits were positively correlated with the annual mean temperature, maximum temperature of the warmest month and precipitation seasonality.

The Mantel test identified significant correlations between the morphological, geographical, and environmental distance matrices. Correlations were higher between morphological and geographical distance matrices ($r = 0.91$, $p = 0.0018$), and slightly smaller but still very strong between the morphological and environmental distance matrices ($r = 0.80$, $p = 0.0029$).

The structure of the seven grey alder populations was inferred by the K-means clustering method. The most probable division was detected at $K = 2$, and the estimated population structure is shown in Figure 1. If the proportion of a certain population was equal to or higher than 0.75, it was assumed that the population belonged to one cluster, and if it was lower than 0.75, it was assumed that the population had a mixed origin. The populations from the Alpine-Dinaric region grouped together into cluster A, and the populations from continental Croatia grouped together into cluster B. Only one population, P05 (Varaždin), was of mixed origin, with the dominant proportion from cluster B. The results obtained with the K-means clustering method were congruent with the hierarchical tree (Figure 4C), where the unweighted pair-group method with arithmetic mean (UPGMA) was used to join the clusters.

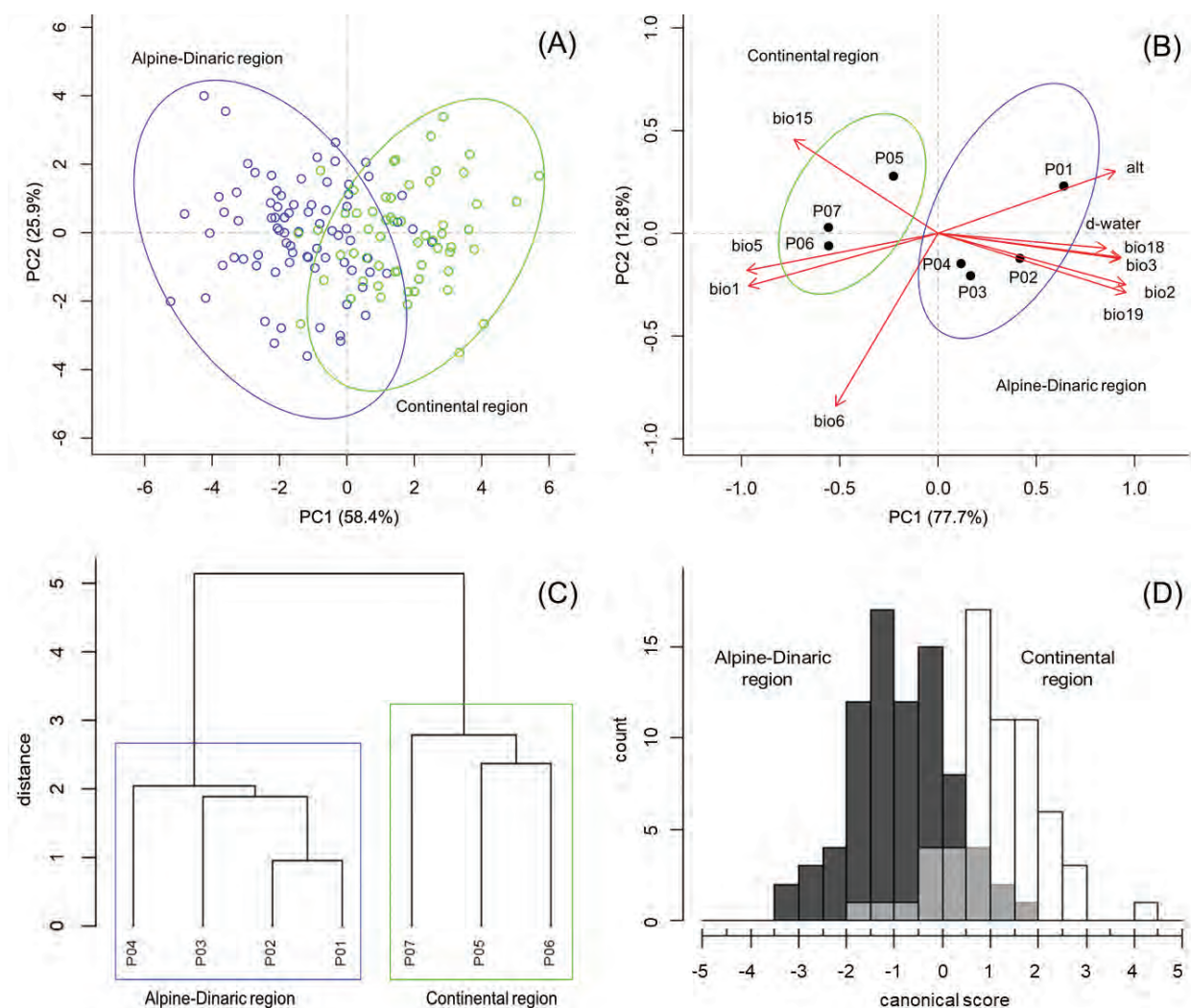


Figure 4. (A) Principal components analysis (PCA) ordination diagram of 140 *A. incana* individuals using morphometric leaf traits; (B) principal components analysis (PCA) ordination diagram based on environmental variables; (C) dendrogram constructed by the UPGMA method of cluster analysis on the closest Euclidean distances between analysed populations; (D) canonical discriminant analysis.

Slika 4. (A) PCA dijagram dobiven analizom glavnih sastavnica na temelju morfoloških značajki listova za 140 stabala bijele johe; (B) PCA dijagram dobiven analizom glavnih sastavnica na temelju okolišnih čimbenika za sedam lokaliteta bijele johe; (C) horizontalno hijerarhijsko stablo, pri čemu je za udruživanje klastera korištena UPGMA metoda, a za definiranje udaljenosti između istraživanih objekata Euklidova udaljenost; (D) kanonička diskriminativna analiza.

Table 3. Pearson correlation coefficients between ten environmental variables and scores for the first three principal components.

Tablica 3. Pearsonov koeficijent korelacije između deset sastavnica okolišnih značajki i vrijednosti prve tri glavne sastavnice.

Environmental variables Okolišne varijable		Principal component Glavne sastavnice		
		PC1	PC2	PC3
bio1	Annual Mean Temperature	0.9637	-0.2561	-0.0415
bio3	Isothermality (BI02/BI07) (*100)	-0.9314	-0.1172	0.3345
bio5	Max Temperature of Warmest Month	0.9723	-0.1810	-0.0919
bio6	Min Temperature of Coldest Month	0.5202	-0.8411	0.1459
bio12	Annual Precipitation	-0.9540	-0.2504	-0.0437
bio15	Precipitation Seasonality (Coefficient of Variation)	0.7317	0.4560	0.4562
bio18	Precipitation of Warmest Quarter	-0.9261	-0.1236	-0.0801
bio19	Precipitation of Coldest Quarter	-0.9560	-0.2883	-0.0271
Alt	Altitude	-0.9026	0.3027	-0.2448
d-water	Distance to Water	-0.8564	-0.0722	0.3873
Eigenvalue		7.7775	1.2855	0.5705
% of variance		77.77	12.85	5.70

The results of the discriminant analysis suggest that the differentiation between the studied biogeographical regions is significant. Although with some overlap, the analysis revealed a clear separation between the Alpine-Dinaric and continental populations (Figure 4D). The proportion of correctly classified individuals into two studied biogeographical regions “Alpine-Dinaric” and “continental” is shown in Figure 1B. The overall classification success was 87.1% of correctly classified individuals. Within the Alpine-Dinaric group, 88.7% of the individuals were included in the correct population group. A lower rate of correctly classified individuals was observed in the continental region (85.0%).

Principal component analysis (PCA) has clearly supported a separation of the continental and Alpine-Dinaric populations along the altitudinal, temperature and precipitation gradients (Figure 4B, Table 3). The results show that continental populations are characterised by low elevations and warmer habitats with higher temperatures and lower precipitation. By contrast, high-elevation populations from the Alpine-Dinaric region are distributed within cooler habitats with lower winter temperatures and higher precipitation. In addition, PCA analysis of all individuals has supported the divergence of two morphologically distinct groups (Figure 4A).

DISCUSSION RASPRAVA

The results clearly demonstrate a high phenotypic diversity of grey alder populations in Croatia. In general, populations from the continental region had larger and wider leaves than populations from high altitudes in the mountainous Alpine-Dinaric region. In addition, large-leaf populations showed slightly lower variation possibly due to an overall reduction in the number of individuals, and fragmentation and isolation of populations due to human impact (Vukelić 2012; Poljak *et al.* 2014). On the other hand, environmental heterogeneity over very short distances within the Alpine-Dinaric region could result in higher phenotypic intra-population variability. A significant variability of morphological characteristics of the grey alder leaves was also reported by Krauze-Michalska and Boratyńska (2013), and Poljak *et al.* (2014). Nevertheless, in our previous study of grey alder populations, along the upper course of the river Drava, somewhat higher within-population variability was recorded. Furthermore, our results indicated that a natural hybridization has occurred between the common and grey alder in those populations, but at relatively low rates. However, these events may influence the diversity and structure of populations (Barton 2001; Poljak *et al.* 2017), and increase within-population morphological variability. In the current study, the above-

mentioned influence was strongly reduced by examining the plant material for the analysis, i.e. hybrid individuals were subsequently excluded from the study.

The results of the hierarchical analysis of variance (ANOVA) were in line with the expectations of high morphological variation within populations and low differentiation between populations, as observed in alders (Krauze-Michalska and Boratyńska 2013; Poljak *et al.* 2014) and other wind-pollinated floodplain tree species (Jarni *et al.* 2011; Zebec *et al.* 2010, 2014). The relatively high level of among-tree variation within the populations is probably a result of both phenotypic adaptation to specific micro-environmental conditions experienced by each tree, and genetic differentiation among individual trees (Brus *et al.* 2011; Poljak *et al.* 2015). However, the AMOVA analysis showed that a great proportion of the total variation was attributable to the differences between regions, confirming the geographical structuring of populations. Moreover, most of the population pairs from both biogeographical regions had non-significant pairwise values (data not shown). The lack of significant among-population variation within biogeographical regions could be explained with the population longitudinal distribution along the rivers and floodplains with no barriers to gene flow, where free pollen and seed dispersion between the populations occurs (Temunović *et al.* 2012). More specifically, this can confirm the findings of our previous study of grey alder populations in Croatia (Poljak *et al.* 2014), along the upper course of the Drava river, where absence of inter-population variability was also observed.

The results of the hierarchical analysis of variance have been confirmed by multivariate statistical methods, suggesting the existence of a clear divergence between the populations from two biogeographical regions. Such differences in variability were also found in other woody species that occur in different biogeographical regions with contrasting climates (Škvorc *et al.* 2005; Temunović *et al.* 2012; Poljak *et al.* 2015; Zebec *et al.* 2016).

We found that the divergence among populations tended to follow an altitudinal cline along which populations from lower altitudes had larger and wider leaves than populations from high altitudes. In general, it is well known that leaf morphological traits, such as leaf length and width, are negatively correlated with altitude (Körner *et al.* 1986, 1989; Hovenden and Vander Schoor 2003; Bresson *et al.* 2011; Paridari *et al.* 2013). However, many environmental features accompany altitudinal changes to which plant populations adapt: those physically tied to meters above sea level, such as atmospheric pressure, temperature and clear-sky turbidity; and those that are not generally altitude specific, such as moisture, hours of sunshine, wind, season length, geology and even human land use (Körner 2007). In fact,

our results showed that the leaf measured characteristics that varied in the grey alder populations were significantly related to climate features. Populations of the grey alder from high altitudes in the mountainous Alpine-Dinaric region occupy habitats with lower temperatures accompanied by high irradiance and larger temperature oscillations. On the other hand, low altitude populations from the continental region are exposed to higher temperatures, lower radiation and higher precipitation variability. In addition, growing season tends to increase toward warmer low-elevation sites. Furthermore, common-garden experiments have shown that populations from high elevations have lower growth rates than populations from high altitudes (Vitasse *et al.* 2009, 2013; Montesinos-Navarro *et al.* 2011). Similar trends were observed in our study (authors' personal observations). This pattern was likely due to differential selection pressure among the biogeographical regions, i.e. populations from low altitudes tend to be adapted to the warmer climate under which selection has favoured a high allocation to growth and competitive ability, whereas populations from high altitudes display lower growth rates and greater cold-tolerance (Körner 2003).

Surprisingly, low- vs high-elevation populations significantly increased leaf area at decreasing annual precipitation and precipitation of the warmest and coldest quarter. Similar results were also obtained by Meier and Leuschner (2008) for *Fagus sylvatica* stands in central Germany. Authors concluded that stand leaf area of the beech along this precipitation gradient is not a simple function of water availability, but is controlled by several abiotic factors including spring temperature and possibly also nitrogen supply, which both tend to increase toward drier sites, thus overlaying any negative effect of water shortage on leaf development. Since the grey alder is a hygro-mesophilous species which mostly occupied riversides, we assume that differences in precipitation among biogeographical regions did not influence population divergence. Similar conclusions were reported by Krauze-Michalska and Boratyńska (2013). Nevertheless, our results revealed that leaves of grey alder populations decrease in almost all measured leaf traits with increasing distance-to-water. This variation trend can be explained by the specific differences in the geomorphology of the terrain among biogeographical regions. The majority of grey alder populations in the Alpine-Dinaric region inhabit a drier riparian part, on elongated terraces and wet slopes along the course of the river Kupa and its tributaries, which are generally 2 to 6 m above the average water level. By contrast, continental populations of the grey alder, along the river Drava, grow along an active watercourse with intensive shifting of pebbly, and sometimes sandy sediments, on which aerated and humus soils are formed. The presence of different species in these stands also reflects different biogeographical characteristics (Trinajstić 1964; Franjić *et al.* 1999; Vukelić *et al.* 2012, 2017).

In general, tree species have high levels of morphological variability (Poljak *et al.* 2012; McKown *et al.* 2014; Zebec *et al.* 2015), and phenotypic differences among populations are often a result of the environmental distances between populations. Nevertheless, our results suggest that phenotypic divergence of the studied grey alder populations is the result of a significant level of isolation both by distance and by the environment. The isolation by distance assumes that phenotypic differentiation between populations increases with increasing geographic distance because of limited pollen and seed dispersal (Wright 1943, 1946; Orsini *et al.* 2013). On the other hand, gene flow among ecologically divergent habitats is reduced because of reduced success of the establishment of immigrants from different environments, as a result of local genetic adaptation (Nosil and Crespi 2004; Noisl *et al.* 2005, 2008, 2009; Orsini *et al.* 2013; DeWoody *et al.* 2015). However, we cannot exclude the possibility that adaptive differentiation and historical migration processes acted in combination to produce the observed pattern of morphological variation in the studied populations (Temunović *et al.* 2012; DeWoody *et al.* 2015). Although the main refugium during the last glacial period was located in Central Europe (Huntley and Birks 1983; Douđa *et al.* 2014; Mandák *et al.* 2016), *A. incana* probably survived in situ in river canyons and protected valleys along the north-western Dinaric Alps, while north-eastern populations from the continental biogeographical region could represent newly colonised populations from the refugium in Central Europe.

CONCLUSIONS ZAKLJUČCI

The study revealed the existence of two morphologically and, to a large extent, geographically and environmentally distinct and well-defined groups of grey alder populations in Croatia. These patterns confirm that multiple evolutionary processes influence the morphological diversity and structure of the populations (DeWoody *et al.* 2015). In general, two distinct morphotypes were found: small-leaf in the mountainous Alpine-Dinaric region, and large-leaf in the continental region. These ecologically divergent habitats may have led to the general subdivision into two distinct ecotypes. Adaptation to local environmental conditions in the continental region probably resulted in a higher growth rate and large-leaf morphotypes which increase the species' competitive ability and long-term success, whereas in the Alpine-Dinaric region natural selection has probably favoured greater cold-tolerance (Körner 2003; Vitasse *et al.* 2009). We also believe that our results could be valuable baseline data for the development of more efficient management plans for this boreal tree species.

ACKNOWLEDGEMENTS

ZAHVALE

This research was carried out with the financial support of the Ministry of Agriculture of the Republic of Croatia.

REFERENCES

LITERATURA

- Barton, N.H., 2001: The role of hybridization in evolution, *Mol Ecol*, 10 (3): 551–568.
- Bennett, K.D., P.C. Tzedakis, K.J. Willis, 1991: Quaternary refugia of north European trees, *J. Biogeogr*, 18: 103–115.
- Benson, D.R., B.D. Vanden Heuvel, D. Potter, 2004: Actinorhizal symbioses: diversity and biogeography, In: *Plant microbiology* (eds. M. Gillings, A. Holmes), Garland Science/BIOS Scientific Publishers, pp. 97–128, Oxford.
- Bohonak, A.J., 1999: Gene flow, and population structure, *Q Rev Biol*, 74: 21–45.
- Boratyński, A., A.K. Jasińska, K. Marcysiak, M. Mazur, A.M. Romo, K. Boratyńska, K. Sobierajska, G. Iszkuło, 2013: Morphological differentiation supports the genetic pattern of the geographic structure of *Juniperus thurifera* (Cupressaceae), *Plant Syst Evol*, 299: 773–784.
- Bresson, C.C., Y. Vitasse, A. Kremer, S. Delzon, 2011: To what extent is altitudinal variation of functional traits driven by genetic adaptation in European oak and beech? *Tree Physiol*, 31 (11): 1164–1174.
- Brus, R., D. Ballian, P. Zhelev, M. Pandža, M. Bobinac, J. Acevski, Y. Raftoyannis, K. Jarni, 2011: Absence of geographical structure of morphological variation in *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus* in the Balkan Peninsula, *Eur J Forest Res*, 130: 657–670.
- DeWoody, J., H. Trewin, G. Taylor, 2015: Genetic and morphological differentiation in *Populus nigra* L.: isolation by colonization or isolation by adaptation? *Mol Ecol*, 24: 2641–2655.
- Douda, J., J. Doudová, A. Drašnarová, P. Kuneš, V. Hadincová, K. Krak, P. Zákravský, B. Mandák, 2014: Migration patterns of subgenus *Alnus* in Europe since the Last Glacial Maximum: A systematic review, *PLoS ONE* 9: e88709.
- Douaihy, B., K. Sobierajska, A.K. Jasińska, K. Boratyńska, T. Ok, A. Romo, N. Machon, Y. Didukh, M.B. Dagher-Kharrat, A. Boratyński, 2012: Morphological versus molecular markers to describe variability in *Juniperus excelsa* subsp. *excelsa* (Cupressaceae), *AOB Plants* 2012: plr003.
- Franjić, J., I. Trinajstić, Ž. Škvorc, M. Presečan, I. Samardžić 1999: A contribution to the knowledge of the distribution of *Equisetum hyemale* L. (*Equisetaceae*) in Croatia, *Nat Croat*, 8 (2): 95–100.
- Hijmans, R.J., S.E. Cameron, J.L. Parra, P.G. Jones, A. Jarvis, 2005: Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas, *Int J Climatol*, 25: 1965–1978.
- Houston Durrant, T., D. de Rigo, G. Caudullo, 2016: *Alnus incana* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: J. San-Miguel Ayanz, D. de Rigo, G. Caudullo, T. Houston Durrant, A. Mauri, (Eds.), *European Atlas of Forest Tree Species*. Publ. Off. EU, 66-67 pp., Luxembourg.
- Hovenden, M.J., J.K. Vander Schoor, 2003: Nature vs nurture in the leaf morphology of Southern beech, *Nothofagus cunninghamii* (Nothofagaceae), *New Phytol*, 161: 585–594.
- Huntley, B., H. Birks, 1983: An atlas of past and present pollen maps for Europe: 0–13000 years ago. Cambridge University Press., Cambridge.
- Jarni, K., M. Westergren, H. Kraigher, R. Brus, 2011: Morphological variability of *Fraxinus angustifolia* Vahl in the north-western Balkans, *Acta Soc Bot Pol*, 80 (3): 245–252.
- Körner, C., 2003: *Alpine plant life: functional plant ecology of high mountain ecosystems*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, and New York.
- Körner, C., 2007: The use of ‘altitude’ in ecological research, *Trends Ecol Evol*, 22(11): 569–574.
- Körner, C., M. Neumayer, S. Menendez-Riedl, A. Smeets-Scheel, 1989: Functional morphology of mountain plants, *Flora*, 182: 353–383.
- Körner, C., P. Bannister, A.F. Mark, 1986: Altitudinal variation in stomatal conductance, nitrogen content and leaf anatomy in different plant life forms in New Zealand, *Oecologia*, 69: 577–588.
- Koutecký, P., 2015: MorphoTools: a set of R functions for morphometric analysis, *Plant Syst Evol*, 301: 1115–1121.
- Krauze-Michalska, E., K. Boratyńska, 2013: European geography of *Alnus incana* leaf variation, *Plant Biosyst*, 147 (3): 601–610.
- Lepais, O., C.F.E. Bacles, 2011: De novo discovery and multiplexed amplification of microsatellite markers for black alder (*Alnus glutinosa*) and related species using SSR-enriched shotgun pyrosequencing, *J Hered*, 102: 627–632.
- Liepelt, S., R. Cheddadi, J.L. de Beaulieu, B. Fady, D. Gömöry, D. Hussendörfer, M. Konnert, T. Litt, R. Longauer, R. Terhürne-Berson, B. Ziegenhagen, 2009: Postglacial range expansion and its genetic imprints in *Abies alba* (Mill.) - A synthesis from palaeobotanic and genetic data, *Rev Palaeobot Palyno*, 153: 139–149.
- Magri, D., G.G. Vendramin, B. Comps, I. Dupanloup, T. Geburek, D. Gömöry, M. Latałowa, T. Litt, L. Paule, J.M. Roure, I. Tantau, W.O. van der Knaap, R. Petit, J.L. de Beaulieu, 2006: A new scenario for the quaternary history of European beech populations: palaeobotanical evidence and genetic consequences, *New Phytol*, 171:199–221.
- Mandák, B., A. Havrdová, K. Krak, V. Hadincová, P. Vít, P. Zákravský, J. Douda, 2016: Recent similarity in distribution ranges does not mean a similar postglacial history: A phylogeographical study of the boreal tree species *Alnus incana* based on microsatellite and chloroplast DNA variation, *New Phytol*, 210: 1395–1407.
- Manni, F., E. Guérard, E. Heyer, 2004: Geographic patterns of (genetic, morphologic, linguistic) variation: how barriers can be detected by ‘Monmonier’s algorithm’, *Hum Biol*, 76: 173–190.
- Mantel, N., 1967: The detection of disease clustering and a generalized regression approach, *Cancer Res*, 27: 209–220.
- McGarigal, K., S. Cushman, S. Stafford, 2000: *Multivariate statistics for wildlife and ecology research*, Springer Verlag, 283 pp., New York.
- McKown, A.D., R.D. Guy, J. Klápště, A. Geraldès, M. Friedmann, Q.C.B. Cronk, Y.A. El-Kassaby, S.D. Mansfield, C.J. Douglas, 2014: Geographical and environmental gradients shape phenotypic trait variation and genetic structure in *Populus trichocarpa*, *New Phytol*, 201: 1263–1276.

- Meier, I.C., C. Leuschner, 2008: Leaf size and leaf area index in *Fagus sylvatica* forests: competing effects of precipitation, temperature, and nitrogen availability, *Ecosystems* 11: 655–669.
- Mendez, M., H.C. Rosenbaum, A. Subramaniam, C. Yackulic, P. Bordino, 2010: Isolation by environmental distance in mobile marine species: molecular ecology of franciscana dolphins at their southern range, *Mol Ecol* 19: 2212–2228.
- Montesinos-Navarro, A., J. Wig, F.X. Pico, S.J. Tonsor, 2011: *Arabidopsis thaliana* populations show clinal variation in a climatic gradient associated with altitude, *New Phytol*, 189: 282–294.
- Nosil, P., B.J. Crespi, 2004: Does gene flow constrain adaptive divergence or vice versa? A test using ecomorphology and sexual isolation in *Timema cristinae* walking-sticks, *Evolution*, 58: 102–112.
- Nosil, P., D.J. Funk, D. Ortiz-Barrientos, 2009: Divergent selection and heterogeneous genomic divergence, *Mol Ecol*, 18: 375–402.
- Nosil, P., S.P. Egan, D.J. Funk, 2008: Heterogeneous genomic differentiation between walking-stick ecotypes: 'isolation by adaptation' and multiple roles for divergent selection, *Evolution*, 62: 316–336.
- Nosil, P., T.H. Vines, D.J. Funk, 2005: Perspective: reproductive isolation caused by natural selection against immigrants from divergent habitats, *Evolution*, 59: 705–719.
- Oksanen, J., F.G. Blanchet, M. Friendly, R. Kindt, P. Legendre, D. McGlinn, P.R. Minchin, R.B. O'Hara, G.L. Simpson, P. Solymos, M.H.H. Stevens, E. Szoecs, H. Wagner, 2017: Package 'vegan': community ecology package. Version 2.4-2, URL <https://cran.r-project.org>, <https://github.com/vegandevs/vegan>.
- Orsini, L., J. Vanoverbeke, I. Swillen, J. Mergeay, L. De Meester, 2013: Drivers of population genetic differentiation in the wild: isolation by dispersal limitation, isolation by adaptation and isolation by colonization, *Mol Ecol*, 22: 5983–5999.
- Paridari, I.C., S.G. Jalali, A. Sonboli, M. Zarafshar, P. Bruschi, 2013: Leaf macro- and micro-morphological altitudinal variability of *Carpinus betulus* in the Hyrcanian forest (Iran), *J Forestry Res*, 24 (2): 301–307.
- Petit R.J., I. Aguinalgalde, J.L. de Beaulieu, C. Bittkau, S. Brewer, R. Cheddadi, R. Ennos, S. Fineschi, D. Grivet, M. Lascoux, A. Mohanty, G. Müller-Starck, B. Demesure-Musch, A. Palmé, J.P. Martin, S. Rendell, G.G. Vendramin, 2003: Glacial refugia: hot-spots but not meltingpots of genetic diversity, *Science*, 300: 1563–1565.
- Poljak, I., D. Kajba, I. Ljubić, M. Idžojić, 2015: Morphological variability of leaves of *Sorbus domestica* L. in Croatia, *Acta Soc Bot Pol*, 84 (2): 249–259.
- Poljak, I., M. Idžojić, 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, *Sumar List*, 138 (1-2): 7–17.
- Poljak, I., M. Idžojić, Z. Šatović, M. Ježić, M. Ćurković-Perica, B. Simovski, J. Acevski, Z. Liber, 2017: Genetic diversity of the sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in Central Europe and the western part of the Balkan Peninsula and evidence of maroon genotype introgression into wild populations, *Tree Genet Genomes*, 13:18.
- Poljak, I., M. Idžojić, 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, *Sumar List*, 136 (9-10): 479–489.
- R Core Team, 2016. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>
- Schütt, P., U.M. Lang, 2014: *Alnus incana*. Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie, pp. 1–10.
- Škvorc, Ž., J. Franjić, M. Idžojić, 2005: Population structure of *Quercus pubescens* Willd. (Fagaceae) in Croatia according to morphology of leaves, *Acta Bot Hung*, 47: 183–196.
- Sobierajska, K., K. Boratyńska, A. Jasińska, M. Dering, T. Ok, B. Douaihy, M.B. Dagher-Kharrat, A. Romo, A. Boratyński, 2016: Effect of the Aegean Sea barrier between Europe and Asia on differentiation in *Juniperus drupacea* (Cupressaceae), *Bot J Linn Soc*, 180 (3): 365–385.
- Sokal, R.R., F.J. Rohlf, 2012: Biometry: the principles and practice of statistics in biological research, 4th edition, W.H. Freeman and Co., 937 pp., New York.
- StatSoft, Inc. 2001: STATISTICA (data analysis software system), version 8.0.
- Tallantire, P.A., 1974: The palaeohistory of the grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench) and black alder (*A. glutinosa* (L.) Gaertn.) in Fennoscandia, *New Phytol*, 73: 529–546.
- Temunović, M., J. Franjić, Z. Šatović, M. Grgurev, N. Frascaria-Lacoste, J.F. Fernández-Manjarrés, 2012: Environmental heterogeneity explains the genetic structure of continental and Mediterranean populations of *Fraxinus angustifolia* Vahl, *PLoS ONE*, 7, e42764.
- Temunović, M., N. Frascaria-Lacoste, J. Franjić, Z. Šatović, J.F. Fernández-Manjarrés, 2013: Identifying refugia from climate change using coupled ecological and genetic data in a transitional Mediterranean-temperate tree species, *Mol Ecol*, 22: 2128–2142.
- Trinajstić, I., 1964: Vegetacija obalnog područja rijeke Drave u široj okolici Varaždina, Magistarski rad, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Trinajstić, I., 2008: Biljne zajednice Republike Hrvatske, Akademija šumarskih znanosti Zagreb, 179 pp., Zagreb.
- Vanden Heuvel, B.D., 2011: *Alnus*. In: Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources, Forest Trees (ed. C. Kole), Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 1–14.
- Vít, P., J. Douda, K. Krak, A. Havrdová, B. Mandák, 2017: Two new polyploid species closely related to *Alnus glutinosa* in Europe and North Africa – An analysis based on morphometry, karyology, flow cytometry and microsatellites, *Taxon*, 66 (3): 567–583.
- Vitasse, Y., A. Lenz, C. Kollas, C.F. Randin, G. Hoch, C. Korner, 2013: Genetic vs. non-genetic responses of leaf morphology and growth to elevation in temperate tree species, *Funct Ecol*, 28: 243–252.
- Vitasse, Y., S. Delzon, C.C. Bresson, R. Michalet, A. Kremer, 2009: Altitudinal differentiation in growth and phenology among populations of temperate tree species in a common garden, *Can J For Res*, 39: 1259–1269.
- Vukelić, J., 2012: Šumska vegetacija Hrvatske, Sveučilište u Zagrebu, 403 pp., Zagreb.
- Vukelić, J., D. Baričević, I. Šapić, 2012: Phytocoenological characteristics of forests of grey alder (*Alnus incana* /L./ Moench) in Gorski kotar, *Nat Croat*, 21 (1): 49–64.
- Vukelić, J., Đ. Rauš, 1998: Šumarska fitocenologija i šumske zajednice u Hrvatskoj, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 310 pp., Zagreb.

- Vukelić, J., I. Šapić, A. Alegro, V. Šegota, I. Stankić, D. Baričević, 2017: Phytocoenological analysis of grey alder (*Alnus incana* L.) forests in the Dinarides of Croatia and their relationship with affiliated communities, *Tuexenia*, 37: 65–78.
- WinFolia™, 2001: Regent Instruments Inc., Quebec, Canada, version PRO 2005b.
- Wright, S., 1943: Isolation by distance, *Genetics*, 28: 139–156.
- Wright, S., 1946: Isolation by distance under diverse systems of mating, *Genetics*, 31: 39–59.
- Zebec, M., M. Idžojtić, I. Poljak, 2014: Morphological variability of the field elm (*Ulmus minor* Mill. sensu latissimo) in continental Croatia, *Sumar List*, 138 (11-12): 563–572.
- Zebec, M., M. Idžojtić, I. Poljak, I. Mihaldinec, 2010: The variability of field elm (*Ulmus minor* Mill. sensu latissimo) in Croatian Drava river valley according to the leaf morphology, *Sumar List*, 134 (11-12): 569–580.
- Zebec, M., M. Idžojtić, I. Poljak, I. Modrić, 2015: Population variability of wych elm (*Ulmus glabra* Huds.) in the mountainous region of Croatia according to the leaf morphology, *Sumar List* 139 (9-10): 429–439.
- Zebec, M., M. Idžojtić, 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.
- Zimmermann, N.E., N.G. Yoccoz, T.C. Edwards, E.S. Meier, W. Thuiller, A. Guisan, D.R. Schmatz, P.B. Pearman, 2009: Climatic extremes improve predictions of spatial patterns of tree species, *P Natl Acad Sci USA* 106: 19723–19728.

Sažetak

Bijela, odnosno siva joha, *Alnus incana* (L.) Moench subsp. *incana*, listopadna je, jednodomna i anemofilna drvenasta vrsta iz porodice *Betulaceae*. Prirodno je rasprostranjena u sjevernoj, srednjoj i mjestimično južnoj Europi, zapadnom Sibiru i Turskoj, od nizinskoga pojasa do preko 1800 m nadmorske visine u alpskom području. Bijela joha je mezofilna do higrofilna vrsta koja dobro podnosi oštru planinsku i kontinentalnu klimu, a raste na karbonatnim, ali i silikatnim, pjeskovitim, šljunčanim, slabo humusnim tlima. Najčešća je u planinskim dolinama, uz potoke i rijeke gdje na vlažnim staništima s mnogim higrofilnim vrstama tvori guste, fragmentarne sastojine, često obnovljene iz panja. To su povremeno plavljeni lokaliteti uz vodotoke ili okolne padine kroz koje se postrano procjeđuje voda prema glavnom vodotoku.

Prisutnost bijele johe u Hrvatskoj vezana je za dva oštro ograničena područja: sjeveroistočno, u nizinskom dijelu Hrvatske (110 do 190 m nadmorske visine) uz tok rijeke Drave; i sjeverozapadno, u alpsko-dinarskom području uz rijeku Kupu i njene pritoke (220 do 550 m nadmorske visine).

U sjeveroistočnom području rasprostiru se sastojine definirane kao *Equiseto hyemali-Alnetum incanae* Moor 1958 (Trinajstić 1964; Franjić *et al.* 1999), u kojima se u odnosu na sastojine bijele johe u gorskom području kao razlikovne vrste izdvajaju: *Ulmus laevis* Pall., *U. minor* Mill., *Prunus padus* L., *Equisetum hyemale* L. i druge. Ove sastojine danas su rjeđe nego nekada, manje se koriste, a zbog nekadašnjeg načina sječe vrlo su često panjače. Nekadašnje šumske površine koje je Trinajstić istraživao (1964) danas više nisu pod šumom. Poplavne i vlažne šume u blizini urbanih središta isušuju se, a na njihovim su staništima izgrađena naselja i komunalna infrastruktura tako da su danas šume sive johe uz tok rijeke Drave u velikoj regresiji.

U alpsko-dinarskom području istraživane sastojine svrstane su u šumsku zajednicu *Lamio orvalae-Alnetum incanae* Dakskobler 2010, a opisane su kao geografska varijanta *Helleborus dumetorum* (Vukelić *et al.* 2012, 2017). Ona se ističe mnogim vrstama iz dinarske vegetacijske zone, poput *Fraxinus excelsior* L., *Ulmus glabra* Huds., *Fagus sylvatica* L., *Acer pseudoplatanus* L., *Lamium orvala* L., *Lunaria rediviva* L., *Scopolia carniolica* Jacq., *Helleborus dumetorum* Waldst. et Kit., *Knautia drymeia* Heuff. subsp. *drymeia* i druge. Siva joha ovdje raste u kanjonu Kupe i na obalnim terasama koje su uglavnom antropogenizirane, a nekoć su bile korištene u poljoprivrednoj proizvodnji.

Glavni ciljevi rada bili su utvrditi morfološku raznolikost i strukturiranost populacija bijele johe u Hrvatskoj te istražiti na koji način ekološki i geografski čimbenici utječu na varijabilnost populacija.

Materijal za morfometrijsku analizu sakupljen je iz sedam prirodnih populacija – tri iz kontinentalne i četiri iz alpsko-dinarske regije (slika 1). Svaka populacija predstavljena je s 20 stabala, a svako stablo s 20 zdravih i neoštećenih listova s kratkih fertilnih izbojaka iz vanjskog, osvijetljenog dijela krošnje. Listovi su sakupljeni početkom srpnja 2016. godine, odnosno sredinom vegetacijskog razdoblja, kada su s obzirom na dimenzije i oblik u potpunosti razvijeni. Listovi su skenirani i izmjereni pomoću programa WinFolia. Ukupno je izmjereno devet lisnih značajki (slika 2).

Deskriptivnim statističkim metodama utvrđena je visoka varijabilnost listova bijele johe, kao i jasan trend divergencije između kontinentalnih i alpsko-dinarskih populacija (slika 3). Najvarijabilnijim su se pokazale značajke: površina ploidke, širina lista mjerena na 90 % dužine ploidke i dužina peteljke. Za razliku od toga, najmanji stupanj varijabilnosti zabilježen je za varijable koje opisuju osnovu lisne ploidke. Iako je trend variranja pojedinih značajki po populacijama bio sličan, u populacijama alpsko-dinarske regije zabilježena je nešto viša

unutar-populacijska raznolikost. Kontinentalne populacije su imale veće vrijednosti svih mjerenih značajki lista u odnosu na populacije iz alpsko-dinarske regije.

Analizom varijance, utvrđene su statistički značajne razlike između istraživanih regija te između stabla unutar populacija, dok su se populacije unutar regija razlikovale samo za četiri istraživane značajke (tablica 1). Unutarpopulacijska varijabilnost veća je od međupopulacijske varijabilnosti, što je odlika mnogih vrsta drveća. Multivarijatne analize potvrđuju postojanje jasne razlike između kontinentalnih i alpsko-dinarskih populacija bijele johe (slika 1, slika 4, tablica 3), što upućuje na mogućnost da istraživane populacije predstavljaju dva različita ekotipa.

Morfološka udaljenost između populacija bila je korelirana s geografskom i ekološkom udaljenošću, što potvrđuje uzorak „isolation by distance“ i „isolation by environmental distance“. Drugim riječima, utvrđeno je da geografska udaljenost i ekološka divergencija imaju važan utjecaj na oblikovanje morfološke strukture populacija te da je ona posljedica njihove moguće lokalne prilagodbe na okolišne uvjete i njihove geografske udaljenosti (tablica 2).

Dobivene spoznaje o varijabilnosti populacija mogu doprinijeti razvoju učinkovitijih planova očuvanja i gospodarenja sivom johom u Hrvatskoj. Kako bi se potvrdili dobiveni zaključci o varijabilnosti populacija sive johe dobiveni morfometrijskim metodama, istraživanja je svakako potrebno proširiti i na molekularno-biološke metode.

KLJUČNE RIJEČI: fenotipska varijabilnost, morfologija lista, adaptabilnost, ekološka divergencija, klinalna varijabilnost, visinski gradijent

EFFECTS OF HEAVY THINNINGS ON THE INCREMENT AND STABILITY OF A NORWAY SPRUCE STAND AND ITS TREES BETWEEN THE AGES OF 32 AND 50

UTJECAJ JAKIH PRORJEDA NA PRIRAST I STABILNOST STABALA I SASTOJINE SMREKE U STAROSTI OD 32. DO 50. GODINE

Martin BOBINAC¹, Siniša ANDRAŠEV², Andrijana BAUER-ŽIVKOVIĆ³, Nikola ŠUŠIĆ⁴

Summary

The paper studies effects of two heavy thinnings on the increment and slenderness of various categories of trees and stability of the stand as a whole. The research was conducted on a permanent experimental plot in an Norway spruce (*Picea abies* /L./ Karst.) monoculture in Serbia. This monoculture was established with 5,000 seedlings per hectare on the site of mountain beech forest and the effects of heavy thinnings were investigated in the 33–40 and 41–50 age periods.

To determine the thinning effects we compared current diameter increments (i_{dt}) and current height increments (i_{ht}) of dominant trees (D_{100} and D_{400}) obtained by a detailed analysis of trees and of mean stand dominant trees (D_{100} and D_{400}). At the stand level, we compared the current diameter (i_d), basal area (I_G) and volume (I_V) increments of all trees and of the same collective of aspirants in two periods after the thinnings, between the ages of 33 and 40, and between the ages of 41 and 50.

The first thinning was carried out at the age of 32 when the dominant trees were 15 m tall and the next at the age of 40 when the dominant trees were above 20 m in height. They were both low ($q_d < 0.85$) and heavy selective thinnings (34–36% of the volume). A more significant increase in the diameter increment was recorded after the second thinning between the ages of 41 and 50. It amounted to 29.1% in aspirants and 36–42% in dominant trees (D_{100} and D_{400}) compared to the period after the first thinning, i.e., between the ages of 33 and 40. The thinnings further contributed to the establishment of more favorable relations in diameter and height increments of the trees in the studied culture and thus improved their stability.

KEY WORDS: *Picea abies* /L./ Karst., monoculture, permanent experiment plot, heavy thinning, slenderness

INTRODUCTION

UVOD

In Serbia excluding Kosovo conifer cultures have been established on an area of 124,800 ha, where 95% are pine and

spruce cultures. Norway spruce (*Picea abies* /L./ Karst.) cultures cover an area of 32,400 ha (26.0%), (Banković *et al.*, 2009). A large number of conifer cultures in Serbia typically had spontaneous development in the first decades after the

¹ Dr. sc. Martin Bobinac, Full Professor, Faculty of Forestry University of Belgrade, Kneza Višeslava 1, Beograd, Serbia (martin.bobinac@gmail.com)

² Dr. sc. Siniša Andrašev, senior research associate, Institute of Lowland Forestry and Environment, Antona Čehova Street 13d, 21000 Novi Sad, Serbia (andrasev@uns.ac.rs)

³ Andrijana Bauer-Živković, PhD student, Faculty of Forestry University of Belgrade, Kneza Višeslava 1, Beograd, Serbia

⁴ Nikola Šušić, PhD student, Faculty of Forestry University of Belgrade, Kneza Višeslava 1, Beograd, Serbia

establishment. In the later period they were extensively tended. The first thinnings were usually carried out at the age when economically viable assortments were most likely to obtain. Such a trend has also been characteristic of conifer cultures throughout Europe because late crown thinnings provide higher and more valuable cutting yields (Valsta, 1992; Slodičák *et al.*, 2005).

An objective assessment of this tending approach to spruce cultures is most rationally achieved on permanent experimental plots where thinnings have been carried out and periodic measurements and assessments have been conducted using standard procedures (Zeide 2001; Pretzsch 2005). The effects of thinning verified on permanent experimental plots determine the silvicultural treatment of the forest stands in a wider area. They are particularly significant if experimental plots are located in areas where there are adverse exogenous impacts (ice-breaks and snow-breaks). Thinning approaches to spruce cultures in Serbia have been studied by a number of authors. These studies were mostly based on the analysis of the structure of untended stands or on the research results of initial state on experimental plots (Marković and Petrović, 1960; Vučković *et al.*, 1990; Dražić, 1994; Bjelanović and Vukin, 2010). Short-term thinning effects determined on the basis of periodic measurements of the elements of growth conducted on permanent experimental plots in Serbia can be found in Stojanović and Krstić (1984) and Bobinac (2004).

Based on the available research results obtained on permanent experimental plots in other study areas in the surrounding regions of Serbia, we can conclude that they have used similar approaches to thinning in spruce cultures. In Bosnia and Herzegovina, there are no data of long-term investigations on the effects of thinning on permanent experimental plots. On the newly established permanent experimental plots in the said country, moderate to light thinning from below was studied on the basis of the analysis of the structure of untended stands (initial measurements of the elements of growth) and the effects of thinning on the stand development may be expected in the future (Govedar, 2007; Govedar *et al.*, 2013; Bodružić *et al.*, 2015). In Croatia, results from a number of permanent experimental plots have been published and provided data only on short-term effects of thinnings from below of light to moderate intensity (Orlić *et al.*, 1991; 1997; Orlić, 1999). Regarding the impact of thinning from below of light to moderate intensity and spontaneous development on the development of spruce cultures, there are some interesting results of long-term monitoring of stand development on a permanent experimental plot, between the ages of 113 and 161 (Dubravac *et al.*, 2006).

The approach to thinning in spruce plantations both in Serbia and in neighboring countries, as well as in the whole of Europe, has been under a heavy influence coming from

Germany after the publication of the results of several decade long research on the implementation of crown thinning and thinning from below with varying intensity on permanent experimental plots (Assmann, 1970). The most important conclusions of these long-term studies have shown that spruce stands in which thinnings from below of light to moderate intensity were conducted had greater current volume increments per hectare in their early to middle age compared to untended stands. Furthermore, higher increments resulted in the higher overall productivity of these stands in comparison to unthinned stands (control plots). On the other hand, the stands which had crown thinning operations carried out in the second half of the rotation had smaller volume increments compared to the stands with light to moderate thinnings from below. They had lower productivity than unthinned stands and stands with light thinning from below. Recent studies have shown that late crown thinnings produce higher and more valuable cutting yields, but their total productivity is lower (Slodičák *et al.*, 2005). These were some of the main reasons for the absence of crown thinning operations in spruce stands. Due to biological characteristics of spruce, primarily its brittle tip and shallow root system, spruce stands are more susceptible to breakages and windfalls. Such negative phenomena are more pronounced in the cultures established outside of its ecological potential and they are intensified in untended and extensively cultivated stands after each canopy opening over a short period of time. That was another reason for the absence of crown thinning operations in spruce stands (Nilsson *et al.* 2010; Wallentin and Nilsson, 2014). The absence of thinning at an early age increases the tree slenderness but improves the stem clearness. Thus, it follows that spruce cultures require intensive thinning, *i.e.* it should be implemented as early as possible, in shorter intervals and the intensity of interventions should be moderate (Mraček and Perez 1986; Cameron, 2002). However, this method of spruce culture management entails higher felling costs and thinner assortments of small economic value. Recent results of several decade long research on permanent experimental plots in spruce stands in which crown selective thinnings were carried out at early ages show that this approach has intensified the growth of trees after the thinning, especially of final crop trees which have been the primary tending objects. This approach further contributed to the rapid increase in their size and thus to the shortening of the production cycle. It also reduced their slenderness and thus increased the stability of the remaining trees after thinning (Slodičák and Novák, 2003; 2010; Nilsson *et al.*, 2010; Štefančík, 2012). Furthermore, the results of long-term research on the effects of thinning in spruce cultures generally indicate that stands respond positively to thinning, regardless of their age at the time of commercial thinning (Makinen and Isomaki, 2004a, 2004b). However, not only do delayed thinnings of heavy

intensity produce weak reactions of the remaining trees and consequently significantly smaller volume increments per hectare, but they also increase the instability of stands several years after thinning (Nilsson *et al.*, 2010).

The paper studies two thinnings carried out on a permanent experimental plot in a spruce monoculture. They were characterized as selective thinnings and based on the overall structure of the felled trees they were heavy to very heavy thinnings from below. The research has made it possible to assess the effects of thinning on the increment and slenderness of different categories of trees and stability of the stand in two stand age periods - from 33 to 40 and from 41 to 50 years of age.

MATERIALS AND METHODS

MATERIJALI I METODE

The experiment – *Pokusni objekt*

The research was conducted in a spruce culture on Velika Brezovica of the Kučaj mountain range in north-eastern Serbia (MU Bogovina I, compartment 87a) at 870 m above sea level with southern and southwestern aspects and an inclination of 5°. According to the Base Geological Map (1968) and its description (1970), the culture was established on the soil developed on proluviums, a material made mainly from crystalline schist and Paleozoic sediments, sandstone, argillite, lydite and, less frequently, Mesozoic limestone. On the study area, at 900 m above sea level, the mean annual air temperature is 7.5°C and the mean annual rainfall amounts to 840 mm. According to Thornthwaite climate classification, the study area has a continental humid climate, type B₂. Spruce is not a part of the natural composition of the forest communities in the study area, which is dominated by mountain beech forest. The culture was established by afforestation of pasture on the site which is not suitable for spruce due to periodic ice-breaks or snow-breaks. It was established by dense planting (2×1 m), and according to available data from the management records it hadn't been thinned before the age of 32. At the end of 1994 (culture aged 32 years), a permanent experimental plot (15×30 m) was established in a densely closed part of the stand where the diameter of 176 trees was measured and the first thinning conducted (Bobinac, 2004). The second tree diameter measurement and the second thinning were carried out on the permanent experimental plot at the age of 40, and the third measurement was conducted at the end of 2012 when the culture was 50 years old. A total of 48 trees had the diameter measured on this occasion.

Treatment – *Tretman*

Investigated culture is characterized by high productivity, which causes that the production of sawmill roundwood

can be set as a management goal together with the attainment of the stand stability in short rotations.

Two heavy selective thinnings were carried out using the procedure described by Schädelin (1934). At the age of 32, the initial number of 556 candidates per hectare for tending were selected in the upper storey, and it was approximated from yield tables of Schwapach for the stand age of 80 years and site class I (Nikolić i Bankovic, 2009). Based on this number of candidates, the first selective thinning was done at the stand age of 32 (Bobinac, 2004). At the age of 40, of the 556 candidates, 311 future trees per hectare (55.9%) were selected, 67 trees (12.1%) were felled and 178 trees (32.0%) were declared indifferent. This method of tree selection was applied because of frequent snow and ice breaks in the study area which break tree tips and crowns, thus preventing the achievement of long-term goals of stand tending.

The selected candidates and future trees had one of the strongest rivals in the category of dominant trees cut down. Dying, damaged and tapering trees were also cut down.

Measurement and data analysis of growth elements

– *Izmjerna i analiza podataka elemenata rasta*

All trees on the permanent experimental plot had two cross diameters measured with an accuracy of 1 mm. In order to construct height curves at the stated ages of the culture, we measured the heights of the selected candidates, at the age of 32, or aspirants, at the age of 40. Minimum five heights in each diameter degree of 5 cm were measured with Blume-Leis and Vertex III hypsometers, at the age of 32 and 40, respectively. Some trees had their lengths measured during the thinning with a diameter tape made of steel, in order to check measurements given by hypsometers. Height curves were smoothed using Michailoff's function, $h = ae^{-b/d} + 1.30$. Tree volume was determined from spruce volume tables by Baur (1890) with the following analytical form: $v = 0.00007 \cdot d_{1.3}^{2.05363} \cdot h^{0.70952}$ (1971). The measurements of diameters at breast height and heights are presented for the culture ages of 32, 40 and 50. The volume of the trees that were damaged or died between two thinnings was determined based on their diameters and heights at the beginning of the study period.

For the numerical characterization of the thinnings, the ratio of the quadratic mean diameter of the trees marked for felling to the mean diameter of the trees that remained after the thinning, *i.e.* q_d ratio was used (Pretzsch, 2005). The degree of slenderness ($h/d_{1.3}$ ratio) according to the classification used by (Slodičák and Novak, 2006) was used as an indicator of the stability of the stand and the trees. For the distribution of the degree of slenderness at the stand level in the 32nd, 40th and 50th year of age we used the tree heights from the height curve.

For the reconstruction of the growth of dominant trees in height and diameter in the study culture, two dominant trees at the age of 40 were analyzed. The trees belonged to D_{100} and D_{400} category of dominant trees and the model of height growth was developed. The height growth model was constructed using the Chapman-Richards function (Pienaar and Turnbull, 1973). The model of dominant tree height growth was in line with the increase in the mean stand height of dominant trees in the period between the ages of 41 and 50 taken from the height curve.

To define the effects of thinning on the growth of trees, we compared the current diameter (i_{dt}) and height (i_{ht}) increments obtained by a detailed analysis of dominant trees (D_{100} and D_{400}) in the periods between the age of 25 and 32 and between the age of 33 and 40. At the stand level, we compared the current diameter (i_{dt}) and height (i_{ht}) increments of dominant trees (D_{100} and D_{400}) in the periods between the age of 33 and 40 and between the age of 41 and 50. We further compared the current diameter, basal area, and volume increments of all trees and of aspirant trees in the periods between the age of 33 and 40 and 41 and 50.

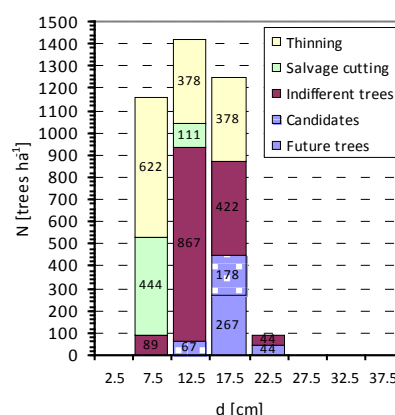
Statistical data analysis comprised measurement of standard numerical parameters of diameter structure: arithmetic mean (d_a), standard deviation (s_d), coefficient of variation (C_v), variation width (v_w), minimum (d_{min}), maximum (d_{max}), coefficient of skewness (α_3) and kurtosis (α_4). The Kolmogorov-Smirnov nonparametric test ($|D|$ statistics) was used for the mutual comparison of the structures of the slenderness degree ($h/d_{1.3}$ ratio). The t-test was used to test the differences between the current increments in different periods.

RESEARCH RESULTS

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Stand structure elements – *Elementi strukture sastojine*

The most important data about the elements of stand structure at the ages of 32, 40 and 50 are shown in Tables 1 and 2. At the age of 32, there were 3,911 trees per hectare, with a basal area of $57.39 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ and the volume of $384.17 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, while the average periodic increment at the age of 32 amounted to $12 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{year}^{-1}$. Trees were distributed in diameter degrees from 7.5 to 22.5 cm, with the maximum distribution in the diameter degree of 12.5 cm (Graph 1). The quadratic mean diameter was 13.7 cm, Lorey's mean



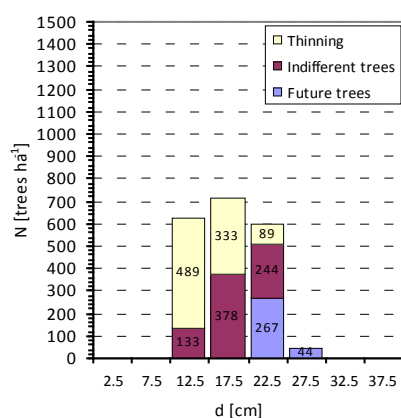
Graph 1. Diameter distribution at the age of 32.

Grafikon 1. Debljinska struktura stabala u 32. godini.

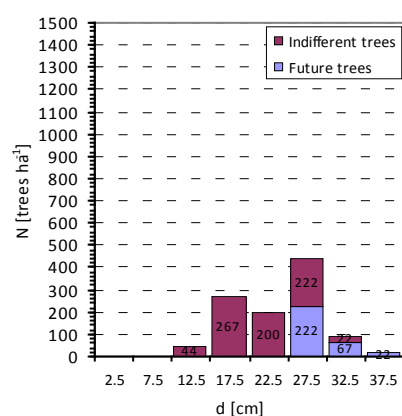
Table 1. Stand structure elements at the ages of 32, 40 and 50.

Tablica 1. Elementi strukture sastojine u 32., 40. i 50. godini.

Age Starost	Total Ukupno	Future trees Stabla budućnosti	Trees marked for felling Doznačena stabla	Mortality Mortalitet	Final state Konačno stanje
$N [\text{trees} \cdot \text{ha}^{-1}]$					
age 32 32. god.	3,911	311	1,378	555	1,978
age 40 40. god.	1,978	311	911	—	1,067
age 50 50. god.	1,067	311	—	—	—
$G [\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}]$					
age 32 32. god.	57.39	8.71	17.48	3.78	36.13
age 40 40. god.	50.25	13.20	17.62	—	32.62
age 50 50. god.	52.87	22.32	—	—	—
$V [\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}]$					
age 32 32. god.	384.17	62.34	115.13	21.97	247.07
age 40 40. god.	424.75	118.90	142.28	—	282.47
age 50 50. god.	539.72	238.04	—	—	—

**Graph 2.** Diameter distribution at the age of 40.

Grafikon 2. Debljinska struktura

**Graph 3.** Diameter distribution at the age of 50.

Grafikon 3. Debljinska struktura stabala u 50. godini.

height (h_L) 14.0 m, and degree of slenderness ($h/d_{1.3}$) 102. At the age of 32, the variability of diameter structure amounted to 29.3% , with weak positive skewness ($\alpha_3 = 0.212$) and platykurtic kurtosis ($\alpha_4 = 2.076$). The mean diameter of the collective of 311 aspirant trees per hectare at the age of 32 was 1.38-dg, while the mean height amounted to $1.08 \cdot h_L$. Aspirant trees had characteristically small diameter variation ($kv\%=10.1\%$) and the degree of slenderness of 80.

At the age of 40, there were 1,978 trees per hectare, with a basal area of $50.25 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ and the volume of $424.75 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. The trees were distributed in diameter degrees from 12.5 to 27.5 cm, with the greatest number of trees in the diameter

degree of 17.5 cm (Graph 2). The quadratic mean diameter was 18.0 cm, Lorey's mean height (h_L) was 19.1 m, while the degree of slenderness amounted to 106. At the age of 40, the variability of diameter structure amounted to 25.3%, with weak right skewness ($\alpha_3 = 0.116$) and platykurtic kurtosis ($\alpha_4 = 2.203$).

At the age of 50, there were 1,067 trees per hectare, with a basal area of $52.87 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ and the volume of $539.72 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. The trees were distributed in diameter degrees from 12.5 to 37.5 cm, with the greatest number of trees in the diameter degree of 27.5 cm (Graph 3). The quadratic mean diameter was 25.1 cm, Lorey's mean height (h_L) was 24.3 m, while

Table 2. Numerical parameters of tree structure on the experimental plot at the ages of 32, 40 and 50.

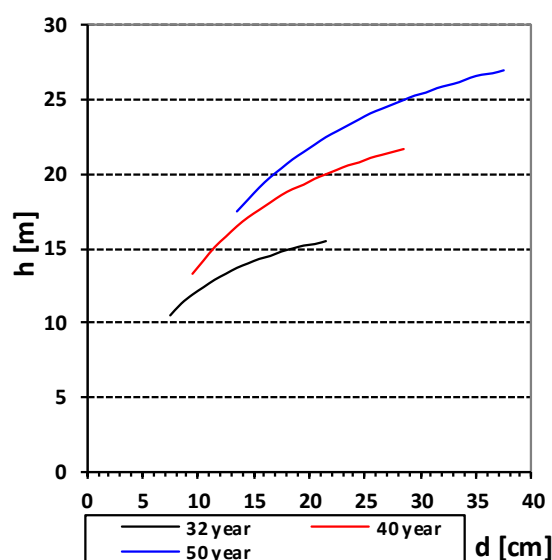
Tablica 2. Brojčani pokazatelji strukture stabala na pokusnoj plohi u 32., 40. i 50. godini.

Structure parameters Parametri strukture	age 32 32. god.					age 40 40. god.				age 50 50. god.	
	Total Ukupno	Future trees Stabla budućnosti	Trees marked for felling Doznačena stabla	Mortality Mortalitet	Final state Konačno stanje	Total Ukupno	Future trees Stabla budućnosti	Trees marked for felling Doznačena stabla	Final state Konačno stanje	Total Ukupno	Future trees Stabla budućnosti
n	176	14	62	25	89	89	14	41	48	48	14
d_s	13.1	18.8	12.1	9.2	14.9	17.4	23.1	15.2	19.3	24.4	30.0
s_d	3.84	1.89	4.00	1.11	3.09	4.41	2.33	3.84	3.99	5.89	3.42
$k_v\%$	29.3	10.1	33.2	12.0	20.7	25.3	10.1	25.2	20.6	24.1	11.4
d_{min}	6.6	16.3	7.0	6.6	9.7	10.1	20.2	10.1	11.5	11.6	26.6
d_{max}	24.0	24.0	20.0	10.6	24.0	29.3	29.3	23.9	29.3	39.0	39.0
$v_{\bar{s}}$	17.4	7.7	13.0	4.0	14.3	19.2	9.1	13.8	17.8	27.4	12.4
α_3	0.212	1.427	0.316	-1.081	0.283	0.116	1.295	0.326	-0.026	-0.093	1.354
α_4	2.076	5.299	1.623	3.564	2.585	2.203	4.623	1.960	2.384	2.445	4.183
d_g	13.7	18.9	12.7	9.3	15.3	18.0	23.2	15.7	19.7	25.1	30.2
$d_{g20\%}$	18.6	21.5	18.0	10.4	19.5	23.5	26.7	20.7	24.3	31.8	35.4
h_L	14.0	15.1	13.7	11.8	14.3	19.1	20.5	18.1	19.6	24.3	25.4
h_L/d_g	102	80	108	127	94	106	88	115	99	97	84
q_d			0.83					0.80			

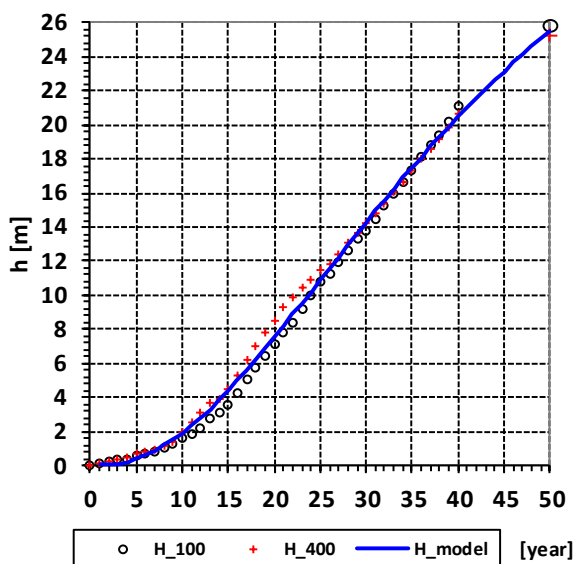
Table 3. Parameters of the height curve model and the elements of the model assessment.

Tablica 3. Parametri modela visinskih krivulja i elementi ocjene modela.

Age [year] Starost [god.]	Model Model	Model parameters Parametri modela		Model assessment Ocjena modela	
		a	b	R ²	s _e
32	$h = a \cdot e^{-b/d} + 1,3$	17.91353	4.9856	0.9603	0.3865
40		26.57067	7.55829	0.9009	1.0334
50		33.37437	9.756627	0.9123	0.8104

**Graph 4.** Height curves at the ages of 32, 40 and 50.

Grafikon 4. Visinske krivulje u 32., 40. i 50. godini.

**Graph 5.** Height growth of dominant trees (D_{100} and D_{400}) and the height growth model.Grafikon 5. Visinski rast dominantnih stabala (D_{100} i D_{400}) i model visinskog rasta.

the degree of slenderness amounted to 97. The trees were characterized by a relatively small variation in diameter ($k_{v\%}=24.1$), and their distribution per diameter degrees was

characterized by weak skewness ($\alpha_3=-0.092$) and mild platykurtic kurtosis ($\alpha_4=2.445$).

Height curves of the investigated culture at the ages of 32, 40 and 50 are shown in Graph 4. The assessment of the height curve model, expressed through the coefficient of determination (R^2) and the standard error of regression (s_e), shows a satisfactory agreement between the empirically measured heights and the obtained models (Table 3).

At the age of 40, we can notice a more intense shift of height curves towards greater heights compared to the age of 32. At the age of 50, they shifted to the right, towards greater diameters compared to the age of 40. In the period between the ages of 33 and 40, the mean stand height (h_L) of the aspirant collective increased by 5.4 m (from 15.1 m to 20.5 m) and in the period between the 41st and 50th year of age by 4.9 m (from 20.5 m to 25.4 m).

The growth of individual trees – *Rast pojedinačnih stabala*

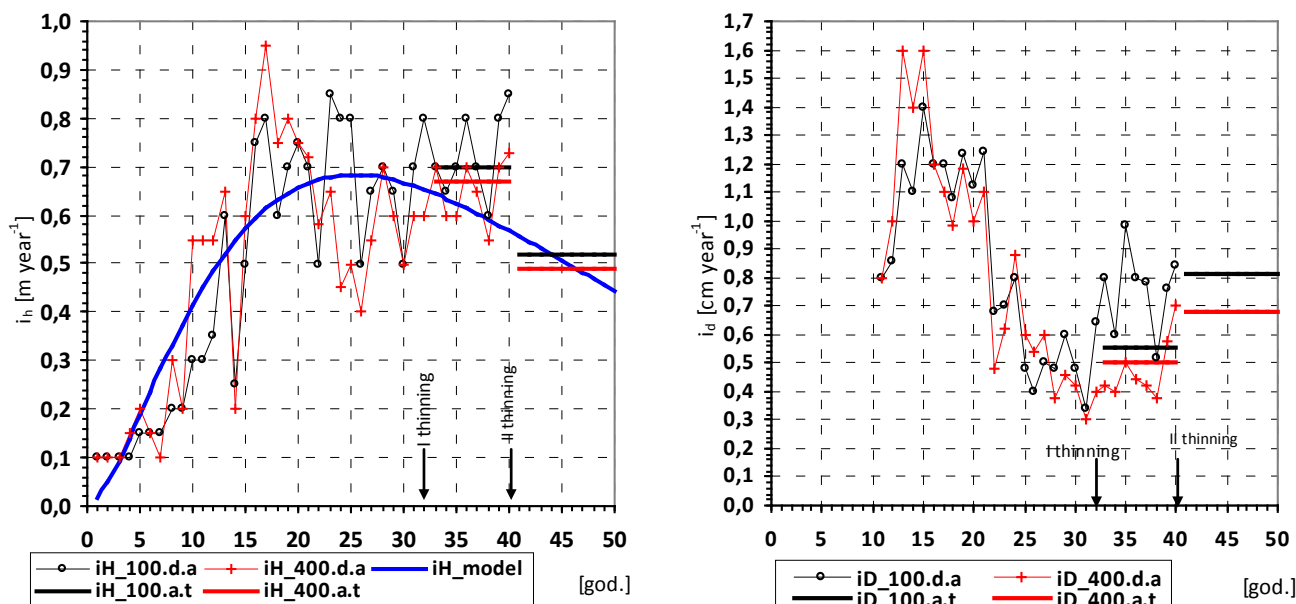
The height growth determined by the detailed analysis of dominant trees (D_{100} and D_{400}) before the age of 40 and the model of height growth before the age of 50 are depicted in Graph 5. The model of the height growth of dominant trees before the age of 50 shows satisfactory agreement with the empirical sizes obtained on the basis of the detailed analysis in the period before the age of 40 and the measurement of growth elements conducted at the age of 50 (Table 4).

The height growth of the studied dominant trees was characterized by a gradual rise before the age of 10 and the current height increment culmination at the age of 17 at a height of about 6 m. After the culmination, the current height increment retained high annual values to the observed age of 40. The height growth model points to the culmination of the current height increment at the age of 25, at a height of 11 m (Graph 6 left).

The current diameter increment of dominant trees, obtained from the detailed tree analysis, had a culmination at the age of 15. It retained high values to the age of 21, which was then followed by a significant decline, so that at the age of 31 it had the smallest values (Graph 6 right). The average value of the diameter increment of dominant trees in the period between the ages of 25 and 32 amounted to 4.9 mm·year⁻¹ in the representative of the 100 thickest trees and

Table 4. Parameters of the height growth model of dominant trees (D_{100} and D_{400}).**Tablica 4.** Parametri modela visinskog rasta dominantnih stabala (D_{100} i D_{400}).

Model Model	a	b	c	R^2	s_e
$y = a \cdot (1 - e^{-b \cdot x})^c$	38.64201	0.03859	2.63996	0.9966	0.42158

**Graph 6.** Height (left) and diameter (right) increments of dominant trees (D_{100} and D_{400}) in the first 40 years (from the detailed tree analysis) and in 33–40 and 41–50 year periods. (from the measurement of all trees).**Grafikon 6.** Visinski (lijevo) i debljinski (desno) prirast dominantnih stabala (D_{100} i D_{400}) u prvih 40 godina (iz detaljne analize stabla) i u razdoblju od 33.–40. i 41.–50. godine (iz izmjere svih stabala)

4.6 mm·year⁻¹ in the representative of the 400 thickest trees per hectare.

Since height and diameter increments of dominant trees retain high values in the period after the culmination, up to the age of 21, the period between the age of 15 (17) and 21 can be taken as the optimum time for thinning in the investigated stand. According to the model, the current height increment had a culmination at the age of 25 (when the dominant trees reached a height of 11 m), so if we apply this biological criterion, the first commercial thinning should be carried out not later than the age of 25 (Graph 6).

Thinning characteristics – Karakteristike prorjeda

Thinning in the study culture was primarily aimed at fostering the development of high-quality trees (candidates and aspirants) that belonged to the category of dominant trees. The first thinning was carried out at the age of 32 (when the aspirants reached an average height of 15.1 m) and the second thinning at the age of 40 (when the aspirants reached an average height of 20.5 m).

In the thinning that was conducted in the 32nd year of age, 1,378 trees were cut per hectare (35.2%). Their volume amounted to 115.1 m³·ha⁻¹. In the period from the age of 32 to

the age of 40, 555 trees per hectare were cut down due to mortality and snow-breaks (14.2%). Their volume was 22.0 m³·ha⁻¹. It follows that out of the initial number of trees, a total of 1,933 trees per hectare were cut down (49.4%) in the 32nd year of age. Their total volume was 137.1 m³·ha⁻¹ (35.9%). The trees harvested at the age of 32 had diameters at breast height from 7.0 to 20.0 cm and the mean diameter of 12.7 cm (0.93·d_g), while the subsequently harvested trees had diameters of 6.6–10.6 cm and the mean diameter of 9.3 cm (0.68·d_g) (Tables 1 and 2, Graph 1).

The thinning that was conducted at the age of 40 included 911 trees per hectare (46.1%) with the volume of 142.3 m³·ha⁻¹ (33.7%). The trees harvested at the age of 40 had diameters at breast height from 10.1 to 23.9 cm and the mean diameter of 15.7 cm (0.88·d_g) (Tables 1 and 2, Graph 2).

The two thinnings and the subsequently felled thin trees on the experimental plot in the period from the age of 33 to 40 included 2,844 trees per hectare (72.7%) with the volume of 279.4 m³·ha⁻¹. Based on the ratio between the quadratic mean diameter of the trees harvested in the thinning and the remaining trees at the ages of 32 and 40, the thinnings were low ($q_d=0.84-0.80$) and based on the percentage decrease in basal area (35–37%) and volume (34–36%), they were heavy thinnings (Tables 1 and 2).

Table 5. Current annual diameter and height increments determined by a detailed analysis of the representatives of dominant (D_{100} and D_{400}) trees in the stand.

Tablica 5. Tečajni godišnji debljinski i visinski prirast detaljno analiziranih predstavnika dominantnih (D_{100} i D_{400}) stabala u sastojini.

Tree category <i>Kategorija stabala</i>	Representative tree <i>Odabrano stablo</i>	n	age 25–32 <i>25–32 god.</i>	age 33–40 <i>33–40 god.</i>	age 41–50 <i>41–50 god.</i>	t-test	Ratio
			i_d [cm·year ⁻¹]				
Detailed Analysis*	D ₁₀₀	1	0.49	0.76	-	4.439***	1.55
	D ₄₀₀	1	0.46	0.48	-	0.321 ^{ns}	1.04
<i>Detaljno analizirana stabla</i>	i_h [m·year ⁻¹]						
	D ₁₀₀	1	0.66	0.72	-	1.23 ^{ns}	1.09
	D ₄₀₀	1	0.56	0.65	-	2.49*	1.18

* The current annual diameter and height increments were determined as the averages of the annual increments in the detailed tree analysis in the above-stated periods.

** Tečajni godišnji debljinski i visinski prirasti dobiveni su kao prosjeci godišnjih prirasta detaljno analiziranih stabala u navedenim razdobljima.

Table 6. Current diameter and height increments of the 100 and 400 thickest trees in the stand (D_{100} and D_{400}).

Tablica 6. Tečajni debljinski i visinski prirast 100 i 400 najdebljih stabala u sastojini (D_{100} i D_{400}).

Tree category <i>Kategorija stabala</i>	Representative tree <i>Odabrano stablo</i>	n	age 25–32 25–32 god.	age 33–40 33–40 god.	age 41–50 41–50 god.	t-test	Ratio <i>Omjer</i>
			i_d [cm·year ⁻¹]				
All trees** <i>Sva stabla</i>	D ₁₀₀	5	—	0.54	0.76	2.343*	1.42
	D ₄₀₀	18	—	0.50	0.68	3.524**	1.36
	i_h [m·year ⁻¹]						
	D ₁₀₀	5	—	0.70	0.52	6.33***	0.74
	D ₄₀₀	18	—	0.67	0.49	15.67***	0.73

** The current annual diameter and height increments were determined as the averages of the annual increments in the detailed tree analysis in the above-stated periods.

** Tečajni debljinski i visinski prirast je prosjek periodičnog prirasta 100, odnosno 400 najdebljih stabla po hektaru u navedenim razdobljima.

Table 7. Current diameter, basal area and volume increments of all trees and of the future trees in the period after the thinnings at the ages of 32 and 40.

Tablica 7. Tečajni prirast promjera, temeljnice i volumena svih stabala i stabala budućnosti u razdoblju poslije prorjeda u 32. i 40. godini.

Tree category Kategorija stabala	age 33–40 33–40. god.				age 41–50 41–50. god.			
	N	i_d	I_G	I_V	N	i_d	I_G	I_V
	[trees ha ⁻¹]	[cm·year ⁻¹]	[m ² ·ha ⁻¹ ·year ⁻¹]	[m ³ ·ha ⁻¹ ·year ⁻¹]	[trees ha ⁻¹]	[cm·year ⁻¹]	[m ² ·ha ⁻¹ ·year ⁻¹]	[m ³ ·ha ⁻¹ ·year ⁻¹]
All trees Sva stabla	1,978	0.31	1.76	22.21	1,067	0.51	2.02	25.73
Future trees Stabla budućnosti	311 (15.7%)	0.54 (174.2%)	0.56 (31.8%)	7.07 (31.8%)	311 (29.1%)	0.69 (135.3%)	0.91 (45.0%)	11.91 (46.3%)

In the thinning at the age of 32, out of the total 115.1 m³·ha⁻¹ of the trees marked for felling, almost 100 m³·ha⁻¹ were in the diameter range of 10 to 20 cm. However, in the thinning performed at the age of 40, out of the total 142.3 m³·ha⁻¹ of the trees marked for felling, over 110 m³·ha⁻¹ were found in the diameter range of 10 to 20 cm and about 30 m³·ha⁻¹ was in the diameter range of 20 to 25 cm.

The effects of thinning on trees and stand increment – Utjecaj prorjeda na prirast stabala i sastojine

In the period after the first thinning, between the ages of 33 and 40, the current annual diameter increment determined by a detailed analysis of the representative of the 100 thickest trees in the stand was higher by an average of 55% compared to the period before the thinning, between the ages

of 25 and 32. The differences were highly statistically significant ($p < 0.001$). In the period after the thinning, the current annual height increment of the representative tree was higher by an average of 9% compared to the study period before the thinning, but the differences were not statistically significant. The current annual diameter increment determined by a detailed analysis of the representative of the 400 thickest trees was, in the period between the ages of 33 and 40, higher by an average of 4% compared to the period before the thinning, but the differences were not statistically significant. After the thinning, the current annual height increment of the representative tree was higher by an average of 18% compared to the period before the thinning, and the differences were statistically significant (Table 5, Graph 6).

At the stand level, the diameter increment of the 100 and 400 thickest trees in the stand in the period between the ages of 41 and 50 was higher by 36 to 42% than the diameter increment in the period between the ages of 33 and 40. The statistical significance was weak ($p < 0.05$) to high ($p < 0.001$). The current annual height increment of the representatives was lower in the period between the ages of 41 and 50, by an average of 26-27%, than in the period between the ages of 33 and 40 and the differences were highly statistically significant (Table 6, Graph 6).

The current diameter increment of the aspirants in the specified periods (41-50 and 33-40 years of age) was within the range of the diameter increment of dominant (D_{100} and D_{400}) trees in the stand (Table 7). The diameter increment of the aspirants was 29.1% higher between the ages of 41 and 50 than between the ages of 33 and 40. In the 400 and 100 thickest trees in the stand, the current diameter increment was 36% or 42% higher in the period between the ages of 41 and 50, compared to the period between the ages of 33 and 40. When calculating the current diameter increment for the collective of all trees, calculation is different because there is a different number of trees in each period, so the current diameter increment in the period between the ages of 41 and 50 was 68% higher compared to the previous period when the number of trees on the experimental plot was almost twice bigger (Table 7).

In the period between the ages of 33 and 40, the remaining trees (1978 trees per hectare) achieved a total volume increment of $177.68 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, or an average of $22.21 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{year}^{-1}$, which is 29% higher than the attained cutting yield at the age of 32. In the period between the ages of 41 and 50, the remaining trees (1,067 trees per hectare) achieved a total volume increment of $257.3 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, or an average of $25.73 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{year}^{-1}$, which is 81% higher than the realized cutting yield at the age of 40. In the period between the ages of 33 and 40, 311 aspirant trees per hectare (15.7% of the total number of trees) had a share of about 32% in the current increment of basal area and volume, while in the period between the ages of 41 and 50, these 311 aspirant trees per hectare (29.1% of the total number of trees) had a share of 45 to 46% (Table 7). In the period between the ages of 33 and 40, almost half the total number of trees achieved a 15.8% higher volume increment per hectare than in the period from 33 to 40, and the same collective of aspirant trees (311 trees per hectare) achieved a 68.5% higher current volume increment (Table 7).

The total stand volume increment recorded on the experimental plot at the age of 40 amounted to $561.85 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, and the average annual increment was $14.05 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{year}^{-1}$. The share of the previous increment in the stand before the age of 40 amounted to $137. \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ or 24.4% of the total volume increment. The total volume increment measured at the age

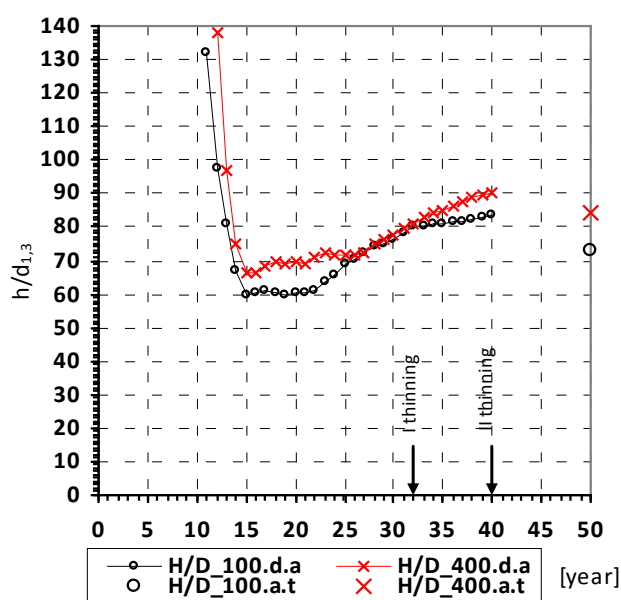
of 50 amounted to $819.1 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, the average annual increment was $16.38 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{year}^{-1}$, and the share of the previous increment amounted to $279.4 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ or 34.1% of the total recorded volume increment.

The effect of thinning on slenderness of trees and stability of stand – Utjecaj prorjeda na stupanj vitkosti stabala i stabilnost sastojine

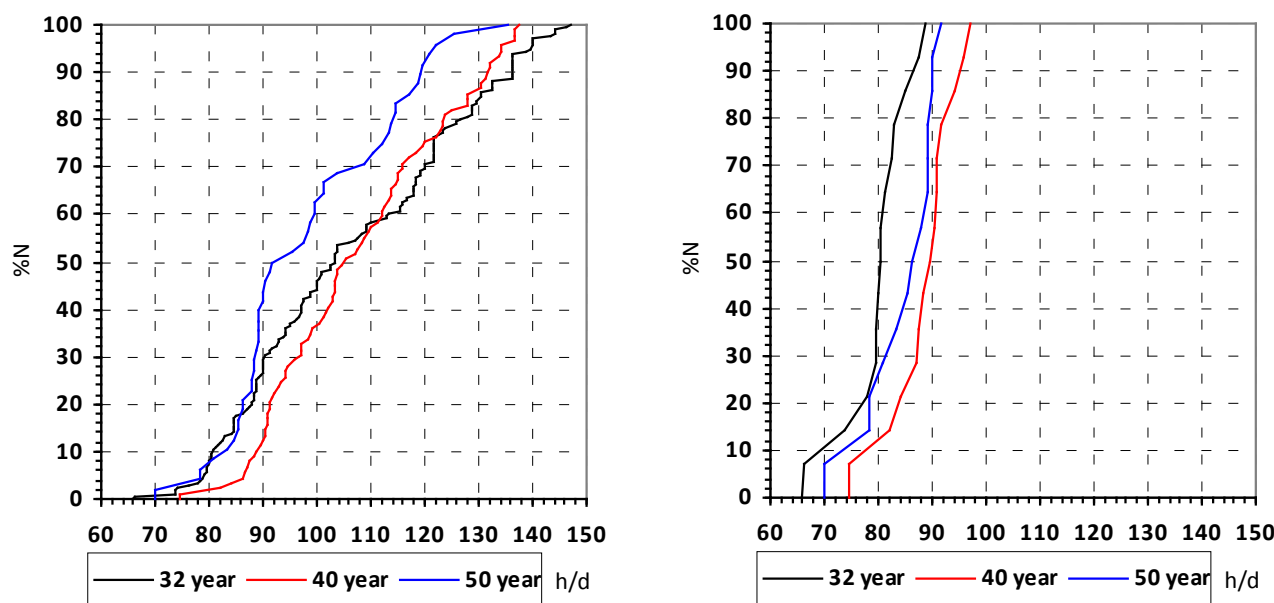
The degree of slenderness of dominant trees, obtained on the basis of the detailed analysis of dominant trees (D_{100} and D_{400}), had minimum values in the period between the ages of 15 and 26 and amounted to 60-70. After this period, the degree of slenderness showed an increase and reached the value of approximately 80 at the age of 32 in both trees. At the age of 40, the degree of slenderness of the tree representing the 100 thickest trees was 80, and 90 of the tree representing the 400 thickest trees. At the age of 50, the average degree of slenderness of dominant trees, obtained based on the measurement of growth elements, corresponded to the degree of slenderness obtained by a detailed analysis of trees at the age of 40 (Graph 7).

The cumulative curves of slenderness for the total number of trees show that at the age of 32 less than 8% of trees had the degree of slenderness below 80, only 2% at the age of 40, and 8% of trees at the age of 50. Furthermore, 53% of trees had the degree of slenderness above 100 at the age of 32, 63% at the age of 40 and 36% at the age of 50 (Graph 8 left).

At the age of 32, 50% of the aspirant trees had the degree of slenderness below 80, less than 15% at the age of 40, and less than 30% at the age of 50. However, all aspirant trees had the degree of slenderness below 90 at the age of 32, 50%



Graph 7. Development of the slenderness (h/d) of dominant trees
Grafikon 7. Razvoj stupnja vitkosti (h/d) dominantnih stabala.



Graph 8. Sum curves of slenderness distribution (h/d) at the ages of 32, 40 and 50 for all trees (left) and for the future trees (right).

Grafikon 8. Sumarne krivulje distribucija stupnja vitkosti (h/d) u 32., 40. i 50 za sva stabla (lijevo) i stabla budućnosti (desno).

Table 8. Results of KS-test for all trees and for the future trees at different ages.

Tablica 8. Rezultati KS-testa za sva stabla i stabala budućnosti u različitim godinama

Tree category Kategorija stabla	Age Starost	All trees Sva stabla		
		age 32 32. god.	age 40 40. god.	age 50 50. god.
Future trees Stabla budućnosti	age 32 32. god.	–	0.1831*	0.233*
	age 40 40. god.	0.6429**	–	0.3251**
	age 50 50. god.	0.5 ^{ns}	0.4286 ^{ns}	–

of the aspirant trees at the age of 40 and 90% at the age of 50 (Graph 8 right).

According to the non-parametric Kolmogorov-Smirnov test, the cumulative curves of slenderness for all trees show significant differences between the three measurements of growth elements, which is ascribed to the reactions of trees to the conducted thinning and to the reduction in the number of trees due to thinning. However, with the same number of aspirant trees, significant differences were found only in the period between the ages of 32 and 40, *i.e.* after the first thinning (Table 8).

DISCUSSION AND CONCLUSIONS RASPRAVA I ZAKLJUČCI

A comparison of the growth elements of the investigated culture with the elements of growth in other young to middle-aged spruce cultures in Serbia (Stojanović and Ban-

ković, 1981; Stojanović and Krstić, 1984; Vučković *et al.*, 1990; Tomanić, 1990; Dražić, 1994; Koprivica and Ratknić, 1996; Koprivica *et al.*, 1998; Krstić, 1998; Ratknić, 1994; Ratknić and Vučković, 1999; Ratknić *et al.*, 2001) shows that the investigated culture is in the category of the best cultures in Serbia. Another conclusion we can make from the comparison of the elements of growth of the investigated culture and the spruce cultures in other areas is that the investigated culture has high productivity (Assmann, 1970; Maunaga, 1999; Pretzsch, 2005; Orlić, 1987; 1994; 1999; Orlić *et al.*, 1997; Oršanić, 1995; Slodičák and Novak, 2003) or good site quality (Halaj *et al.*, 1987; Maunaga, 2001).

The first thinning at the age of 32 and the height of dominant trees of 15 m was low ($q_d < 0.85$) and heavy (36% of the volume) selective thinning. The age at which the thinning was carried out does not significantly deviate from the age at which the first “commercial” thinnings are performed in Europe (Slodičák and Novak, 2003). However, the flows of the current diameter increment determined by the detailed analysis of dominant trees (D_{100} and D_{400}) show that the thinning at the age of 32 was performed late, while the height growth (increment) model shows that the culmination was reached at the age of 25 (when the dominant trees reached the height of 11 m), which means that the first commercial thinning should not be performed later than the age of 25. The adoption of this biological criterion for the determination of the optimum timing for thinning would, according to (Vučković, 1991; Kotar, 2005), produce the best effects of thinning on the increment and stability of trees and stands. Following the recommendations of Assmann (1970), it has been stated that when applying selective thinning after Schädelin (1934),

tending candidates should be selected from the dominant trees that are 8 to 12 m tall.

The initial large number of trees with high volume per hectare and heavy thinning at the ages of 32 and 40 have caused high values of the cutting yield, $115.13 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ and $142.28 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, which are in the category of the highest cutting yields achieved on individual experimental plots of young stands (Stojanović and Krstić, 1984; Vučković *et al.*, 1990; Orlić 1999; Orlić *et al.*, 1991). The applied thinnings had the highest intensity broadly recommended in the literature for spruce cultures of similar age (Halaj *et al.*, 1986; Maunaga, 2001).

In the period between the ages of 33 and 40, total of 555 trees per hectare were cut down due to mortality and snow-breaks (14.2%). Their volume was $22.0 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Thus it follows that out of the initial number of trees, a total of 1,933 trees was cut down (49.4%) in the 32nd year of age. Their total volume was $137.1 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (35.9%). The research of Valinger and Petersson (1996) carried out on permanent experimental plots established in 24-45-year-old spruce cultures suggests that the greatest relative number of trees damaged by snow and wind was recorded on control plots and in the early period after extremely heavy thinnings (over 40% of basal area). According to these results, the increased risk of damage caused by snow and wind is greatly affected by the unfavourable position of the culture and high culture density, which is consistent with our research.

In the period between the ages of 33 and 40, the reaction in the diameter increment of the remaining trees was weak. Compared to the results of Stojanović and Krstić (1984), the current diameter increment of the remaining trees after the thinning, between the ages of 33 and 40 ($0.31 \text{ cm} \cdot \text{year}^{-1}$, Table 7), was similar to the value of the diameter increment on the control area with a 30% higher number of trees per hectare in the two five-year age periods between the stand ages of 32 and 42 (0.31 to $0.34 \text{ cm} \cdot \text{year}^{-1}$). The current diameter increment of the future trees in the investigated culture ($0.54 \text{ cm} \cdot \text{year}^{-1}$, Table 7) was within the range of the increment of remaining trees on the experimental plots with the thinnings of light to moderate intensity stated by Stojanović and Krstić (1984). The size of the diameter increment of the aspirant trees in the researched culture between the ages of 33 and 40 was significantly lower than the sizes stated by Štefančík (2012) for the thinning procedures first implemented at the stand age of 20. In the period after thinning was performed in the investigated culture, between the ages of 33 and 40, the current volume increment was $22.15 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{year}^{-1}$ and it was similar to the increment found by Orlić (1999) in 41-year-old spruce cultures with about 40% smaller number of trees after a thinning at the age of 32. Compared to the sizes of the current increment of basal area and volume stated by Stojanović and Krstić (1984), which were achieved at a similar age and with the

application of light to moderate thinning from below, the increments in the investigated culture were 35% smaller. Compared to data provided by Slodičák and Novak (2003), who conducted light selective thinnings at a similar age on a series of experimental areas in spruce stands of approximately the same age, basal area increments per hectare in the investigated culture were higher by 13-166%.

The second thinning at the age of 40 and at the height of dominant trees over 20 m was low ($q_d < 0.85$) heavy (34% of the volume) selective thinning. The heavy thinning at the age of 40 with the thinning volume of $142.28 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ caused a greater diameter increment, *i.e.* better reaction in the diameter increment of the remaining trees, compared to the thinning at the age of 32. The future trees had a 28% higher diameter increment in the age period between 41 and 50 years compared to the age period between 33 and 40.

The difference in the diameter increment size between the two study periods in the investigated stand is in line with other authors' results that spruce stands on favourable sites and with the number of trees that is not too large for the given age react positively to thinning even if they are performed later in life (Makinen and Isomaki, 2004a; 2004b; Preushler and Schmidt, 1989). According to the results (Preushler and Schmidt, 1989), late moderate to heavy thinnings from below in densely closed spruce stands, aged 48 and 58 years, exhibit a slower reaction in the volume increment in the early period after the cutting (5-7 years) compared to the following five-year period, which is consistent with our research. According to the results of Stojanović and Krstić (1984) that refer to the stand age between 32 and 42, larger diameter (11%) and volume (20%) increments in the second five-year period than in the first were identified only on the heavily thinned experimental plots. On the experimental plots with light to moderate first thinning and light second thinning, the mentioned authors recorded smaller diameter, basal area and volume increments in the second than in the first observed (five-year) period. The higher increment in the later age period, between the ages of 50 and 70 years, is related to a small number of trees per hectare in spruce monocultures. Slodičák and Novak (2003) noted increment increase in the later period, after heavy thinning from below, while Štefančík (2012) stresses that heavy thinning, particularly selective thinning, increases the diameter increment of target trees. In the case of heavy and very heavy thinning from below, larger increase in diameter increment was also observed after the second compared to the period after the first thinning (Nilsson *et al.*, 2010).

On several series of experimental plots in several decades of research (over 100 years) in spruce stands, it has been found that if the stands are young and if we apply light to moderate thinning from below in a short period of time, they will achieve higher increments of basal area (and volume) per hectare than control plots. Further, similar values

(below 5% decrease) of the basal area increment per hectare are also attainable with heavier thinnings performed later in life (Assmann, 1970). Quantification of the 'qualitative' research of spruce cultures was conducted by Pretzsch (2005), who created practical models of the current increment of basal area (and volume) depending on the intensity of thinning and site class. However, a large number of authors point to a pronounced variability in the size of the current increment of basal area and volume per hectare depending not only on the applied thinning techniques and intensity, but also on the age and site class. These values can be 25% lower or 40% higher compared to control plots or the surface areas with light thinnings from below (Pretzsch, 2005; Wallentin, 2007).

The first selective thinning of heavy intensity in the studied culture was conducted at the age when economically viable assortments were most likely to achieve. According to the flows of diameter and height increments of dominant trees, it was a late thinning and it resulted in the weak revitalization of tree diameter increments in the period between the ages of 33 and 40. However, dominant trees, especially the 400 thickest trees per hectare, were in the phase of more pronounced height growth during the thinning, which increased the degree of slenderness and consequently reduced the stability of the stand. According to Abetz and Klädtke (2002), the optimum degree of slenderness in spruce cultures is 80-90, and above that size trees are highly prone to wet snow and wind breakages, so it can be concluded that at the age of 32 only the tending trees fulfilled the criterion ($h_l/d_g=80$) and the stand as a whole was highly prone to wet snow and wind breakages ($h_l/d_g=102$). Under the influence of the second selective thinning of heavy intensity, at the age of 40, the future trees had a 29% larger diameter increment in the period between the ages of 41 and 50 compared to the period between the ages of 33 and 40, which together with the decreasing trend of height increment caused a smaller degree of slenderness and greater stability of the stand and individual trees. All things considered, it follows that the heavy thinnings carried out at the ages of 32 and 40 contributed to the establishment of favorable relations in the diameter and height growth of trees in the investigated culture and thereby improved their structural stability.

ACKNOWLEDGEMENT ZAHVALA

This paper was realized as a part of the project "Studying climate change and its influence on the environment: impacts, adaptation and mitigation" (43007) financed by the Ministry of Education and Science of the Republic of Serbia within the framework of integrated and interdisciplinary research for the period 2011-2018.

REFERENCES LITERATURA

- Abetz, P., J. Klädtke, 2002: The target tree management system. Forstw. Cbl. 121: 73-82.
- Assmann, E., 1970: The Principles of Forest Yield Study. Studies in the Organic Production, Structure, Increment and Yield of Forest Stands. Pergamon Press Ltd., Headington Hill Hall: 506 s., Oxford.
- Banković, S., M. Medarević, D. Pantić, N. Petrović, 2009: Nacionalna inventura šuma Republike Srbije: šumski fond Republike Srbije. Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije – Uprava za šume, 244 s., Beograd.
- Bjelanović, I., M. Vukin, 2010: Prorede u veštački podignutim sastojinama duglazije, smrče, crnog i belog bora na području Majdanpečke domene. Šumarstvo, 1-2: 79-93, Beograd.
- Bobinac, M., 2004: Efekti selektivne prorede u veštački podignutoj sastojini smrče. Glasnik Šumarskog fakulteta, 89: 63-75, Beograd.
- Bodružić, M., Z. Govedar, M. Krstić, 2015: Prijedlog prorednog zahvata u vještački podignutoj sastojini smrče (*Picea abies* L.) na području Čelince u Republici Srpskoj. Šumarstvo, 4: 1-13, Beograd.
- Cameron, A. D., 2002: Importance of early selective thinning in the development of longterm stand stability and improved log quality: a review. Forestry 75: 25-35.
- Dražić, M. 1994: Uzgojno-biološki i ekonomski značaj proreda u šumskim kulturama. U: M. Dražić (ur.), Uzgojno-biološki i ekonomski značaj proreda u šumskim kulturama i mladim šumama, Zbornik radova sa zaključcima savetovanja, JP Srbijašume, 9-38, Beograd.
- Dubravac, T., V. Krejči, B. Vrbek, 2006: Struktura i razvoj 161 godinu stare smrekove kulture. Šumarski list, 5-6: 219-229, Zagreb.
- Govedar, Z., 2007: Klasifikacija stabala i efekti prorednih zahvata u vještački podignutoj sastojini smrče na području Sokolina – Kotor Varoš. Glasnik Šumarskog fakulteta, 96: 29-43, Banja Luka.
- Govedar, Z., M. Krstić, S. Keren, I. Bjelanović, 2013: Uticaj mješovitih proreda na elemente strukture vještački podignutih sastojina smrče (*Picea abies* L.) na području zapadnog djela Republike Srbije. Šumarstvo, 1-2: 33-46, Beograd.
- Halaj, J. et al., 1987: Rastove tabulky hlavných drevin ČSSR. Priroda, 361 s., Bratislava.
- Halaj, J. et al., 1986: Percentá prebiehok pre hlavne dreviny. Lesnicke studie 40, Vyskumny ustav lesneho hospodarstva vo Zvolene, Priroda, 98 s., Bratislava.
- Koprivica, M., M. Ratknić, 1996: Razvoj i prirast dominantnih stabala u veštački podignutim sastojinama četinaru na području Loznice. Šumarstvo, 1-2: 13-25, Beograd.
- Koprivica, M., M. Ratknić, N. Marković, 1998: Razvoj i prirast dominantnih stabala u veštački podignutim sastojinama četinaru na području Ivanjice. Zbornik radova Instituta za šumarstvo, 42-43: 47-58, Beograd.
- Kotar, M., 2005: Zgradba, rast in donos gozda na ekoloških in fizioloških osnovah. ZGDS i ZGS, 500 s., Ljubljana.
- Krstić, M., 1998: Usporedne karakteristike razvoja i proizvodnosti izdankačke šume bukve i sastojina duglazije i smrče podignutih na bukovom staništu na području istočne Srbije. U: N. Randelović (ur.), V Simpozijum o flori jugoistočne Srbije, Zbornik radova: 151-160, Niš.

- Mäkinen, H., A. Isomäki, 2004a: Thinning intensity and long-term changes in increment and stem form of Norway spruce trees. *Forest Ecology and Management*, 201: 295-309.
- Mäkinen, H., A. Isomäki, 2004b: Thinning intensity and growth of Norway spruce stands in Finland. *Forestry*, 77: 349-364.
- Marković, Lj., D. Petrović, 1960: Nega šuma u Srbiji. Poljoprivredno šumarska komora NR Srbije, Zadruga knjiga, 494 s., Beograd.
- Maunaga, Z., 1999: Strukturne i proizvodne karakteristike veštački podignutih sastojina smrče u Republici Srpskoj. Disertacija, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet: 146 str., Beograd.
- Maunaga, Z., 2001: Prinosne tablice za jednodobne sastojine smrče u Bosni (Yield tables for even aged spruce stands in Bosna). *Šuma*, 2: 5-24, Sokolac.
- Mráček, Z., J. Pařez, 1986: Pěstování smrku. Státní zemědělské nakladatelství: 203 str., Praha.
- Nikolić, S., S. Banković, 2009: Tablice i tehničke norme u šumarstvu, J. Milanović (ur.), Zavod za udžbenike, treće izdanje: 257 s., Beograd.
- Nilsson, U., E. Agestam, P.M. Ekö, B. Elfving, N. Fahlvik, U. Johansson, K. Karlsson, T. Lundmark, C. Wallentin, 2010: Thinning of Scots pine and Norway spruce monocultures in Sweden – Effects of different thinning programmes on stand level gross- and net stem volume production. *Studia Forestalia Suecia* 219: 46 s.
- Orlić, S., 1987: Utjecaj razmaka sadnje na uspijevanje obične smreke (*Picea abies* L. Karst.) na području Plešivičkog prigorja, *Šumarski list*, 5-6: 221-247, Zagreb.
- Orlić, S., 1994: Razmak sadnje i razvoj obične smreke u kulturama. *Radovi, Šumarski institut Jasterbarsko*, 29 (1): 59-69, Zagreb.
- Orlić, S., 1999: Drugi proredni zahvat, produkcija biomase i njezin kemizam u kulturi obične smreke „Velika buna“. *Radovi, Šumarski institut Jastrebarsko* 34 (2): 39-51, Zagreb.
- Orlić, S., Komlenović, N., Rastovski, P., Ocvirek, M., 1991: Prvi proredni zahvat, produkcija biomase i njezin kemizam u kulturi obične smreke (*Picea abies* Karst) „Velika buna“. *Radovi, Šumarski institut Jastrebarsko*, 26 (1): 77-93, Zagreb.
- Orlić, S., P. Rastovski, M. Ocvirek, 1997: Proreda i mineralna prehrana kao mjere njege u kulturi obične smreke. *Radovi, Šumarski institut Jastrebarsko*, 32 (1): 55-66, Zagreb.
- Oršanić, M., 1995: Uspijevanje šumskih kultura obične smreke (*Picea abies* Karst.), crnoga bora (*Pinus nigra* Arn.) i europskog ariša (*Larix deciduas* Mill.) na Zagrebačkoj gori. *Glasnik za šumske pokuse*, 32: 1-90, Zagreb.
- Pienaar, L.V., K.J. Turnbull, 1973: The Chapman-Richards generalization of Von Bertalanffy's growth model for basal area growth and yield in even-aged stands. *Forest Science*, 19: 2-22, Society of American Foresters. Bethesda, USA.
- Pretzsch, H., 2005: Stand density and growth of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.): evidence from long-term experimental plots. *Eur J Forest Res*, 124: 193-205.
- Preuhler, T., R. Schmidt, 1989: Observations on a deferred-thinning trial of Norway spruce. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 108: 271-288.
- Ratknić, M., 1994: Konstrukcija stanišnih indeksa za kulture četinarara na području Srbije i mogućnost korišćenja pri određivanju periodiciteta proređivanja. U: M. Dražić (ur.), *Uzgojno-biološki i ekonomski značaj proreda u šumskim kulturama i mladim šumama*, Zbornik radova sa zaključcima savetovanja, JP Srbijašume, 134-140, Beograd.
- Ratknić, M., M. Vučković, 1999: Razvoj i proizvodnost šumskih kultura. U: Ratknić, M., S. Šmit (ur.), „Razgraničenje poljoprivrednog i šumskog zemljišta i optimalno korišćenje površina u šumarstvu na primeru Pešterske visoravni“, JP Srbijašume, Institut za Šumarstvo i Drvnu industriju, Posebno izdanje: 57-96, Beograd.
- Ratknić, M., M. Vučković, V. Stamenković, 2001: Growth characteristics of coniferous plantation in southwest Serbia. In: T. Naydenova (ed.), Third Balkan scientific conference “Study conservation and utilisation of forest resources”. Volume I: 443-451, Sofia.
- Schädelin, W., 1934: Die Durchforstung als Auslese und Veredlungsbetrieb höchster Wertleistung. Verlag Paul Haupt, 96 s., Bern, Leipzig.
- Slodičák, M., J. Novák, 2003: Thinning experiments in Norway spruce stands after 40 years of investigation – 1st series. *Journal of Forest Science*, 49 (2): 45-73.
- Slodičák, M., J. Novák, J., 2006: Silvicultural measures to increase the mechanical stability of pure secondary Norway spruce stands before conversion. *Forest Ecology and Management*, 224: 252-257.
- Slodičák, M., J. Novak, 2010: Evaluation of long-term experiments with thinning of Norway spruce stands. DVFFA – Sektion Ertragskunde, Beiträge zur Jahrestagung 2010; herausgegeben von J. Nagel: 44-48.
- Slodičák, M., J. Novak, J.P. Skovsgaard, 2005: Wood production, litter fall and humus accumulation in a Czech thinning experiment in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). *Forest Ecology and Management*, 209: 157-166.
- Stojanović, Lj., S. Banković, 1981: Uporedna proučavanja razvoja stabala smrče i crnog bora podignutih veštačkim putem na bukovim staništima na Povlenu i Maljenu. *Glasnik šumarskog fakulteta*, 57: 195-208, Beograd.
- Stojanović, Lj., M. Krstić, 1984: Rezultati istraživanja najpovoljnijih mera nege putem seča proreda na razvoj kultura smrče na Maglešu. *Šumarstvo*, 1-2: 3-20, Beograd.
- Štefančík, I., 2012: Development of spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) target (crop) trees in pole-stage stand with different initial spacing and tending regime. *Journal of Forest Science*, 58 (10): 456-464.
- Tomanić, L., 1990: Istraživanja kultura smrče na Kopaoniku, Jastrebcu, Avali i Torničkoj Bobiji. U: S. Stilinović (ur.), *Zbornik radova sa savetovanja “Savremene metode pošumljavanja i zaštite u očuvanju i proširenju šumskog fonda Srbije”*, 172-178, Arandelovac.
- Valinger, E., N. Pettersson, 1996: Wind and Snow damage in a thinning and fertilization experiment in *Picea abies* in southern Sweden. *Forestry* 69: 25-33.
- Valsta, L., 1992: An optimization model for Norway spruce management based on individual-tree growth models. *Acta Forestalia Fennica* 232: 20 s.
- Vučković, M., 1991: Karakteristike prirasta i razvoja crnog bora u veštački podignutim sastojinama kao osnova za planiranje mera nege. *Glasnik Šumarskog fakulteta*, 73: 425-437, Beograd.
- Vučković, M., V. Stamenković, Lj. Stojanović, M. Krstić, M. Tošić, 1990: Razvojno proizvodne karakteristike i predlog mera nege veštački podignutih sastojina molike, crnog bora i smrče na staništu planinske bukve (*Fagetum montanum silicicolum*). U: V.

- Stamenković (ur.), Unapređenje šuma i šumarstva regiona Titovo Užice, 2, Šumarski fakultet: 103–120, Beograd.
- Walentin, C., 2007: Thinning of Norway spruce. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Doctoral Thesis, 2007:29. Faculty of Forest Science, Department of Southern Swedish Forest Research, Alnarp: 116 s.
 - Wallentin, C., U. Nilsson, 2014: Storm and snow damage in a Norway spruce thinning experiment in southern Sweden. Forestry, 87: 229–238.
 - Zeide, B., 2001: Thinning and Growth: A Full Turnaround. Journal of Forestry, Volume 99, 1: 20–25.
 - ... (1968): Osnovna Geološka karta-Boljevac K 34-8: Savezni Geološki zavod Beograd.
 - ... (1970): Tumač za Osnovnu Geološku kartu Boljevac K 34-8: Savezni Geološki zavod Beograd.
 - ... (1971): Tablice iz dendrometrije i uređivanja šuma, D. Belić (ur.), treće prošireno izdanje: 132 str. Beograd.

Sažetak

Istraživanja su obavljena u kulturi smreke (*Picea abies* /L./ Karst.), koja je osnovana sa 5.000 sadnica po hektaru na staništu planinske šume bukve na nadmorskoj visini 870 m. Na osnovi usporedbe elemenata rasta istraživane kulture s elementima rasta u drugim mladim do srednjedobnim kulturama smreke, istraživana kultura je u kategoriji visokoproizvodnih kultura u Srbiji i šire u Europi.

Na trajnoj pokusnoj plohi, u dobro sklopljenom dijelu istraživane smrekove kulture u starosti 32 godine, izmjereno je 3.911 stabala po hektaru, s volumenom od 384,17 m³·ha⁻¹, a ukupno evidentiran prirast drvne zalihe sastojine do 40. godine iznosio je 561,85 m³·ha⁻¹, a do 50. godine 819,1 m³·ha⁻¹. Na osnovi dvije prorjede, u 32. i 40. godini i naknadno posječenih tanjih stabala u razdoblju od 33. do 40. god., na pokusnoj plohi ukupno je posječeno 2.844 stabla po hektaru (72,7%) volumena 279,4 m³·ha⁻¹ (tablica 1). Numerički pokazatelji strukture stabala na pokusnoj plohi u 32., 40. i 50. godini prikazani su u tablici 2, a debljinska struktura na grafikonima 2, 3 i 4.

Za definiranje utjecaja prorjeda na prirast stabala uspoređen je tečajni debljinski (i_{dt}) i visinski (i_{ht}) prirast u razdoblju od 25. do 32. godine i 33.–40. godine kod detaljno analiziranih dominantnih stabala (D_{100} i D_{400}), a na sastojinskoj razini uspoređen je tečajni debljinski (i_{dt}) i visinski (i_{ht}) prirast u razdoblju od 33. do 40. godine i 41. do 50. godine kod dominantnih stabala (D_{100} i D_{400}). Testiranje razlika između tečajnih prirasta u različitim razdobljima obavljeno je uz pomoć t-testa. Na razini sastojine uspoređen je i tečajni prirast promjera, temeljnice i volumena svih stabala i stabala budućnosti (311 kom.·ha⁻¹) u razdoblju od 33.–40. godine i u razdoblju od 41.–50. godine. Neparometrijski Kolmogorov-Smirnov test korišten je za međusobnu usporedbu struktura stupnja vitkosti (odnos $h/d_{1,3}$). Istraživanja su omogućila da se definira utjecaj prorjeda na prirast i stupanj vitkosti različitih kategorija stabla i sastojine u dva starosna razdoblja sastojine, 33.–40. i 41.–50. godine.

Prva prorjeda u 32. godini, pri visini dominantnih stabala 15 m, imala je karakter selektivne prorjede, bila je niska ($q_d < 0,85$) i jaka (jačina prorjede je 36% volumena). Prorjeda je obavljena u starosti sastojine koja značajnije ne odstupa od razdoblja kada se izvode prve „komercijalne“ prorjede u Europi. Međutim, tokovi tečajnog debljinskog prirasta detaljno analiziranih dominantnih stabala (D_{100} i D_{400}) pokazali su da je prekasno izvršiti prorjedu u 32. godini, a model rasta (prirasta) visina je pokazao kulminaciju u 25. godini (kada su dominantna stabla postigla visinu 11 m), pa bi se 25. godina mogla označiti i kao godina u kojoj je najkasnije trebalo izvršiti prvu komercijalnu prorjedu (grafikon 7). Zatečeni velik broj stabala, s velikom drvnom zalihom po hektaru, u 32. godini i jaka prorjeda uvjetovali su visoki iznos prorjednog etata, od 115,13 m³·ha⁻¹, što je u kategoriji najviših iznosa volumena koji se okvirno preporučuju u literaturi za sličnu starost smrekovih kultura. U razdoblju od 33.–40. godine debljinski prirast je iznosio kod preostalih stabala 0,31 cm·god⁻¹, a kod stabala budućnosti 0,54 cm·god⁻¹ (tablica 7). Dominantna stabla, posebno 400 najdebljih stabala po hektaru, nalazila su se u fazi velikog visinskog prirasta u vrijeme i poslije prorjede u 32. godini (tablica 5 i 6), što je za posljedicu imalo povećanje stupnja vitkosti stabala, odnosno povećanje nestabilnosti sastojine (grafikon 8).

Druga prorjeda u 40. godini, pri visini dominantnih stabala preko 20 m, imala je karakter selektivne prorjede, bila je niska ($q_d < 0,85$) i jaka (jačina prorjede je 34% volumena). Jaka prorjeda u 40. godini, s prorjednim etatom 142,28 m³·ha⁻¹, uvjetovala je veći debljinski prirast, odnosno bolju reakciju debljinskog prirasta na preostalim stablima, u odnosu na prorjedu u 32. godini. Stabla budućnosti imali su za 29%, a dominantna stabala (D_{100} i D_{400}) za 36–42%, veći debljinski prirast u starosnom razdoblju od 41.–50. godine, u odnosu na starosno razdoblje 33.–40. godine, što je uz opadajući trend visinskog prirasta uvjetovalo i manji stupanj vitkosti, odnosno veću stabilnost stabala i sastojine (grafikon 8).

Na osnovi navedenog, proizlazi da su provedene jake prorjede doprinijele uspostavljanju povoljnih odnosa u debljinskom i visinskom rastu stabala u istraživanoj kulturi i time poboljšale njihovu stabilnost.

KLJUČNE RIJEČI: *Picea abies* /L./ Karst., monokultura, trajna pokusna ploha, jake prorjede, stupanj vitkosti

COMPARISON OF STAND STRUCTURE IN MANAGED AND VIRGIN EUROPEAN BEECH FORESTS IN SERBIA

USPOREDBA STRUKTURE SASTOJINA GOSPODARENIH I PRAŠUMSKIH BUKOVIH ŠUMA SRBIJE

Bratislav MATOVIĆ¹, Miloš KOPRIVICA², Bratislav KISIN³, Dejan STOJANOVIĆ⁴, Igor KNEGINJIĆ⁵,
Stefan STJEPANOVIĆ⁶

Summary

This study presents results of the comparison of structural and production characteristics of managed and virgin European beech forests in Serbia. Five managed and three virgin European beech stands were studied. The aim of this research was to determine the impact of the previous forest management on the structural diversity and production characteristics of managed European beech high forests in Serbia. The observed stands are located in the mountainous range of 400 to 1200 meters above sea level in the areas with the most productive beech forests in Serbia. Structural characteristics were compared using the following parameters: Height curves, Diameter distribution, Gini index, Coefficient of variation, Slenderness coefficient and maximum dimensions of standing living and dead trees. Stand density and productive characteristics were studied using the following forest estimation elements: number of trees, basal area, volume, biomass, carbon stock, stand quadratic mean diameter, Lorey's mean height and volume of dead wood. The greatest differences were found in the dimensions of the largest trees in managed and virgin beech forests (diameters at breast height and heights). Certain differences were found in the shape of Height curves and Diameter distribution and in the values of Slenderness coefficient. However, the Gini index and the Coefficient of variation show that these managed beech forests in Serbia substantially preserve the primeval structural diversity. The differences in the average value of most forest estimation elements of managed beech high forests in Serbia compared to virgin beech forests are statistically significant, which tells us that the previous management had a significant impact on the changes in the production characteristics of these forests in Serbia.

KEY WORDS: *Fagus sylvatica*, forest management, virgin forest, the Balkans

INTRODUCTION

UVOD

In the last decades, the terms “close-to-nature forestry”, “nature-based forestry”, “near-natural forestry”, “continuous cover forestry”, “multi-aged forestry”, “green-tree retention”,

“nature-oriented silviculture”, “naturalistic silviculture” or “ecological silviculture” have been increasingly used in forest management (Schütz 1986, Franklin 1989, Benecke 1996, Mlinšek 1996, Yorke 1998, von Gadow et al. 2002, Pommerening & Murphy 2004). Most of these terms refer

¹ Dr. Bratislav Matović, University of Novi Sad, Institute of Lowland Forestry and Environment, Serbia, and University of East Sarajevo, Faculty of Agriculture, Republic of Srpska, BiH, bratislav.matovic@uns.ac.rs

² Dr. Miloš Koprivica, Faculty of Forestry, Banja Luka, Republic of Srpska, BiH, koprivica.milos@gmail.com

³ Dr. Bratislav Kisin, State Enterprise for Forest Management “Srbijašume”, Belgrade, Serbia, bratislav.kisin@srbijasume.rs

⁴ Dr. Dejan Stojanović, University of Novi Sad, Institute of Lowland Forestry and Environment, Novi Sad, Serbia, dejan.stojanovic@uns.ac.rs

⁵ MSc Igor Knejinjić, Public Enterprise “Šume RS” ad Sokolac, Republic of Srpska BiH

⁶ MSc Stefan Stjepanović, University of East Sarajevo, Faculty of Agriculture, Republic of Srpska, BiH, stefan.stjepanovicuis@gmail.com

to a forest management approach which generally includes management of “continuous forests” with management systems that don’t require radical silvicultural measures but silvicultural measures which “imitate nature and improve its performance” (Schütz 1986). Close-to-nature forestry is characterized by some fundamental features such as natural regeneration, single-tree felling, indigenous tree species, etc. One of the systems that can be attributed to close-to-nature forestry and which is applied in Europe is selection system. The concept of close-to-nature forestry is relatively old and could be traced back to the works of Gayser (1886) and Möller (1922).

Furthermore, close-to-nature forestry has recently become one of the most important ways of ensuring sustainable management of European forests (Bradshaw et al. 1994, Meyer 2005). According to Schnitzler & Borlea (1998), sustainable management of natural forests depends on two complementary parts: a) protection of the remaining forests with a high degree of naturalness and b) establishment of the management criteria which take into account the natural dynamics of the forests. “Continuous forest” together with an increase in the stand mixture is becoming one of the primary approaches to the present and future forest management in Europe.

Most Balkan countries (Slovenia, Bosnia and Herzegovina, Serbia, Montenegro, Macedonia, Albania and partially Croatia) have been applying group selection and selection systems in the management of beech forests. Furthermore, most managed European beech forests in the Balkans have been applying “continuous forest” principle which has preserved their naturalness to a large extent.

Reliable knowledge of natural forest structure and dynamics is required if we want to implement close-to-nature forestry (Leibundgut 1959, Korpel 1995). Therefore, research of virgin forests (old-growth forests, primary forests, primeval forests, etc.) has recently received great importance (Diaci et al. 1999, Drössler & Lüpke 2007). Since all Balkan countries have a much higher percentage of virgin forest stands than other European countries, they make an important area of future research. Some of these stands are protected by different protection regimes. However, significant areas of virgin forest stands can be found in rugged mountainous terrains in the regions with no formal protection.

Beech is the most abundant tree species in Serbia. It occurs in several forest monodominant or polydominant communities. According to Koprivica et al. (2013a) at the beginning of the twentieth century, beech forests in Serbia were predominantly virgin forests. From the beginning of the twentieth century until the 1960s, the main form of management was selection system. Afterwards, the group selection system was prescribed until the 1990s. In the last twenty years shelter-wood system is declaratively prescribed but

rarely implemented in practice. Generally, there are apparent discrepancies between forest management plans and their implementation.

Selection and group selection systems which often favour felling of higher-quality trees have been the most commonly applied systems in the forestry practice of beech forests in Serbia in the last 70 years. The application of different management systems has caused heterogenic structure of beech high forests in Serbia. Today, these forests are characterized by unfavorable qualitative and assortment structure, although they have relatively high production potential, structural diversity and degree of naturalness. By using different indices, Matović (2012) concludes that these forests have very pronounced alpha ecosystem diversity which is caused by the differentiation in the size and age of trees and by their spatial distribution.

For future management of beech high forests in Serbia, it is important to conduct a thorough examination of their managed and virgin stands and make a comparison of their structural and production characteristics. Research of beech virgin forest is important in the European context because of their rare frequency. Meyer (2005) notes that it is important for the Central European forestry to thoroughly explore virgin forest stands because larger areas of these stands can only be found in the mountains of eastern and southern Europe.

So far structural and production characteristics of beech virgin forest have been studied in eastern and central Europe (Mayer & Reimoser 1978, Leibundgut 1993, Korpel 1995, Commarmot et al. 2005, Turcu & Stetca, 2006, Drössler & Lüpke, 2007, Bilek et al. 2011, Kucbel et al. 2012, Petritan et al. 2012), but not in the Balkans. In the Balkans, beech virgin forests were studied in the period from the thirties to the seventies of the twentieth century (Miletić 1930, Milin 1954, Drinić 1957). Recent studies are rare (Leibundgut 1993, Meyer 2003).

The aims of this research were to compare structural and production characteristics of managed and virgin beech forests in Serbia in order to determine:

- 1) The impact of the previous forest management on the structural diversity of beech high forests in Serbia which represents an important segment of the overall diversity of these forests;
- 2) The impact of previous forest management on the changes in the production characteristics of managed beech high forests in Serbia.

Also, in order to enhance the understanding of the similarities and differences in structural and production characteristics of virgin forests in a wider context, we have made a comparative analysis of the results published for these forests in Central, Eastern and Southern Europe.

MATERIAL AND METHODS

MATERIJAL I METODE

Study area – Područje istraživanja

The research was conducted in managed and virgin beech forests with similar production potential. The study area included five managed stands (33a - Homoljske planine, 122a - Istočna Boranja, 27a - Zapadna Boranja, 31a - Černernik-Ostrozub and 44a - Željini) and three virgin forest stands (Danilova kosa, Vinatovača and Kukavica) on the most productive sites in Serbia (Fig. 1).

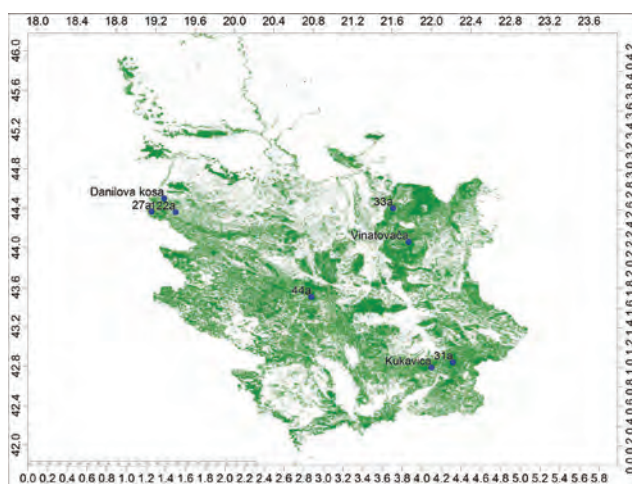


Figure 1. Locations of the studied forest stands in Serbia

Slika 1. Lokacije istraživanih sastojina u Srbiji

General characteristics of the studied European beech stands are presented in Table 1.

The observed stands have similar production potential (classes I to II, Mirković 1969) but they differ in stand characteristics. They are located in the mountainous range of 400 to 1200 meters above sea level which is the zone where monodominant beech forests in Serbia are widespread. The share of other tree species in the volume was about 0 to 1%. According to historical management plans, in studied managed stands applied were selection and group selection systems in last 40-50 years. All three virgin forests have been declared strict nature reserves by Serbian Government (Danilova kosa in 1950; Vinatovača in 1957 and Kukavica in 1980). However, even before the protection of these stands was declared, there had been no intensive management treatments.

Data collection – Prikupljanje podataka

Systematic sampling was used for the purpose of data gathering and processing in the managed stands. Circular sample plots of 0.05 ha in size, at a distance of 100 x 100 m (one plot represents one hectare) were set. Diameter at breast height (dbh) and tree heights (h) were measured in all test areas. Two cross diameters were taken. The height of trees was measured using Vertex 3 clinometer. In two virgin forests stands (Danilova kosa and Vinatovača) all trees had their diameters and heights (total survey) measured, while a set of seven square and rectangular experimental fields of

Table 1. Characteristics of the studied beech stands

Tablica 1. Karakteristike istraživanih bukavih sastojina

General characteristics	Stand							
	33a	122a	27a	31a	44a	Danilova kosa	Vinatovača	Kukavica
Latitude [°N]	44°24'05"	44°21'38"	44°22'04"	42°50'15"	43°30'02"	44°22'01"	44°03'36"	42°47'02"
Longitude [°E]	21°36'32"	19°16'44"	19°09'23"	22°12'55"	20°46'43"	19°16'58"	21°46'00"	21°59'51"
Altitude (m)	400-540	690-830	480-630	880-1060	1000-1170	670-760	630-870	670-1175
Area (ha)	22.7	29.5	20.2	31.6	22.6	6.73	27.6	76.2
Number of plots	23	29	20	32	23	1	1	7
Plot size [ha]	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	6.73	27.6	0.15-0.79
Number of measured trees	315	310	259	482	340	831	4833	529
Temperature*	8.6	7.6	8.7	6.9	6.7	8.1	7.3	7.7
Precipitation*	712	1023	947	967	970	997	716	861
EQ**	26.0	16.1	18.8	16.0	15.9	17.1	24.0	19.5
Bedrock	Limestone	Granodior.	Schist	Gneiss	Granite	Granodior.	Schist	Gneiss
Soil type	Calco cambisol	Dystric cambisol	Luvisol	Dystric cambisol	Dystric cambisol	Dystric cambisol	Dystric cambisol	Dystric cambisol
Site class***	II	I/II	II	II	I/II	I	II	I/II

*Mean annual temperature and sum of precipitation (Republic Hydrometeorological Service of Serbia) interpolated by kriging method for specific sites.

** EQ (Ellenberg's climate quotient) $EQ = \frac{T_{July}}{P_{Year}} * 1000$, T_{July} – mean temperature of the hottest month, P_{Year} – sum of precipitation. Ellenberg (1985) stated that $EQ < 30$ is the beech distribution limit in Central Europe. Stojanović et al. (2013) confirmed that these values are relevant for the region of Serbia.

*** Site classes are defined according to dominant height and comparison with sets of standard height curves Mirković (1969). Sets has 9 site classes and inter-classes (I – the best; V – the worst).

different size were established in Kukavica virgin forest for the purpose of these measurements. Trees with dbh > 10 cm were measured in all stands. In the beech virgin forests within the same area, the volume of lying and standing dead wood was estimated and compared with the results on managed forests obtained and published by Koprivica et al. (2013a). We measured standing dead wood with dbh above 10 cm and all parts of lying dead wood thicker than 3 cm at the thinner end and longer than 0.3 m. Field measurements were carried out in the period from 2004 to 2011.

Data analysis – Analiza podataka

Height curves for all studied stands were obtained by Prodan's function:

$$h = \frac{d^2}{a + bd + cd^2} + 1.30 \quad (1)$$

where h is the height and d diameter at breast height.

Diameter diversity was calculated using the Gini index and the Coefficient of variation, while the height diversity was calculated using the Coefficient of variation.

The Gini coefficient $Gdbh$ is defined as the area between the line of perfect equality (the diagonal) and the Lorenz curve, expressed as the proportion of the area under the diagonal (Weiner & Solbrig, 1984). When measuring tree size diversity, the Gini coefficient requires trees to be ranked by size and it quantifies the deviation from perfect equality when all trees are of equal size. Diameter diversity is measured on a scale from 0 to 1, where the $Gdbh$ would be 0 if all trees in a stand were of equal diameter at breast height, while it would equal 1 if all trees but one had a value of 0 (O'Hara et al. 2007). Solomon & Gove (1999) stated that the use of basal area or volume may provide a more accurate estimation of structural diversity than the use of the number of trees. In our research, the $Gdbh$ was calculated using the data on the number of trees and their basal area per class of breast height diameter (O'Hara et al. 2007).

The Gini coefficient of sample plot structure is calculated using equation (2).

$$Gdbh = \frac{\sum_{j=1}^n (2j - n - 1)ba_j}{\sum_{j=1}^n ba_j(n - 1)}, 0 \leq Gdbh < 1 \quad (2)$$

where:

ba_j – represents basal area for a tree with rank j ($m^2 ha^{-1}$);
 j – represents the rank of a tree in an ascending order from 1, . . . , n ;
 n – represents the total number of trees;

The Gini coefficient of stand structure is calculated as an arithmetical mean of sample plot coefficients.

The Coefficient of variation of tree diameters ($CVdbh$ %) and heights (CVh %) was calculated according to Sokal & Rohlf (1981):

$$CVdbh, h\% = \frac{s.d.}{\bar{X}dbh, h} * 100 \quad (3)$$

where $s.d.$ is the standard deviation, and $\bar{X}dbh, h$ arithmetical mean of dbh and height.

Tree volume (volume of taper and branches over 3 cm in diameter) was determined using a regression equation (4) which was obtained from the analytical equalization of volume tables of beech trees in Serbia (Mirković 1969).

$$v = 0.2811817d^{2.0415244}h^{1.1123098} \quad (4)$$

Above-ground tree biomass (B) was determined by the general regression equation (5) designed for the estimation of the total biomass of European beech trees (Wutzler et al. 2008).

$$B = 0.0523d^{2.12}h^{0.655} \quad (5)$$

where:

m – represents total above-ground tree biomass (without leaves) in kg,
 d – represents tree diameter at breast height in cm,
 h – represents tree height in m

Root biomass was obtained by the regression equation (6) for beech forests in Serbia (Koprivica et al. 2012).

$$Br = 0.429475 + 0.182227 B - 0.000047499 B^2 \quad (6)$$

where:

Br – below-ground tree biomass (roots) in $t ha^{-1}$,
 B – above-ground tree biomass in $t ha^{-1}$

The total biomass (Bt) was obtained as the sum of the biomass above and below the ground.

Above-ground carbon stock (C) was determined using the general regression equation (7) intended for the assessment of carbon stock in European beech (Joosten et al. 2004).

$$C = 0.023806419d^{2.1569}h^{0.66338} \quad (7)$$

The carbon stored in roots was determined by multiplying its biomass by a factor of 0.5 (IPCC, 2003).

The average volume, biomass and carbon stock per ha of the managed beech stands were obtained from the data collected on the sample plots. In the virgin beech stands of Danilova kosa and Vinatovača, a complete inventory was performed and the total volume, biomass and carbon stock were calculated.

In Kukavica virgin forest, seven sample plots were established. Therefore, when calculating the mean and standard deviation of the observed characteristics (volume, biomass, carbon) in a sample of all sample plots ($n = 7$, x_i -size of the observed characteristics per hectare) weights were used. Weights are surface plots (p_i). The arithmetic mean was obtained by formula (8), and the variance by formula (9).

$$\bar{x} = \frac{\sum p_i x_i}{\sum p_i} \quad (8)$$

$$s^2 = \frac{n}{n-1} \frac{\sum p_i (x_i - \bar{x})^2}{\sum p_i} \quad (9)$$

To test the statistical significance of the differences in the proportions, arithmetic means and the variance of the observed characteristics of the managed and virgin beech forests Z and F test were used. Z test was used to test the null hypothesis about the equality of proportions and arithmetic means, while F test was used to determine the differences between the variances. Two large and independent samples were used for the testing. From the statistical point of view, the problem was that the study sample plots were not always of the same size. The managed beech forest plots were 0.05 ha in size and there was a total of $n_1 = 127$. Kukavica virgin forest had sample plots of 0.15 ha to 0.79 ha in

size and there were seven of them. In Danilova kosa and Vinatovača virgin forests, a total survey was conducted, so it was assumed that each ha was a plot (totally 35 ha). Thus, the size of the second sample was $n_2 = 42$.

In order to facilitate statistical analysis, the data from all sample plots established in the managed forest and in Kukavica virgin forest were converted into hectares. So this conditional hectare was equated with an actual hectare in the virgin forests of Danilova kosa and Vinatovača. Thus, hectare was used as the basic unit of observation in both samples. The number of ha in the stand was used as the weight (frequency).

Stand quadratic mean diameter (D_g) and Lorey's mean height (HL) were calculated for all stands.

RESULTS AND DISCUSSION REZULTATI I RASPRAVA

Height curves – Visinske krivulje

Height curves show certain differences in the shape of curves and in the heights of thin trees (diameter of 10 to 30 cm) in the managed (Fig. 2) and virgin forest stands (Fig. 3) in Serbia.

The shape of height curves is different in the diameter of 30 cm because the slope of the curve is higher in the virgin forest stands than in the managed stands. The height of medium-thick and thick trees is nearly uniform. Comparing height curves in Uholka virgin forest in Ukraine and managed uneven-aged beech forest Sihlwald in Switzerland, Commarmot et al. (2005) found no significant differences in the relation of height to diameter at breast height in diameters from 8 to 86 cm (maximum diameter of beech in Sihlwald). They also observed that height curves had a similar shape.

Comparing Figures 2 and 3 we can conclude that thinner trees in the virgin stands attain 3.4 m (diameter 15 cm) and 1.8 m (diameter 25 cm) lower heights, while the average difference in the height of medium-thick and thick trees (diameter from 30 to 100 cm) is ± 0.5 m.

Structural diversity – Strukturna raznolikost

The diameter distribution of the managed stands (Fig. 4) can roughly be identified as the distribution characteristic for selective managed stands. Diameter distribution of the virgin stands Danilova kosa and Vinatovača can be roughly described as the virgin forest stand structure (Fig. 5). The largest number of trees are in the diameter classes of 10 to 25 cm and 50 to 80 cm. Similar results in the study of diameter distribution of virgin forest stands in Eastern, Central and Southern Europe were obtained by other authors (Meyer et al. 2003, Commarmot et al. 2005, Drössler & Lüpke 2007, Bilek et al. 2011, Kuchel et al. 2012). Partially different shape of Diamo-

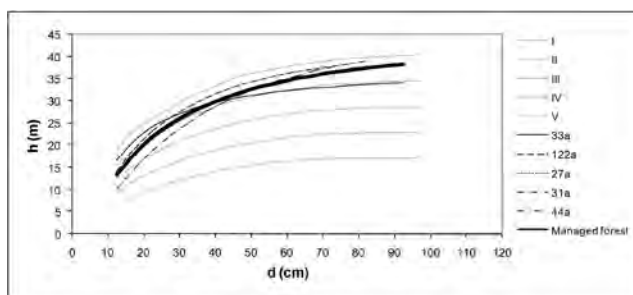


Figure 2. Height curves of the managed stands (I-V are height curves for site classes)

Slika 2. Visinske krivulje sastojina gospodarskog tipa (I-V su opće visinske krivulje po bonitetima)

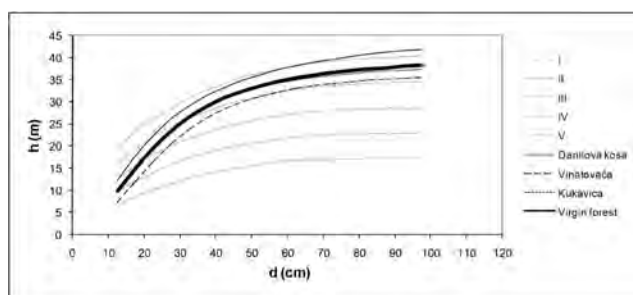


Figure 3. Height curves of the virgin stands (I-V are height curves for site classes)

Slika 3. Visinske krivulje sastojina prašumskog tipa (I-V su opće visinske krivulje po bonitetima)

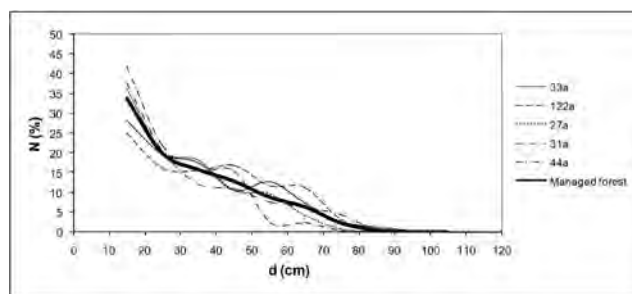


Figure 4. Diameter distribution of the managed stands

Slika 4. Debljinska struktura sastojina gospodarskog tipa

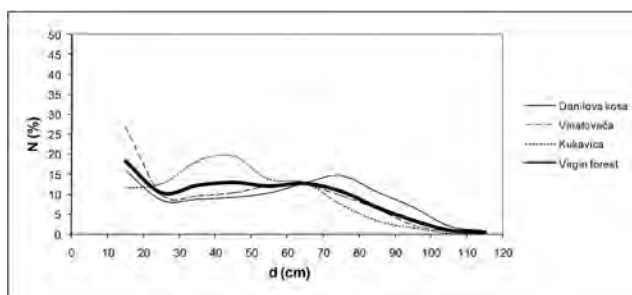


Figure 5. Diameter distribution of the virgin stands

Slika 5. Debljinska struktura sastojina prašumskog tipa

ter distribution of Kukavica virgin forest compared to other two beech virgin forests is due to the fact that Kukavica is the youngest forest reserve and the time that has passed since it was declared a reserve was not long enough to develop all structural features of a virgin forest (Fig. 5).

The differences in the values of the Gini coefficient are random with a probability of 82% and there is also a small difference in the Coefficients of variation of tree diameters and heights (Tab. 2). The Gini coefficient $\bar{Gdbh}$ was in the range from 0.49 to 0.57 in the managed stands and from 0.45 to 0.52 in the virgin stands. Bilek et al. (2011) found an average $\bar{Gdbh}$ of 0.22 in five managed stands (even-aged structure) in Central Bohemia, while two virgin stands had the coefficient between 0.67 and 0.75. Significant differences in $\bar{Gdbh}$ between the virgin stands of Central Bohemia and Serbia can be affected by the difference in the lower limit of diameter at breast height which was 7 cm in Central Bohemia and 10 cm in Serbia.

Coefficient of variation of tree diameters ($CVdbh\%$) is in the range from 50.8 to 59.5% in the managed stands, while it ranges from 47.1 to 57.5% in virgin stands. Bilek et al. (2011) found an average $CVdbh\%$ of 21.0% in the managed stands, and between 80.3 and 109.6% in two virgin stands. Coefficient of variation of tree heights ($CVh\%$) is in the range from 21.7 to 41.1% in the managed stands and from 27.4 to 30.8% in virgin stands.

The Gini Coefficient $\bar{Gdbh}$ and the Coefficient of variation of tree diameters ($CVdbh\%$) show high diameter diversity

Table 2. Average values of the Gini coefficient $\bar{Gdbh}$ and the Coefficient of variation of tree diameters ($CVdbh\%$) and heights ($CVh\%$)

Tablica 2. Prosječne vrijdnosti Gini koeficijenta $\bar{Gdbh}$ i koeficijenta varijacije promjera stabala ($CVdbh\%$) i visine ($CVh\%$)

Stand	Weight (ha)*	$\bar{Gdbh}$	$CVdbh\%$	$CVh\%$
33a	23	0.52	52.50	21.69
122a	29	0.49	51.31	31.45
27a	20	0.52	53.20	34.50
31a	32	0.51	50.76	41.12
44a	23	0.57	59.50	34.70
Managed forest	127	0.52	53.17	33.19
Danilova kosa	7	0.45	49.73	27.39
Vinatovača	28	0.52	57.51	30.68
Kukavica	7	0.46	47.07	30.79
Virgin forest	42	0.50	54.47	30.15

* ha is the number of conditionally and actually measured hectares in stands

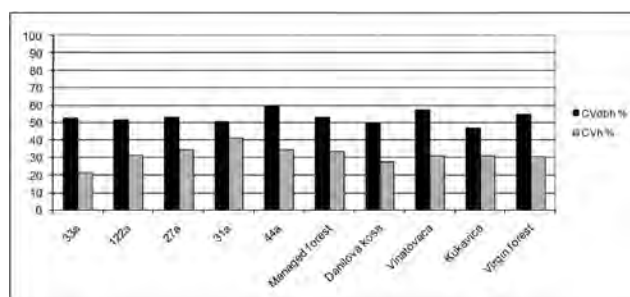


Figure 6. Comparison of the coefficients of variation of tree diameters ($CVdbh\%$) and heights ($CVh\%$)

Slika 6. Komparacija vrijdnosti koeficijenta varijacije promjera stabala ($CVdbh\%$) i visina ($CVh\%$)

in all studied stands. Diameter diversity is slightly larger in the managed stands than in the virgin stands. This rule also applies to height diversity. As expected, diameter diversity is much more pronounced than height diversity in all studied stands.

The relative ratio of the coefficient of variation of tree diameters ($CVdbh\%$) and the coefficient of variation of tree heights ($CVh\%$) shows a significant deviation in the managed type of stands – from 1.23 to 2.42, while it is more uniform in the virgin type of stands and ranges from 1.53 to 1.87. This relationship shows that diameter and height diversities in beech forests in Serbia aren't strongly correlated and the knowledge of one of them doesn't enable estimation of the other one (Fig. 6). This statement is confirmed by correlation analysis which provided a low correlation coefficient of 0.12.

Slenderness coefficient – Koeficijent vitkosti

The ratio of height to diameter at breast height h/d_{bh} (Slenderness coefficient) have on average higher values in the managed stands than in the virgin stands (Tab. 3). We

Table 3. Slenderness coefficients in the studied stands

Tablica 3. Koeffcijent vitkosti u istraživanim sastojinama

h / d _{bh}	Stand									
	33a	122a	27a	31a	44a	Managed forest	Danilova kosa	Vinatovača	Kukavica	Virgin forest
Minimum	0.34	0.44	0.47	0.36	0.41	0.34	0.34	0.30	0.32	0.30
Maximum	1.92	2.22	1.52	1.57	1.79	2.22	1.65	1.21	1.63	1.65
Average	0.93	0.88	0.89	0.81	0.90	0.88	0.71	0.55	0.70	0.60

Table 4. Maximum tree size values in the studied stands

Tablica 4. Maksimalne vrijednosti veličine stabla u istraživanim sastojinama

Maximum size	Stand									
	33a	122a	27a	31a	44a	Managed forest	Danilova kosa	Vinatovača	Kukavica	Virgin forest
dbh (cm)	92	82	72	73	81	80	120	118	105	114
h (m)	44.1	44.5	38.8	43.7	44.0	43.0	53.7	47.1	44.0	48.3

assume that this difference is mainly caused by the large participation of thinner trees in managed forests. These trees are characterized by higher values of Slenderness coefficient in comparison to thicker trees.

Korpel *et al.* (1991) gave the critical value of h/d_{bh} ratio for beech in the range from 1.8 to 2.2 in the context of the stability of trees. In all studied stands this ratio was on average significantly lower than the critical values. Only two managed stands had this ratio in the suggested critical value range. In the beech stands of virgin type in Central Bohemia similar results were obtained - from 0.28 to 1.89 (Bilek *et al.* 2011). Drössler & Lüpke (2007) noticed that the trees of the lower and middle storey in beech virgin forest Havešova in Slovakia had an average of 1.39 and the trees of the upper storeys an average of 0.67.

Maximum dimensions of trees – Maksimalne dimenzije stabala

The maximum tree diameters at breast height are from 72 to 92 cm (80 cm on average) in the managed stands and from 105 to 120 cm (114 cm on average) in the virgin stands. Large-sized standing dead trees have dbh from 94 to 122 cm in the virgin stands. The maximum tree height is from 38.8 to 44.5 m (43 m on average) in the managed stands and from 44.0 to 53.7 m (48.3 m on average) in the stands of virgin type. In the virgin forest stand of Danilova kosa there are two trees with the height over 50 m (50.7 and 53.7 m) and diameters between 115 and 120 cm (Tab. 4). The dimensions obtained in virgin forests in Serbia are similar to the dimensions presented in various studies on beech virgin forests in the area of Central, Eastern and Southern Europe. Meyer *et al.* (2003) found maximum diameters of 99, 122 and 115 cm in Merdita, Puka and Rajca virgin forests in Albania. Turcu & Stetca (2006) measured the largest diameter of 126.4 cm and a height of 51.7 m in

Izvoarele Nerei beech virgin forest in Romania. In seven beech reserves in Slovakia the largest diameters measured in the last 40 years were from 81.5 to 121.0 cm (Kucbel *et al.* 2012). In two virgin beech stands in Central Bohemia the largest diameters ranged from 108.2 to 110.2 cm and the maximum heights measured 42 to 44 m, while in the managed even-aged beech stands diameters were from 72.2 to 102.1 cm and the height was 49 m (Bilek *et al.* 2011). Commarmot *et al.* (2005) found the biggest diameter of 132.6 and a height of about 50m in the virgin forest of Uholka in Ukraine. Korpel (1995) measured a maximum height of 49 m in Havešova forest reserve in Slovakia. In Hrončokovsky Grun reserve in central Slovakia Holeksa *et al.* (2009) found a maximum height of 47 m. Drössler & Lüpke (2007) noticed a maximum diameter of 127 cm and a height of about 50 m, with an extreme height of 56 m in beech virgin forest in Slovakia. Petritan *et al.* (2012) found that beech trees in natural mixed forests of oak and beech in western Romania had diameters up to 102 cm and heights of up to 51 m.

Stand density and productivity – Sastojinska gustoća i produktivnost

Table 5 shows the data on the most important forest estimation elements of the studied beech stands, and average values and variability of these elements in the managed and virgin stands.

Using the F test the differences were determined in the variability of the average number of trees (N), basal area (G), volume (V), total biomass (Bt) and total carbon stock (Ct), stand quadratic mean diameter (Dg), standing dead wood volume (Vs), lying dead wood volume (Vl) and total dead wood volume (Vt) per ha for two types of stands statistically significant at 2 % risk level. However, the difference in the variability Lorey's mean height (HL) is statistically random.

Table 5. Forest estimation elements of the studied beech stands

Tablica 5. Procjena taksacijskih elemenata istraživanih bukovih sastojina

Stand	Weight (ha)	Living wood						Dead wood			
		N (N ha ⁻¹)	G (m ² ha ⁻¹)	V (m ³ ha ⁻¹)	Bt (Mg ha ⁻¹)	Ct (Mg ha ⁻¹)	Dg (cm)	HL (m)	Vs (m ³ ha ⁻¹)	VI (m ³ ha ⁻¹)	Vt (m ³ ha ⁻¹)
33a	23	274	33.42	522.49	393.18	194.78	39.4	31.0	2.41	24.53	26.94
122a	29	214	29.03	503.58	363.34	179.83	41.6	33.7	7.10	2.63	9.73
27a	20	259	23.10	353.76	261.09	128.77	33.7	30.2	5.88	8.3	14.18
31a	32	301	21.53	290.84	228.66	112.54	30.2	28.0	9.94	16.54	26.48
44a	23	294	31.04	502.03	370.88	183.61	36.7	32.1	6.98	3.32	10.30
Managed forest n ₁ = 127	AM*	268	27.37	429.53	320.07	158.23	36.2	30.9	6.46	11.06	17.53
	SD**	32.89	4.60	97.57	67.20	33.58	4.31	2.06	2.43	8.37	10.80
Danilova kosa	7	123	36.24	760.09	517.31	258.52	61.1	39.2	107.76	67.01	174.77
Vinatovača	28	175	36.27	611.31	455.23	227.47	51.4	32.3	87.33	41.74	129.07
Kukavica	7	201	39.31	695.31	496.78	247.23	50.2	33.8	19.66	22.67	42.33
Virgin forest n ₂ = 42	AM*	170	36.77	650.11	472.50	235.94	52.8	33.7	71.58	43.81	115.39
	SD**	23.34	1.14	57.97	25.13	12.41	3.73	2.52	37.65	18.16	54.93
F statistic		14.7	9.4	13.2	13.2	13.7	23.6	4.3	11.1	9.0	11.5
P-Value		0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.09	0.02	0.02	0.01
Z statistics		2.4	-4.1	-3.2	-4.0	-4.0	-3.2	-0.7	-1.4	-1.5	-1.5
P-Value		0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	0.08	0.07	0.07

*AM – Arithmetic mean; **SD – Standard deviation

Table 6. Forest estimation elements of virgin beech forests in Central, Eastern and Southern Europe

Tablica 6. Taksacijski elementi bukovih prašuma u srednjoj, istočnoj i južnoj Europi

Authors	Reserve	N (N ha ⁻¹)	G (m ² ha ⁻¹)	V (m ³ ha ⁻¹)	Dg (cm)
Drinić 1957	Donja Drinjača	231	38.4	651.9	46.0
Drinić 1957	Donja Drinjača	262	40.5	662.1	44.4
Mayer & Reimoser 1978	Dobra	209	39.7	700.0	49.2
Meyer et al. 2003	Puka	325	45.6	780.7	42.0
Meyer et al. 2003	Rajca	390	43.4	807.4	37.7
Commarmot et al. 2005	Uholka	219	38.5	770.0	48.0
Drössler & Lüpke 2007	Havešova	290	35.0	716.0	38.8
Bilek et al. 2011	Beechwood of Voderady	203	35.6	707.2	48.8
Kucbel et al. 2012	Badin	*269	*38.2	*681.0	*42.5
Kucbel et al. 2012	Rožok	*270	*39.5	*744.0	*43.2

*Average for five periodical measurements from 1961 to 2010

Using the Z test the difference between the average values of the most of studied estimation elements were shown as statistically significant or it is near the threshold of statistical significance. Exception is again Lorey's mean height (HL) (Tab. 5).

The comparison of stand estimation elements of the virgin forests in Serbia (Tab. 5) with the studied virgin forests in Central, Eastern and Southern Europe on the most productive sites (Tab. 6) showed that the biggest differences were in the number of trees per hectare and the stand quadratic mean diameter. The number of trees in the stands in Serbia ranged from 123 to 201, while in the stands in Central, Eastern and Southern Europe it ranged between 203 and 390. This analysis should take into account that the lower limit of diameter at breast height was not the same in all studies,

which affected the total number of trees (in our study 10 cm and in majority of other studies 5 or 7 cm). The value of the lower limit of diameter at breast height in our study somewhat increased the values of Stand quadratic mean diameter. The stand quadratic mean diameter in Serbia was from 50.2 to 61.1 cm while in the stands in Central, Eastern and Southern Europe it ranged from 37.7 to 49.2 cm. Basal area and volume per hectare were approximately the same. In 86 European beech forest reserves across Europe the mean value of deadwood volume was found to be 130 m³ ha⁻¹ and it varied from almost zero to 550 m³ ha⁻¹ (Christensen et al. 2005). In our research, we found that in Danilova kosa, Vinatovača and Kukavica the volume of dead wood was about 115 m³ ha⁻¹ (Tab. 5). In our opinion, small volumes of dead wood in Kukavica virgin forest is due to

its relatively short history under state protection (thirty years). The managed forest deadwood volume was 10-20 times smaller than in the virgin forests. The research in Finland, Sweden, Germany, France, Belgium and Switzerland showed that the average volume of dead wood was less than $10 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (Christensen *et al.* 2005). Compared to this result, the determined average volume of dead wood per hectare in specific managed beech forests in Serbia (Koprivica *et al.* 2013a) was almost twice as high, which can be assessed as important for the conservation of the general biological diversity.

In specific managed beech forests in Serbia other important research studies were conducted. Matović (2012) found that, in addition to significant dimensional diversity, these forests were characterized by heterogeneous spatial and age structure. Trees were usually randomly distributed in space, although they were often grouped in clumps and in a regular pattern. The age structure of these forests was strongly pronounced and represented by trees aged from one year to over 400 years in some stands. Koprivica *et al.* (2012, 2013b) found that the average values of basal area, volume, volume increment, biomass and carbon in these forests were relatively high and that these forests preserved their production potential.

The research conducted within this study and previous studies of the same authors suggest that although these forests have often been under inadequate and inconsistent forest management, they have preserved their production potential, structural diversity and naturalness. Moreover, in the context of the proclaimed approach to forest management in the future in Europe, these forests can be considered much closer to the original natural forests by many criteria. In comparison to other beech forests in Europe that are predominantly even-aged and more homogeneous in structure, managed forests in Serbia are uneven-aged and spatially heterogeneous.

It is important to emphasize that major natural disturbances such as wind or ice forest storms haven't made any greater damage in managed beech forest in Serbia so far. Haneewinkel *et al.* (2014) found that uneven-aged forests had significantly higher resistance to heavy storms than even-aged forests. Furthermore, no significant insect calamities, epiphytotic attacks, fires and visible negative impact of long-term drought have been observed in beech forests in Serbia, which is due to their marked uneven-aged structure. We should bear in mind that Serbia is relatively close to the European Mediterranean Basin, one of the world's climate change hotspots (Luterbacher *et al.* 2012). In the neighboring Hungary, Lakatos and Molnar (2009) found a mass dieback of beech forests in even-aged beech forests in the period of drought (2000-2004). Using the regional climate model and the biometeorological index, Stojanović *et al.* (2013) found out that by the end of the twenty-first century

the majority of existing beech forest in Serbia may be beyond their 20th century ecological niches. In this context, it is of critical importance to implement adequate management measures to conserve the pronounced structure, uneven-age character and naturalness of beech forests in order to create better conditions for natural adaptation of these forests to the anticipated climate change in the future. Brang *et al.* (2014) defined six adaptation principles to climate change ("increase tree species richness, increase structural diversity, maintain and increase genetic variation within tree species, increase resistance of individual trees to biotic and abiotic stress, replace high-risk stands and keep average growing stocks low") and concluded that they are already largely contained in close-to-nature forestry.

CONCLUSIONS ZAKLJUČCI

Having compared the stand structure of managed and virgin stands on the best beech sites in Serbia, as well as their stand structure with the beech virgin forests in Central, Eastern and Southern Europe in accordance with the aims of this research, the following conclusions can be drawn:

1. The impact of previous forest management in beech high forests in Serbia on Structural diversity of trees is twofold. The greatest differences were found in the dimensions of the largest trees in the managed forests and in the stands of virgin character (dbh and heights). Certain differences were found in the shape of Height curves and Diameter distribution and the values of Slenderness coefficient. However, the Gini index and the Coefficient of variation show that the managed beech forests in Serbia substantially preserve Structural diversity, which is very important for these forests from the aspect of low tree species diversity and maintenance of the overall biodiversity.
2. The impact of previous management on the change in the average value of the forest estimation elements of managed beech high forests in Serbia in comparison to the virgin forests is clearly pronounced and statistically significant regarding production characteristics.
3. Comparison of forest estimation elements of stands of the virgin forest type in Serbia on the most productive sites with the equivalent forest stands in Central, Eastern and Southern Europe showed that the biggest differences were in the number of trees per hectare and the stand quadratic mean diameter. Basal area and volume and the volume of dead wood per hectare were quite similar.
4. The existing environmental stability of the managed beech forests in Serbia in the near past and present (after severe droughts) leads to the general conclusion that close-to-nature forestry may provide long-term conservation of these forests in the future within the limits of their current range in European terms.

ACKNOWLEDGMENTS

ZAHVALA

This paper was realized as a part of the project “Studying climate change and its influence on the environment: impacts, adaptation and mitigation” (III43007) financed by the Ministry of Education and Science of the Republic of Serbia.

REFERENCES

LITERATURA

- Benecke, U., 1996: Ecological silviculture: the application of age-old methods. *New Zealand Forestry* 41: 27–33.
- Bilek, L., J. Remes, D. Zahradnik, 2011: Managed vs. unmanaged. Structure of beech forest stands (*Fagus sylvatica* L.) after 50 years of development, Central Bohemia. *Forest Systems* 20(1): 122–138.
- Bradshaw, R., P. Gemmel, L. Bjorkman, 1994: Development of nature-based silvicultural models in southern Sweden: The scientific background. *Forestry and Landscape Research* 1: 95–110.
- Brang, P., P. Spathelf, J.B. Larsen, J. Bauhus, A. Bončina, C. Chauvin, L. Droessler, C. Garcia-Guemes, C. Heiri, G. Kerr, M.J. Lexer, B. Mason, F. Mohren, U. Muehlethaler, S. Nocentini, M. Svoboda, 2014: Suitability of close-to-nature silviculture for adapting temperate European forests to climate change. *Forestry* 87:492–503.
- Commarmot, B., H. Bachofen, Y. Bundziak, A. Burgi, B. Ramp, Y. Shparyk, D. Sukhariuk, R. Viter, A. Zingg, 2005: Structure of virgin and managed beech forests in Uholka (Ukraine) and Sihlwald (Switzerland): a comparative study. *Forest Snow and Landscape Research* 79: 45–56.
- Christensen, M., K. Hahn, E.P. Mountford, P. Odor, T. Standoar, D. Rozenbergar, J. Diaci, S. Wijdeven, P. Meyer, S. Winter, T. Vrska 2005: Deadwood in European beech (*Fagus sylvatica*) forest reserves. *Forest Ecology and Management* 210: 267–282.
- Diaci, J. ed., 1999: Virgin forests and forest reserves in Central and East European countries: history, present status and future development. Proceedings of the invited lecturers' reports presented at the COST E4 management committee and working groups meeting in Ljubljana, Slovenia, Ljubljana, 25 - 28 April 1998. Department of Forestry and Renewable Forest Resources - Biotechnical Faculty, Ljubljana, pp. 173.
- Drinić, P., 1957: Taksacioni elementi bukovich sastojina prašumskog tipa u Donjoj Drinjači [Structural elements of European beech virgin stands in Donja Drinjača]. *Radovi Poljoprivredno-Šumarskog fakulteta* 2: 105–140. [In Serbian]
- Drössler, L., B.V. Lüpke, 2007: Bestandesstruktur, Verjüngung und Standortfaktoren in zwei Buchenurwald-Reservaten der Slowakei [Stand structure, regeneration and site conditions in two virgin beech forest reserves in Slovakia]. *Allgemeine Forst und Jagdzeitung* 178 (7/8): 121–135. [In German]
- Franklin, J.F., 1989: Toward a new forestry. *American Forests* 95 (11/12): 37–44.
- Gayer, K., 1886: Der gemischte Wald [The Mixed Forest]. Seine Begründung und Pflege, insbesondere durch Horst- und Gruppenwirtschaft. Verlag Paul Parey, Berlin, 168 pp.
- Hanewinkel, M., T. Kuhn, H. Bugmann, A. Lanz, P. Brang, 2014: Vulnerability of uneven-aged forests to storm damage. *Forestry* 87:525–534.
- Holeska, J., M. Saniga, J. Szwagrzyk, M. Czerniak, K. Staszynska, P. Kapusta, 2009: A giant tree stand in the West Carpathians—An exception or a relic of formerly widespread mountain European forests? *Forest Ecology and Management* 257: 1577–1585.
- IPCC, 2003: Good practice guidance for land use, land-use change and forestry. Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Hayama, pp. 1–509.
- Joosten, R., J. Schumacher, C. Wirth, A. Schulte, 2004: Evaluating tree carbon predictions for beech (*Fagus sylvatica* L.) in western Germany. *Forest Ecology and Management* 189: 87–96.
- Koprivica, M., B. Matović, M. Vučković, B. Stajić, V. Čokeša, 2012: Estimates Biomass and Carbon stock in Beech high Forests in Serbia, International Scientific Conference, Forests in the Future, Sustainable Use, Risks and Challenges, Invitation papers, Institute of Forestry, Belgrade, Serbia, pp. 17–30.
- Koprivica, M., B. Matović, S. Stajić, V. Čokeša, Đ. Jović, 2013a: Dead wood in managed beech forests in Serbia. *Šumarski list* 137 (3/4): 173–183.
- Koprivica, M., B. Matović, M. Vučković, B. Stajić, 2013b: Estimation of biomass and carbon stock in uneven-aged beech stands in eastern Serbia. *Allgemeine Forst und Jagdzeitung* 184 (1/2): 17–25.
- Korpel, Š., 1995: Die Urwälder der Westkarpaten [Virgin Forests of Western Carpatian]. G. Fischer Verlag. Stuttgart, Jena, New York, pp. 329. [In German]
- Korpel, Š., J. Penáz, M. Saniga, V. Tesar, 1991: Pestovanie lesa [Silviculture]. *Príroda*, Bratislava. pp. 465. [In Slovakian]
- Kucbel, S., M. Saniga, P. Jaloviar, J. Vencurik, 2012: Stand structure and temporal variability in old-growth beech-dominated forests of the northwestern Carpathians: A 40-years perspective. *Forest Ecology and Management* 264: 125–133.
- Lakatos, F., M. Molnar, 2009: Mass mortality of beech on Southwest Hungary. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica* 5: 75–82.
- Leibundgut, H., 1959: Über Zweck und Methodik der Struktur- und Zuwachsanalyse von Urwäldern [About purpose and methodology of structural- and growth analysis of virgin forests]. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 110 (3): 111–124. [In German]
- Leibundgut, H., 1993: Europäische Urwälder [European Virgin Forests]. Verlag Paul Haupt. Bern, Stuttgart, pp. 260. [In German]
- Luterbacher, J., R. Garcia-Herrera, S. Akcer-On, et al., 2012: A review of 2000 years of paleoclimatic evidence in the Mediterranean. In: Lionello P (ed) *The Climate of the Mediterranean region: From the past to the future*. Elsevier, Amsterdam, pp. 87–185.
- Matović, B., 2012: Odnosi strukture, specijskog i ekosistemskog diverzizeta visokih bukovich šuma Srbije [Relationships between structure, species and ecosystem diversity of high beech forests in Serbia]. PhD thesis, Biološki fakultet, Beograd, pp. 247. [In Serbian]
- Mayer, H., F. Reimoser, 1978: Die Auswirkungen des Ulmensterbens im Buchen-Naturwaldreservat Dobra (Niederösterreichisches Waldviertel) [Effects of elm disease in the beech virgin forest of Dobra]. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 97 (1): 314–321. [In German]
- Meyer, P., V. Tabaku, B. von Lüpke, 2003: Die Struktur albanischer Rotbuchen-Urwälder-Ableitungen für eine naturnahe Buchenwirtschaft [Structural Characteristics of Albanian Beech

- (*Fagus sylvatica* L.) Virgin Forests – Deductions for Semi-Natural Forestry]. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 122: 47-58. [In German]
- Meyer, P., 2005: Network of strict forest reserves as reference system for close to nature forestry in Lower Saxony, Germany. *Forest Snow and Landscape Research* 79: 33-44.
 - Miletić, Ž., 1930: Istraživanja o strukturi bukovih sastojina karaktera prašume [Research of structure of virgin European beech stands]. *Šumarski list* 54 (1): 2-9.
 - Milin, Ž., 1954: Istraživanje elemenata strukture u bukovoj sastojini karaktera prašume u Južnom Kučaju [Research of structure of virgin European beech stand at Južni Kučaj]. *Glasnik Šumarskog fakulteta* 7: 37-72. [In Serbian]
 - Mirković, D., 1969: Priručnik za određivanje zapremine i zapreminskog prirasta u bukovim sastojinama SR Srbije pri uređajnim radovima [Guidelines for estimation of volume and increment in European beech stands of Serbia during forest planning and management]. Institut za šumarstvo i drvnu industriju, Beograd, 147p. [In Serbian]
 - Mlinšek, D., 1996: From clear-cutting to close-to-nature silviculture system. *International Union of Forest Research Organisations. IUFRO News* 25: 6-8.
 - Möller, A., 1922: *Der Dauerwaldgedanke: Sein Sinn und seine Bedeutung* [The Dauerwald idea: its meaning and significance]. Verlag von Julius Springer, Berlin, 84 pp.
 - O'Hara, K.L., H. Hasenauer, G. Kindermann, 2007: Sustainability in multi-aged stands: an analysis of long-term plenter systems. *Forestry* 80: 163 - 181.
 - Petritan, A.M., I.A. Biris, O. Merce, D.O. Turcu, I.C. Petritan, 2012: Structure and diversity of a natural temperate sessile oak (*Quercus petraea* L.) – European Beech (*Fagus sylvatica* L.) forest. *Forest Ecology and Management* 280: 140-149.
 - Pommerening, A., S.T. Murphy, 2004: A review of the history, definitions and methods of continuous cover forestry with special attention to afforestation and restocking. *Forestry* 77(1): 27-44.
 - Schnitzler, A., F. Borlea, 1998: Lessons from natural forests as keys for sustainable management and improvement of naturalness in managed broadleaved forests. *Forest Ecology and Management* 109: 293-303.
 - Schütz, J.P., 1986: Charakterisierung des naturnahen Waldbaus und Bedarf an wissenschaftlichen Grundlagen [Characterisation of close to nature forestry and the need for a scientific basis]. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 137: 747-760. [In German]
 - Sokal, R.R., F.J. Rohlf, 1981: *Biometry*. W.H. Freeman, New York, pp. 859.
 - Solomon, D.S., J.H. Gove, 1999: Effects of uneven-age management intensity on structural diversity in two major forest types in New England. *Forest Ecology and Management* 114: 265-274.
 - Stojanović, D., A. Kržič, B. Matović, S. Orlović, A. Duputic, V. Djurdjević, Z. Galic, S. Stojnic, 2013: Prediction of the European beech (*Fagus sylvatica* L.) xeric limit using a regional climate model: an example from southeast Europe. *Agricultural and Forest Meteorology* 176: 94-103.
 - Turcu, D.O., I.A. Stetca, 2006: The structure and dynamics of virgin beech forest ecosystems from "Izvoarele Nerei" reserve-initial results. In: *Beech Silviculture in Europe's Largest Beech Country. Proceedings of IUFRO Conference, 4-8 September 2006, Poiana Brasov, Romania*, pp. 18-20.
 - von Gadow, K., J. Nagel, J. Saborowski, 2002: *Continuous Cover Forestry. Assessment, Analysis, Scenarios*. Kluwer, Dordrecht, pp. 348.
 - Weiner, J., O.T. Solbrig, 1984: The meaning and measurement of size hierarchies in plant populations. *Oecologia* 61: 334-336.
 - Wutzler, T., C. Wirth, J. Schumacher, 2008: Generic biomass functions for Common beech (*Fagus sylvatica*) in Central Europe: predictions and components of uncertainty. *Canadian Journal of Forest Research* 38: 1661-1675.
 - Yorke, M., 1998: *Continuous Cover Silviculture. An Alternative to Clear Felling*. Continuous Cover Forestry Group, Bedford, pp. 52.
 - * Republic Hydrometeorological Service of Serbia, <http://www.hidmet.gov.rs/>

Sažetak

U radu se prikazuju rezultati usporedbe strukturnih i proizvodnih karakteristika bukovih sastojina gospodarskog i prašumskog tipa u Srbiji. Istraživano je pet sastojina gospodarskog i tri sastojine prašumskog tipa. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utjecaj prethodnog gospodarenja šumama na strukturnu raznolikost i proizvodne osobine visokih bukovih šuma u Srbiji. Istraživane sastojine nalaze se u planinskom rasponu od 400 do 1200 metara nadmorske visine u područjima gdje se nalaze najproduktivnije bukove šume u Srbiji (slika 1 i tablica 1). Strukturne karakteristike uspoređene su pomoću sljedećih parametara: visinske krivulje, debljinska struktura, Gini indeks, koeficijent varijacije, koeficijent vitkosti i maksimalne dimenzije dubećih živih i mrtvih stabla. Sastojinsku gustoću i produktivne osobine proučavane su pomoću sljedećih procijenjenih taksacijskih elemenata: broj stabala, temeljnica, volumen, biomasa, zaliha ugljika, srednji promjer po temeljnicama, Lorajeva srednja visina i volumen mrtvog drveta. Najveće razlike pronađene su u dimenzijama najvećih stabala u bukovim sastojinama gospodarskog i prašumskog tipa (tablica 4). Određene razlike pronađene su u obliku visinskih krivulja i debljinskoj strukturi, i vrijednostima koeficijenta vitkosti (slike 2, 3, 4 i 5, i tablica 3). Međutim, Ginijev indeks i koeficijent varijacije pokazuju da su bukove sastojine gospodarskog tipa u Srbiji u velikoj mjeri sačuvalе iskonsku strukturnu raznolikost (tablica 2 i slika 6). Razlike u prosječnim vrijednostima taksacijskih elemenata sastojina gospodarskog tipa visokih bukovih šuma u Srbiji u odnosu na sastojine prašumskog tipa su statistički značajne, što nam govori da je prethodno gospodarenje imalo značajan utjecaj na promjene u proizvodnim karakteristikama ovih šuma u Srbiji (tablica 5).

KLJUČNE RIJEČI: *Fagus sylvatica*, gospodarenje šuma, prašuma, Balkan



HRVATSKA KOMORA
INŽENJERA ŠUMARSTVA
I DRVNE TEHNOLOGIJE

Prilaz Gjure Deželića 63, 10000 Zagreb
Telefon: ++385(1)376-5501
Telefax: ++385(1)376-5504
www.hkisdt.hr; info@hkisdt.hr

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 ovlaštene inženjeri obavljaju svoje poslove savjesno i u skladu sa zakonom te promiče, zastupa i usklađuje 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 HKISDT, članak 1):

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

Javne ovlasti Komore:

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

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

Ostali poslovi koje obavlja Komora:

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

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

- Razred inženjera šumarstva,
- Razred inženjera drvne tehnologije.

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

NOVI NAČIN OBRAČUNA KRITIČNOG BROJA JAJNIH LEGALA GUBARA (*LYMANTRIA DISPAR* L.) U SVRHU BOLJE PROGNOZE POPULACIJE

NEW CALCULATION OF CRITICAL NUMBER OF GYPSY MOTH (*LYMANTRIA DISPAR* L.) EGG MASSES FOR BETTER POPULATION DENSITY PROGNOSIS

Milan PERNEK

Sažetak:

Gubar (*Lymantria dispar*) je kao štetnik hrastovih šuma u Hrvatskoj dominirao do 60-tih godina prošloga stoljeća, otkada su njegove populacije u kontinentalnom dijelu u blagom opadanju, sa cikličkim gradacijama svakih 10-11 godina. Zadnje dvije gradacije zabilježene su 2003-2005 i 2013-2014 godine. U radu se opisuje nov način obračuna kritičnog broja jajnih legala gubara, kojim se procjenjuje rizik golobresta ključan u praktičnom šumarstvu za donošenje odluke o suzbijanju. Nov način obračuna iskazuje kritične brojeve kao broj jajnih legala po hektaru, za razliku od dosadašnjeg koji se temeljio na broju stabala na kojemu se nalazi barem jajno leglo i prikazivao se kao postotak zaraze. Postotak zaraze dijelio je rizik golobresta u pet klasa, pri čemu je kritična Klasa 5 predstavljala zaraženost više od 50% stabala. Dosadašnjim obračunom nije se uzimala u obzir starost stabla, iako je ona povezana s veličinom krošnje, odnosno količinom lišća. Nadalje nije uziman u obzir broj jaja u jajnom leglu. Nov obračun bazira se na broju gusjenica koje imaju potencijal obrstiti stablo hrasta određene starosti dobiven iz podataka iz literature. Preračunavanjem tih ulaznih podataka korištenjem prosječnog broja jaja u jednom jajnom leglu gubara, koji je dobiven iz 50 uzoraka jajnih legala, te normale koja definira broj stabla hrasta lužnjaka po hektaru, dobivena je formula koji izračunava kritični broj jajnih legala gubara po hektaru. Na osnovi tih rezultata formirane su tri 3 kategorije rizika temeljene na broju gusjenica koji obrste stablo određene starosti. Svaka od njih različito definira potrebu za suzbijanje gubara: Kategorija I- treba tretirati, Kategorija II- iznimno tretirati uz specifičan razlog i Kategorija III ne treba tretirati. Kritična Kategorija I uspoređena je s Klasom 5, odnosno Kategorija II s Klasom IV na podacima iz gradacije 2004. i 2013. godine.

Rezultati ukazuju kako je primjenom novog obračuna trošak suzbijanja smanjen za 25%. Uz evidentne prednosti ipak su i u novom obračunu uočene slabosti vezane uz nepoznavanje nekoliko važnih varijabli: stvarni broj stabala po hektaru i stvarni broj intaktnih gusjenica koji se dobiva oduzimanjem parazitiranih i sterilnih jaja od prosječnog broja jaja u leglu. Još jedna slabo poznata varijabla prosječna količina lišća koju jedna gusjenica može obrstiti te količinu lišća u krošnji hrastova određene starosti koju treba u budućim istraživanjima kvalitetnije definirati.

KLJUČNE RIJEČI: populacijska dinamika, suzbijanje štetnika, hrast lužnjak, *Quercus robur*.

UVOD

INTRODUCTION

Gubar- *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera, Erebidiae) je polifagni štetnik koji u vrijeme masovne pojave može obrstiti šume na vrlo velikim površinama. Kao štetnik u hrastovim šumama u Hrvatskoj je dominirao do 60-tih godina prošloga stoljeća. Nakon tog razdoblja pojačano se pojavljuju i drugi defolijatori kao primjerice mrazovci i hrastova osalisticarica (Hrašovec i Harapin, 1999). U 2013. godini, osim u hrastovim sastojinama, bilježi se gradacija gubara u bukovim sastojinama, na području Siska i Petrinje (IPP-Hrvatski šumarski institut, Izvještajno prognozni poslovi).

Kako je gubar jedan od najznačajnijih primarnih štetnika hrastovih sastojina, o njemu treba voditi brigu kako bi se izbjegle velike štete nakon golobrsta (Hrašovec i Harapin 1999). One se mogu podijeliti na izravne - vezane uz gubitak drvne mase i neizravne - vezane za slabljenje vitaliteta stabala i njihove otpornosti na druge štetne organizme (Lobinger i Skatulla, 1998; Hrašovec i Harapin 1999). O gubitku prirasta nakon golobrsta pišu Klepac i Spaić (1965) te Klepac (1966), koji su utvrdili da defolijacija gusjenica gubara u hrastovim šumama dovodi do 30%, pa čak i 40% gubitka prirasta, iz čega se lako može obračunati visok financijski gubitak. Neizravne štete ili pitanje na koji način se stvara sinergijski nepovoljni učinak dva ili više golobrsta za redom nije do sada detaljno proučavano u Hrvatskoj. U jednoj studiji u Bavarskoj (Lobinger i Skatulla, 1998) zaključeno je kako su dva uzastopna golobrsta za hrastove šume pogubna, jer je količina sušaca u šumi nakon toga iznosila 50%. Zbog ponovnog listanja nakon golobrsta svako pojedinačno stablo troši rezerve, zbog čega slabi otpornost na sekundarne štetne organizme. U tom kontekstu često se spominju sekundarni štetnici, gdje prednjači hrastov krasnik, *Agrilus biguttatus* Fab. (Wuff i Kehr, 1996; Moraal i Hilszczanski, 2000).

U Hrvatskoj se jači intenziteti napada gubara javljaju svakih 10-11 godina (Pernek i Pilaš, 2005; Pernek i dr., 2008), a posljednje dvije gradacije zabilježene su 2003- 2005. te 2013-2014. godine (IPP). Za praktično šumarstvo vrlo je važno redovito praćenje (monitoring) i prognoza fluktuacije gubareve populacije, koja treba služiti pravovremenoj pripremi i organizaciji zaštitnih mjera. Stoga se jednom godišnje obilaze sastojine i prati broj jajnih legala iz kojih se obračunavaju kritični brojevi, koji predstavljaju rizik golobrsta odnosno uvjetuju odluku o provođenju ili ne provođenju zaštitnih mjera.

U hrvatskom -mediteranskom području, gubar ima drukačije zakonitosti, pa tako jači napadi dolaze svakih nekoliko godina bez jasno izraženog periodiciteta (Lacković i dr., 2015). Brst gusjenica se u tom području javlja na različitim vrstama hrastova (*Quercus ilex* L., *Q. cerris* L., *Q. pubescens* Willd.), a s obzirom na gospodarske ciljeve štetnost nije vezana uz gospodarenje šuma već uz njihovu zaštitnu funkciju.

Bez obzira na golobrst čini se da je reakcija prirodnih neprijatelja u tom području vrlo brza i učinkovita, tako da dolazi do sloma populacija, pa nema uzastopnih golobrsta pa ni sušenja šuma (Lacković i dr. 2016). Obračun rizika golobrsta objašnjen u ovom radu ne odnosi se na mediteransko područje, niti ima ciljani praktični značaj za to područje.

Do sada se u praćenju gubarovih gradacija koristila metodologija brojanja jajnih legala, kojim se dolazi do izračuna kritičnog broja odnosno praga kada će se i gdje koristiti mjere zaštite (Vasić, 1981). Kritični broj tako je baza za sprječavanje golobrsta, odnosno za više ili niže troškove suzbijanja, pa čak i potrebnog ili nepotrebnog suzbijanja. Stoga o kritičnim brojevima treba voditi posebno računa. Bez obzira na tu činjenicu, iznenađujuće je da istraživanja o kritičnim brojevima gubara zadnjih 30 godina manjkaju. Uz te činjenice, aktualnu metodologiju (Vasić, 1981) treba smatrati zastarjelom s obzirom na sve promijene koje su se dogodile u šumarstvu, gdje se posebno ističu način gospodarenja i klimatske promjene. Novije studije tako opisuju promjenu u veličinama krošanja zadnjih 30 godina u sastojinama iste starosti (Dubravac i dr., 2009). To praktično znači da se promijenila količina lišća u krošnji, a time i potencijal za golobrst defolijatora i posljedično postavlja pitanje upotrebljivosti tako obračunatih kritičnih brojeva.

Važeći obračun kritičnih brojeva u Hrvatskoj radi se po metodici opisanoj u Vasić (1981), Pernek (2001) i Pernek i Pilaš (2005), a koja se primjenjivala u praksi više od 30 godina.

Sama metoda generalno daje prihvatljivu sliku dinamike populacija gubara. Nedostaci u pogledu pravilnog uzorkovanja i interpretacije podataka su evidentni, jer taj obračun ne uzima u obzir varijable koje imaju izravan i ključan utjecaj na brštenje, a to su broj gusjenica u sastojini i količina lišća koje gusjenicama stoje na raspolaganju. Stoga takav način obračuna daje vrlo općenitu sliku broja legala u sastojini, a pogreške u procjeni su neizbježne. Obračun intenziteta napada dobiva se tako da se broj stabala u odjelu na kojima je nađeno barem jedno leglo dijeli s ukupnim brojem pregledanih stabala. Takav intenzitet se iskazivao u postotku i kategorizirao u klase napada poredane u 5 kategorija: < 1% (klasa 1); 1-5% (klasa 2); 5-20% (klasa 3), 20-50% (klasa 4), >50% (klasa 5). Primjerice za 80 godina stari hrast lužnjak (*Quercus robur* L.) prema studiji Tropina (1962) kritično se smatra 2.200 gusjenica gubara, što znači oko 4 jajna legla po stablu. Prema dosadašnjem obračunu kritično je stablo na kojemu je barem 1 leglo, jer predstavlja zarazu od 100%. Pretpostavi li se da u jednoj 80-godišnjoj sastojini hrasta lužnjaka ima prosječno 1 jajno leglo po stablu, takva sastojina je raspoređena u klasu 5 i obavezno se predviđalo tretiranje. Prema spomenutoj studiji (Tropin, 1962) jačeg brsta ne treba očekivati, stoga tretiranje sastojine iz navedenog primjera predstavlja nepotrebno trošenje resursa i nepotreban rizik ugrožavanja populacija neciljanih organi-

zama. Kako su šume u Hrvatskoj većim dijelom FSC certificirane, jedina opcija je korištenje biološkog sredstva u suzbijanju što znatno poskupljuje tretiranje zrakoplovima kada je ono potrebno. Iz svega toga opravdano je postaviti pitanje; da li je izračunati kritični broj zadovoljavajuće precizan s obzirom na velike troškove suzbijanja, te da li se troškovi suzbijanja mogu sniziti boljim planiranjem na temelju što preciznijeg obračuna kritičnog broja jajnih legala gubara?

Cilj ovog rada je, na temelju podataka iz literature, izračunati kritične brojeve jajnih legala gubara na nov način, uzimajući u obzir broj gusjenica po jednom leglu, starost sastojine, parazitiranost i broj stabala po ha. Svrha je dobiti bolju metodu obračuna kritičnog broja primjenjivu u praksi, što će imati izravan utjecaj na manje korištenje insekticida uz financijske uštede. Također su financijski učinci novog načina obračuna, pa time i površinama obuhvaćene tretiranjem uspoređeni sa starima, kako bi se vidjelo da li se trošak suzbijanja smanjuje uz isti rezultat suzbijanja.

METODA RADA WORKING METHODS

Izračun kritičnih brojeva (KB) gusjenica u ovom radu predstavlja broj gusjenica po jedinici površine (ha) koji će najvećim dijelom obrstiti krošnju i odnosi se isključivo na hrast lužnjak. Za obračun kritičnog broja trebaju podaci o količini lišća, broju zdravih gusjenica i količini lišća koju 1 gusjenica prosječno konzumira od izlaska iz jaja do kukuljenja. Kako su ti podaci sastojinski varijabilni, obračun bi se trebao raditi za svaku sastojinu posebno. Kako bi se to izbjeglo, stvoren je model temeljen na podacima iz literature:

- i) Tropin (1962) - Broj gusjenica koji će obrstiti stablo određene starosti (indirektna veza s prosječnom količinom lišća koju pojede jedna gusjenica od eklozije do kukuljenja)
- ii) Bezak (1992) - Normale hrasta lužnjaka (broj stabala po jedinici površine)

Kratice koje se koriste u radu su sljedeće:

KB_{IL} – kritični broj jajnih legala za 1 stablo hrasta preračunato prema Tropin (1962) na temelju 500 jaja u leglu

KB_{IL} – *Critical number of egg masses per 1 oak tree calculated according to Tropin (1962) on the basis of 500 eggs per egg mass*

KB_g – kritični broj gusjenica za 1 stablo hrasta prema Tropin (1962)

KB_g – *Critical number of larvae per 1 oak tree according to Tropin (1962)*

Podaci o zarazi gubara u Hrvatskoj za 2004 i 2013. godinu (gradacije) dobiveni su iz službenih podataka Izvještajno prognoznih poslova (IPP) u šumarstvu koje provodi Hr-

vatski šumarski institut, koji su sakupljeni terenskim opažanjem i registracijom broja jajnih legala na terenu metodom transektu (Vasić, 1981; Pernek, 2001; Pernek i Pilaš, 2005).

Za potrebe izračuna prosječnog broja gusjenica u jajnom leglu u laboratorij Hrvatskog šumarskog instituta, Jastrebarsko, 15.1.2013. doneseno je 50 jajnih legala gubara s nekoliko lokacija iz Uprave šuma podružnica Nova Gradiška, gdje su legla nasumično odabrana na transektu sjever-jug i međusobnoj udaljenosti od 50 m, prvo sa sjeverne, zatim zapadne, istočne i južne strane te istim redoslijedom u nastavku. Jajna legla su stavljena u petrijeve posude, te su prvo s njih oprezno skinute dlačice, a zatim su jajašca pregledana pod stereomikroskopom i svrstavana u skupine: vitalna, sterilna i parazitirana, te nakon toga izbrojana.

Obračuni kritičnih brojeva za 2004. i 2013. godinu dobiveni su iz službenih podataka Izvještajno prognoznih poslova u šumarstvu Hrvatskog šumarskog instituta.

REZULTATI RESULTS

Na temelju ulaznih podataka normale i kritičnog broja gusjenica za 1 stablo hrasta lužnjaka izračunat je kritični broj jajnih legala gubara za 1 stablo (Tablica 1). Da bi taj podatak bio ispravan mora biti poznato koliko vitalnih jaja ima u jajnom leglu. Brojanjem jaja iz 50 legala, u jednom jajnom leglu gubara bilo je najmanje 136, a najviše 975 jaja, što je prosječno 511 ± 204 jaja (Tablica 2).

Na temelju tog rezultata, a za potrebe istraživanja kritičnog broja jajnih legala gubara po hektaru, broj jaja u 1 jajnom leglu aproksimiran je sa 500 i služi kao baza za obračun najveće kategorije rizika nazvana Kategorija I. Kako je iz rezultata vidljivo postoji velika standardna devijacija broja jaja u leglu te je zbog toga formirana Kategorija II na bazi 700 jaja u 1 jajnom leglu. Kategorija II formirana je iz sigurnosnih razloga radi moguće oscilacije varijabli, kao što su broj jaja u jajnom leglu, ali i odstupanje od normale. Prve dvije klase formirane su sa stanovitim faktorom sigurnosti, jer nije obračunata parazitiranost, koja je iznosila u ovom istraživanju prosječno 23,7% (Tablica 2). Takav faktor sigurnosti je stvoren kako ne bi došlo do velikih pogrešaka u odlukama o tretiranju, pri čemu Kategorija I označava rizik golobrsta odnosno odluku da se sastojina tretira, a Kategorija II mali rizik od golobrsta odnosno dodatnu provjeru ili planiranje tretiranja zbog nekog specifičnog razloga (zaštićeni objekt, jako narušeno zdravstveno stanje sastojine i sl.). Kategorija III označava da nema rizika od golobrsta te se za sastojine koje se nalaze u toj kategoriji može donijeti odluka da tretiranje nije potrebno.

Na temelju dobivenih podataka kritični broj jajnih legala po hektaru neke sastojine n-te starosti može se prikazati kao jednadžba:

$$KB_{JL(n)} / ha = KB_{JL(n)} / stablo \times Normala_{(dr)}$$

Vrijednosti KB_{JL} za n-starost sastojine prikazane su u Tablici 1. Vrijednosti jednake ili veće od KB_{JL} smatra se kritičnim i stavlja u Kategoriju I. Kada bi broj jaja u 1 jajnom leglu bio 20% veći, apsolutni broj bio bi 700. Zbog toga se za obračun Kategorije II uzima KB_{JL} izračunat na temelju 700 jaja u jajnom leglu. Vrijednosti veće od 700 jaja spadaju u Kategoriju III (Tablica 3)

Prikazani kritični brojevi vrijede samo za hrast lužnjak, dok bi za ostale vrste trebalo napraviti nove obračune. Važno je naglasiti da kritični brojevi prikazani u Tablici 3 predstav-

ljaju idealizirane vrijednosti temeljene na broju jaja u leglu = 500 i normale po dobnim razredima iz ranijih istraživanja (Bezák 1992). Treba naglasiti da za potrebe ovog istraživanja i u tretiranjima u 2013. godini, nikakva korekcija nije korištena. U nastavku se prikazuje kako bi se podaci dobiveni na terenu uvrstili u neku od kategorija potrebno je napraviti korekciju na način da se broj legala po ha pomnoži sa korekcijskim faktorom (kf) koji uzima u obzir stvarni broj stabala po ha i stvarni broj jaja u jajnom leglu. Stoga se broj jajnih legala po ha mora pomnožiti sa kf kojeg dobiva iz jednadžbe:

Tablica 1. Kritični brojevi jajnih legala po ha izračunati iz kritičnih brojeva gusjenica gubara za stablo hrasta lužnjaka (KB_g) određene starosti (prema Tropin (1962) i normale hrasta lužnjaka prema Bezák (1992))

Table 1 Critical numbers of gypsy moth egg masses per ha calculated by critical numbers of larvae per peduncle oak tree (KB_g) of different age (according to Tropin (1962) and Normal distribution of peduncle oak according to Bezák (1992))

Starost hrasta Age of oak tree	Normala/ha Normal distribution /ha	KB_g / stablo KB_g / tree	KB_{JL} / stablo KB_{JL} / tree	KB_{JL} /ha KB_{JL} / ha
20	2428	350	0,7	1700
30	1342	550	1,1	1476
40	829	800	1,6	1326
50	569	1000	2,0	1138
60	419	1300	2,6	1089
70	325	1700	3,4	1105
80	260	2200	4,4	1144
90	213	2800	5,6	1193
100	177	3300	6,6	1168
110	150	3300	6,6	990
120	128	3300	6,6	845

Tablica 2. Broj jaja u uzorkovanim jajnim leglima gubara i postotak parazitiranosti (u zagradama)

Table 2 Number of eggs in sampled gypsy moth egg masses and their respective parasitism rate (in brackets)

Uzorak Sample	n jaja n eggs	Uzorak Sample	n jaja n eggs	Uzorak Sample	n jaja n eggs	Uzorak Sample	n jaja n eggs	Uzorak Sample	n jaja n eggs
1	615 (3,1)	11	625 (7,0)	21	490 (18,0)	31	220 (75,0)	41	587 (22,5)
2	386 (32,6)	12	328 (26,8)	22	777 (20,3)	32	533 (18,2)	42	635 (16,1)
3	637 (6,1)	13	295 (13,2)	23	395 (78,7)	33	290 (24,5)	43	181 (8,8)
4	426 (12,0)	14	458 (7,6)	24	188 (89,9)	34	711 (10,7)	44	136* (75,0)
5	656 (14,5)	15	840 (7,7)	25	187 (5,9)	35	262 (25,6)	45	218 (47,2)
6	544 (12,9)	16	668 (15,3)	26	865 (5,9)	36	490 (41,0)	46	489 (9,0)
7	497 (18,3)	17	629 (4,9)	27	544 (3,3)	37	600 (1,3)	47	360 (13,6)
8	677 (14,8)	18	744 (1,3)	28	820 (6,3)	38	710 (45,4)	48	594 (22,2)
9	975** (6,9)	19	462 (27,1)	29	271 (61,3)	39	339 (14,5)	49	562 (9,8)
10	538 (23,2)	20	783 (8,0)	30	323 (77,1)	40	655 (18,6)	50	355 (54,6)

*najmanji broj jaja u 1 jajnom leglu gubara (least number of eggs in one egg mass)

**najveći broj jaja u 1 jajnom leglu gubara (largest number of eggs in one egg mass)

Tablica 3. Brojevi jajnih legala gubara po hektaru prikazani po rizičnim klasama i starosti sastojine

Table 3 Number of gypsy moth egg masses per ha according to risk classes and forest age

Starost Age	KB _{ju} /ha KB _{ju} /ha		
	Klasa I – Class I	Klasa II – Class II	Klasa III – Class III
20	>1701	1214-1700	<1214
30	>1401	1054-1400	<1054
40	>1301	947-1300	<947
50	>1101	778-1100	<778
60	>1101	813-1100	<813
70	>1101	789-1100	<789
80	>1101	817-1100	<817
90	>1151	852-1150	<852
100	>1151	834-1150	<834
110	>951	707-950	<707
120	>801	603-800	<603

$$kf = N / \text{Normala} \times njl / 500$$

Pri čemu su:

N – stvarni broj stabla po ha (*real number of trees per ha*)Normala – broj stabala po ha za određeni dobni razred prema Bezak 1992 (*number of trees per ha according to Bezak 1992*)Njl – stvarni broj jaja u jajnom leglu (*real number of eggs in one egg mass*)

Tretiranja u 2013. godini provedena su bez korekcije kf iz praktičnih razloga. Ukoliko se kf uzme u obzir, vidljive su dodatne uštede (Tablice 3).

U 2004. godini je tako ukupno pregledano 175.864,00 ha, a u 2013. ukupno 167.782,44 ha hrastovih i bukovih sastojina. U Tablici 4. i Tablici 5. prikazane su razlike u rezultatima obračuna kritičnog broja gubara. U Kategoriji I i Klasi

Tablica 4. Razlika u rezultatima obračuna kritičnih brojeva u 2004. godini

Table 4 Differences between calculated critical numbers in 2004

Područje – Area	Kategorija (KB _{ju} /ha) (Novi obračun) – (New calculation)			Klase napada (Stari obračun) – (Old calculation)				
	I	II	III	50 ≤	20-50	5-20	1-5	1 ≥
BJELOVAR	0	0	12.620,00	0	62,00	597,00	5020,00	6941,00
KARLOVAC	0	0	4.034,00	0	37,00	360,00	700,00	2.937,00
KOPRIVNICA	0	0	4.849,00	0	0,00	714,00	1.497,00	2.638,00
NAŠICE	923,00	405,00	19.249,00	1.061,00	2.129,00	4.350,00	4.250,00	8.787,00
NOVA GRADIŠKA	1.809,00	758,00	9.858,00	1.857,00	1.915,00	3.176,00	1.571,00	3.906,00
OSIJEK	2.852,00	752,00	13.768,00	1.754,00	3.291,00	3.033,00	5.219,00	4.075,00
POŽEGA	1.240,00	5.34,00	9.100,00	1.604,00	2.075,00	3.349,00	2.424,00	1.422,00
SISAK	5.377,00	2.083,00	4.026,00	6.985,00	1.447,00	1.090,00	225,00	1.739,00
VINKOVCI	3.146,00	1.683,00	60.450,00	4.689,00	3745,00	3.773,00	9.668,00	43.404,00
ZAGREB	479,00	148,00	15.721,00	758,00	631,00	2.250,00	5.293,00	7.416,00
UKUPNO	15.826,00	6.363,00	153.675,00	18.708,00	15.332,00	22.692,00	35.867,00	83.265,00

Tablica 5. Razlika u rezultatima obračuna kritičnih brojeva u 2013. godini

Table 5 Differences between calculated critical numbers in 2013

Područje – Area	Kategorija (KB _{ju} /ha) (Novi obračun) – (New calculation)			Klase napada (Stari obračun) – (Old calculation)				
	I	II	III	50 ≤	20-50	5-20	1-5	1 ≥
BJELOVAR	515,60	93,27	10.527,11	629,43	234,01	861,36	4.525,5	4.885,68
KARLOVAC	0	0	3.619,00	0	58,00	382,00	776,00	2.403,00
KOPRIVNICA	0	0	3.815,31	0	0	584,65	740,28	2.490,38
NAŠICE	3.957,00	973,00	17.405,00	3.367,00	2.773,00	2742,00	3541,00	9912,00
NOVA GRADIŠKA	5.911,95	758,77	5.736,81	5598,76	1.666,05	1.657,24	1.102,76	2.382,72
OSIJEK	215,91	229,39	17.500,08	293,90	1.324,68	3.011,57	6.609,77	6.705,46
POŽEGA	1.852,28	465,38	8.445,75	2.286,41	1.433,94	2.932,09	2.686,79	1.424,18
SISAK	7.840,61	2.007,69	3.921,11	9492,36	1.741,41	852,62	264,1	1.418,92
VINKOVCI	0	0	55.819,05	0	42,75	4.144,78	13.362,43	38.269,09
ZAGREB	956,57	277,45	14.938,35	1.346,86	562,85	2.200,21	6.082,18	5.980,27
UKUPNO	21.249,92	4.804,95	141.727,57	23.014,72	9.836,69	19.368,52	39.690,81	75.871,7

50% koje označavaju obavezno suzbijanje razlika je u 2004. godini iznosila 2.882, ha, a u 2013. 1.764,80 ha (Tablica 4. i 5.). Još veća razlika vidljiva je u Kategoriji II odnosno Klase 20-30%, gdje je u 2004. g. razlika bila 8.969,00 ha, a 2013. g. 5.031,74 ha (Tablica 4. i 5.).

RASPRAVA DISCUSSION

Usporedbom kritičnih brojeva u kritičnoj Kategoriji I i Klasi 5, postoji jasna razlika definiranih površina predviđenih za tretiranje i iznosila je u 2004. godini 2.882 ha, odnosno 1.775 ha u 2013. godini. Područja različitih Kategorija ili Klasa često međusobno graniče, ili se dogodi da niža kategorija ili klasa bude uklopljena sa višom. U takvim slučajevima niža kategorija ili klasa ne izdvaja se iz suzbijanja. Uz to praksa je da se dio II Kategorije ili IV Klase, stavi u plan tretiranja za što postoji više razloga. Najčešći je razlog taj da je šuma slabog vitaliteta ili je iz nekog razloga zaštićena. U 2013. godini tako je prskano ukupno 26.914 ha (izvor: Darko Pleskalt, Hrvatske šume) što znači da je uz kritičnu I Kategoriju prskana i II kategorija. Kada bi se u 2013. godini koristile Klase onda bi se razmjerno uz klasu 5 moglo očekivati tretiranje u klasi 4, što bi tada ukupno iznosilo 32.850 ha, što bi značilo 6.800 ha odnosno 25% više u odnosu na novi ovdje predstavljen način obračuna kritičnih brojeva. Ova velika razlika postaje jasna kada se uoči kako stari način obračuna nije uzimao u obzir količinu lista, odnosno veličini krošnje izražene preko starosti stabala. Prema tom obračunu sasvim je bilo svejedno da li je jedno leglo na 30 godišnjem stablu ili na 80 godišnjem, iako je potpuno jasno da starije stablo ima veću krošnju te će trebati više gusjenica (legla) gubara da obrste lišće. Takav jednostavan i grub način dosadašnjeg obračuna predstavlja nepotrebno i veliko rasipanje resursa, stoga se novim načinom obračuna kritičnih brojeva jasnih legala gubara ostvaruju znatne uštede, a razlike su vidljive u navedenim podacima. Jedno moguće objašnjenje zašto se obračun kritičnog broja do sada provodio na taj način leži u tome da precizniji obračuni do sada nisu bili od velike važnosti, budući da pravila primjene insekticida nisu bila stroga, dok se danas isključivo dozvoljava primjena bioloških koji su značajno skuplji. Danas se unos insekticida u ekosustav strože se evaluira s obzirom na njegov utjecaj na ekološku ravnotežu. Sve to dodatno opravdava primjenu novog obračuna, koji bi trebao postati standard u obračunu kritičnih brojeva jasnih legala gubara i planiranja mjera zaštite. Uz vidljive prednosti novog načina obračuna kritičnih brojeva postavlja se i pitanje i njegovog daljnjeg poboljšanja. Pitanje je opravdano kada je poznato da u nekoj sastojine iste starosti vrlo rijetko imamo broj stabala iz normale, a isto tako broj gusjenica u jajnom leglu nije stalan broj. Stoga bi se kritični

brojevi za svaku sastojinu trebali korigirati za korekcijski faktor koji bi uzimao u obzir stvarni broj stabla po ha i predvidio obračun broja vitalnih jaja u jajnom leglu gubara. Iako to zahtijeva dodatan napor i može se smatrati nepraktičnim, takav način obračuna bi s obzirom na moguće uštede očekivano trebao biti isplativ. Primjenom modernih tehnologija od satelitskih snimaka i modeliranja vjerojatno bi dale dodatne uštede.

Budući da je 2013 i 2014. na području Petrinje došlo do golbrsta bukve (IPP), buduća istraživanja trebaju precizno izračunati količine lišća koju prosječna gusjenica pojede i odnos prema krošnji za za bukvu. Kada bi bilo poznato koliko lišća ima u određenoj šumi, odluka da li je sastojinu potrebno tretirati insekticidom ili ne, bila bi preciznija, a to bi donijelo očekivano nove uštede.

ZAHVALE ACKNOWLEDGEMENTS

Zahvaljujem se suradnicima iz Zavoda za zaštitu šuma i lovnog gospodarenja na pomoći oko prikupljanju podataka i laboratorijskim analizama: Blaženka Ercegovac, Dinka Matošević, Nikola Lacković, Boris Liović i Ivan Lukić. Također se zahvaljujem kolegama Jasni Molc i Darko Pleskalu iz poduzeća Hrvatske šume d.o.o. na ustupljenim podacima o suzbijanju gubara u 2013 godini.

Ovo istraživanje djelom je financirano od Hrvatske zaklade za znanost pod projektom DIFPEST (7616).

LITERATURA REFERENCES

- Dubravac, T., S. Dekanić, B. Vrbek, D. Matošević, V. Roth, T. Jakovljević, T. Zlatanov, 2009: Crown volume in forest stands of pedunculate oak and common hornbeam. *Periodicum biologorum*. 111, 4: 479-485.
- Harapin, M., M. Androić 1996: Sušenje i zaštita šuma hrasta lužnjaka. U: Hrast lužnjak u Hrvatskoj, Ur.: Klepac, D. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti. 227-256.
- Hrašovec, B., M. Harapin, 1999: Dijagnozno-prognozne metode i gradacije značajnih štetnih kukaca u šumama Hrvatske. *Šumarski list* 5-6: 183-193.
- Klepac, D. 1966: Zuwachsverluste in Eichenmischbeständen, die durch die Kalamitat des Schwammspinners und anderer blattfressender Schädlinge bafallen wurden. *Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Universität Dresden* 15/2:385-389.
- Klepac, D. 1996: Rast i prirast hrasta lužnjaka. U: Hrast lužnjak u Hrvatskoj, ur.: Klepac, D. Hrvatska Akademija znanosti i umjetnosti: 213-226.
- Klepac, D., I. Spaić 1965: Utjecaj nekih defolijatora na debljinski prirast hrasta lužnjaka. *Šumarski list* (89) 3-4:93-101.
- Lobinger, G., U. Skatulla, 1998: Untersuchungen über Zusammenhänge zwischen Insektenbefall, Witterungsfaktoren und Eichenschäden in Unterfranken. Bayerisch e Landesanstalt für

- Wald und Forstwirtschaft, Abschlussbericht zum Projekt V 27, Freising, 174 str.
- Moraal, L., J., Hilszczanski 2000: The buprestid beetle, *Agrilus biguttatus* (F.) (Col., Buprestidae), a recent factor in oak decline in Europe. *Journal of Pest Science*, 73(5): 134-138.
 - Pernek, M., 2001: Gradationen des Schwammspinners in Kroatien von 1970 bis 2000. *Mitt. Dtsch. Ges. allg. angew. Ent.* 13: 429-432.
 - Pernek, M., I. Pilaš 2005: Gradacije gubara – *Lymantria dispar* L. (Lep., Lymantriidae) u Hrvatskoj. *Šumarski list*, 5-6: 263-270.
 - Pernek, M., Pilaš, I., Vrbek, B., Benko, M., Hrašovec, B., Milković, J., 2008: Forecasting the impact of the Gypsy moth on lowland hardwood forests by analyzing the cyclical pattern of population and climate data series. *Forest Ecology & Management*, 255 (5-6): 1740-1748.
 - Press, W.H., S.A. Teukolsky, W.T., Vetterling, B.P. Flannery 1997: *Numerical Recipes, The Art of Scientific Computing*, 2. Edition. Cambridge University Press, Chapter 13: 496-536.
 - Prpić, B. 1974: Ekološki aspekt sušenja hrastovih sastojina u nizinskim šumama Hrvatske. *Šumarski list* 98(7/9): 285-290.
 - Prpić, B. 1996: Propadanje šuma hrasta lužnjaka. U: *Hrast lužnjak u Hrvatskoj*, Ur.:Klepac, D. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti. 273-298.
 - Spaić, I., 1974: O sušenju hrastika. *Šumarski list* 98(9):273-284.
 - Wulf, A, R. Kehr (ur.) 1996: *Eichensterben in Deutschland: Situation, Ursachenforschung und Bewertung*. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft 318, Berlin-Dahlem, 157 str.
 - Vasić, K. (ur.) 1981: *Priručnik izveštajne i dijagnostičke prognosne službe zaštite šuma. Savez inženjera i tehničara šumarstva i industrije za preradu drveta Jugoslavije*, Beograd. 336 str.

Summary:

Gypsy moth, *Lymantria dispar* was the dominant oak forest pest in Croatia until 1960s. After this period population particularly in the continental part decreased with cyclical outbreaks every 10-11 years. Last two outbreaks occurred in 2003-2005, and in 2013-2014. In this study a new calculation of critical number of gypsy moth egg masses has been presented in order to estimate the risk of defoliation which is crucial for the decision about application of necessary control measures. The calculation shows critical numbers as number of egg masses per ha which differ from the previous calculations based on number of trees which carry at least 1 egg mass shown in percentages. Hitherto 5 Classes were known out of which the 5th was critical. This Class presented 50% of trees which carry at least 1 egg mass and it was assessed as critical. In such calculation the age of the trees was not taken in account although the amount of leaves in the canopy strongly depend on that. Furthermore the number of eggs in the egg masses was also ignored. New calculation is based on numbers of caterpillars which have the potential to defoliate an oak tree of different ages, obtained from literature. The average number of eggs in one egg mass was calculated out of 50 sampled and analysed egg masses. This data together with the normal distribution of oak trees per ha build the basis for the formula. Based on that 3 Categories were formulated which show the potential for defoliation and help to make the decision for applying control measures: Category I – control measures needed; Category II – control measures needed only if there is a special reason; Category III – no control measures needed. Critical numbers of old and new calculation have been compared in years of outbreaks. Results between new and old calculation show 25% difference which directly means 25% less area that needs treatment with insecticides. Although the new method has advantages there is still some limitation in the calculation considering that important variables are ignored. The real number of trees per ha and the actual number of intact caterpillars should be used for more accurate calculation and further reduction of forest area that needs protection.

Future research should concentrate on precise calculations of leaf weight consumed by average caterpillar in the relationship to crown volume both for oak and common beech. These values in combination with the number of leaves in the particular forest would make the decisions on use of insecticides more accurate which would bring additional substantial financial savings.

KEY WORDS: population dynamics, pest control, pedunculate oak, *Quercus robur*



»Presvjetli gospodine!

Hrvatsko-slavonsko šumarsko društvo radilo je već desetak godina na tome, da sebi u glavnom gradu Zagrebu podigne vlastiti »šumarski dom«, koji ima da bude obilježjem njegova rada i svjedokom njegova života.

To nastojanje društva vidimo evo danas ostvarenim.

Otčinskom skrbi preuzvišenoga gospodina bana Dragutina grofa Khuen-Hedervary-a, podporom prijatelja i požrtvovnošću svojih članova podigosmo ovaj dom, uredismo u njemu

šumarski muzej i smjestismo u nj šumarsku akademiju.

Tim udarismo na ovaj dom očit biljeg, da bude duševnim stjecištem svih prijatelja šumarske struke, da bude dom prosvjete i dom znanosti.

Čast mi je stoga u prvom redu umoliti Presvjetlost Vašu, da izvoli kod Njegove Preuzvišenosti, svetlog bana, biti tumačem duboke zahvalnosti, što ju hrvatsko-slavonsko šumarsko društvo

goji naprama Njegovoj Preuzvišenosti, a zatim neka mi je dozvoljeno izjaviti Presvjetlosti Vašoj srdačnu zahvalnost što je Presvjetlost Vaša, odlikujući hrvatsko-slavonsko šumarsko društvo, izvoljela ovamo potruditi se, da osobno otvori naš šumarski dom i muzej«



Ovim govorom društveni predsjednik Marko grof Bombelles oslovio je presv. g. odjelnog predstojnika Otona pl. Krajcovicša – Iločkoga 20. listopada 1898. na otvorenju upravo dovršene zgrade Šumarskog doma u Zagrebu.

120 GODINA ŠUMARSKOG DOMA

UTJECAJ FUZIJE SNIMKI NA PROMJENU POVRŠINE ŠUMSKOG PODRUČJA KORISTEĆI NENADZIRANU KLASIFIKACIJU

IMAGE FUSION INFLUENCE ON FOREST AREA CHANGE USING UNSUPERVISED CLASSIFICATION

Luka RUMORA*, Mario MILER¹, Damir MEDAK¹

Sažetak

Danas su sve traženiji slobodno dostupni satelitski podaci visoke rezolucije poput podataka dobivenih iz Landsat satelitske misije. Karakteristika Landsat podataka je površinska razlučivost snimki od 30 m x 30 m. Za neke uporabe ta razlučivost nije dovoljna. Landsat satelitska misija, počevši od satelita Landsat 7, prikuplja pankromatski kanal koji služi za povećanje razlučivosti snimki. Ovim radom analiziran je utjecaj fuzije multispektralnih i pankromatskih snimki na promjenu površine šumskog područja koristeći nenadziranu klasifikaciju. Na temelju izvornih snimki izračunat je vegetacijski indeks normalizirane razlike (engl. *Normalized difference Vegetation indeks*, NDVI) te se takva indeksirana slika koristila kao referentna slika za potrebe daljnje usporedbe. Izvorne snimke prva četiri kanala (plavi, zeleni, crveni i blizu-infracrveni) izoštrene su uporabom osmog (pankromatskog) kanala satelita Landsat 7. Iz tih snimki, na temelju četvrtog (blizu-infracrvenog) i trećeg (crvenog) kanala, izračunat je NDVI. Uz taj postupak provedeno je izoštravanje (fuzija) referentne NDVI snimke. Usporedbom dobivenih slika s referentnom izabrane su slike za klasifikaciju. Nad izabranim slikama provedena je nenadzirana klasifikacija K-means, te je utvrđeno da slika dobivena bikubičnom interpolacijom i izoštravanjem brzom metodom intenzitet–boja–zasićenost (engl. *Fast intensity-hue-saturation*, FIHS) na temelju prethodno izoštranih kanala predstavlja najkvalitetnije rješenje.

KLJUČNE RIJEČI: fuzija snimki, vegetacijski indeks normalizirane razlike, Landsat 7

UVOD INTRODUCTION

Daljinska istraživanja pronalaze sve veću primjenu u raznim znanstvenim granama. Globalna uporaba metoda daljinskih istraživanja omogućena je podacima prikupljenim satelitskim misijama. Misija Landsat je jedna od najvažnijih satelitskih misija jer su svi prikupljeni podaci slobodni za korištenje bez novčane naknade. Počevši od satelita Landsat 7 1999. godine, moguće je prikupljati i podatke u pankromatskom kanalu. Pankromatski kanal je visokorazlučiv kanal koji, na temelju raznih metoda (npr. Brovey-eva tran-

sformacija, Gram-Schmidt-ova, Intenzitet-nijansa-zasićenost (engl. *Intensity-hue-saturation IHS*), omogućuje poboljšanje razlučivosti multispektralnih kanala (Maglione i sur. 2016). Poboljšanje razlučivosti snimaka na temelju pankromatskog kanala sve se više koristi. Razvojem novih metoda izoštravanja snimaka teži se dobivanju kvalitetnijih snimaka, vizualno sličnih originalu, ali statistički najviše različitih te ubrzanju postupka izoštravanja.

Klasifikacija snimaka provodi se radi lakšeg prepoznavanja objekata na snimkama. Postupak i izbor klasifikacije vrlo su važni prilikom izrade klasificirane snimke. Pogrešan iz-

* Luka Rumora, mag. ing. geod. i geoinf., Doc. dr. sc. Mario Miler, Prof. dr. sc. Damir Medak, Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, University of Zagreb, Faculty of Geodesy, Kačićeva 26, HR-10000 Zagreb, lurumora@geof.hr

bor metode ili pogrešno definiran uzorak kod nadzirane klasifikacije mogu dovesti do značajnih pogrešaka u klasifikaciji. Takav postupak povlači za sobom i daljnje pogreške u uporabi tako klasificiranih snimki (Avery i Berlin 1992).

Satelitske snimke s visokom razlučivosti omogućuju istraživanje krajolika na lokalnim i regionalnim razinama. Snimke razlučivosti < 0,5 m često se koriste za analizu urbanog rasta i razvoja prometa. Multispektralni kanali omogućuju povećanu spektralnu razlučivost koja se može koristiti za daljnje analize i klasifikaciju okolišnih uvjeta, pokrova zemljišta i detekciju promjena te način na koji urbani rast i razvoj prometa utječu na te uvjete (Pellikka i sur. 2004).

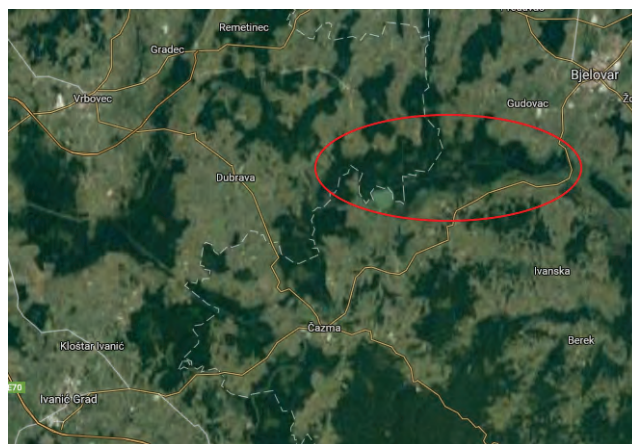
Analiza satelitskih snimki služi za brzi, precizni i pouzdani pregled te se često koristi za kvantitativnu procjenu zelene vegetacije i dobivanje karakteristika tla. Metode multispektralne analize snimki koriste različite spektralne odazive raznih objekata (voda, golo tlo, vegetacija, umjetni objekti) u različitim spektralnim kanalima. Različiti objekti posjeduju različite spektralne odazive u različitim kanalima, primjerice tlo ima konstantnu krivulju između različitih kanala, dok vegetacija ima strm uspon između crvenog i blizu infracrvenog (engl. *near-infrared*, NIR) kanala. Slične karakteristike postoje i kod ostalih objekata, primjerice indikacije, kao što je NDVI (engl. *Normalized difference Vegetation Index*). Vrijednost refleksije zdrave vegetacije je veća od 50 % u blizu-infracrvenom kanalu, dok je ta refleksija u crvenom kanalu manja od 10 %. S druge strane refleksija duboke vode vrlo je loša u vidljivom i blizu infracrvenom spektru (Jones i Vaughan 2010).

Shridhar i Alvarinho (2013) su testirali velik broj algoritama za izoštravanje snimaka na snimkama visoke rezolucije. Uspoređivali su algoritme da bi odredili kako pojedini algoritmi statistički i vizualno mijenja satelitsku snimku. S druge strane Johnson (2014) je proučavao utjecaj algoritama za fuziju snimki na vrijednosti vegetacijskog indeksa i zaključio je kako se izoštravanjem vegetacijskih indeksa gubi veliku količinu prostornih podataka.

U ovom radu analiziran je utjecaj metoda fuzije snimki na klasifikaciju. Analizirani su rezultati klasifikacije snimki s naglaskom na promjenu površine svake klase. Hipotezu rada čini pretpostavka da će se obradom satelitskih snimki postojećim metodama fuzije prikupiti nove informacije. Cilj rada je usporedba utjecaja metoda fuzije snimki na promjenu rezultata nenadzirane klasifikacije koristeći vegetacijske indekse.

MATERIJALI I METODE MATERIAL AND METHODS

Za provjeru kvalitete fuzije snimki koristilo se područje šume Česma. Šuma Česma se nalazi u kontinentalnom dijelu Republike Hrvatske u blizini grada Čazme (slika 1).



Slika 1: Lokacija šume Česma na Google karti

Picture 1: Forest Česma location on Google maps

Šuma Česma izabrana je spada u zaštićeno područje od 1982. godine i predstavlja posebni rezervat šumske vegetacije. Šuma se prostire na 48,53ha u kojima se nalaze šumske zajednice hrasta lužnjaka i običnog graba. Prosječna starost šumske zajednice procjenjuje se na oko 130 godina (Vela i sur. 2017).

Landsat 7 – Landsat 7

Satelitska misija Landsat najdugovječniji je program za prikupljanje satelitskih snimki Zemlje. Započeo je lansiranjem satelita 23. srpnja 1972. Podaci se koriste u agronomiji, kartografiji, geologiji, šumarstvu, regionalnom planiranju, nadzoru i školstvu (Williams i sur. 2006).

Tablica 1: Spektralni kanali Landsat 7 satelita (Williams i sur. 2006)

Table 1: Spectral bands of Landsat 7 satellite (Williams et al. 2006)

Spektralni kanali Spectral bands Landsat 7	Naziv kanala Band name	Valna duljina Wavelength	Površinska razlučivost Ground resolution
Kanal 1 Band 1	plavi blue	0,45 – 0,52 μm	30 m
Kanal 2 Band 2	zeleni green	0,52– 0,60 μm	30 m
Kanal 3 Band 3	crveni red	0,63 – 0,69 μm	30 m
Kanal 4 Band 4	blizu-infracrveni near-infrared	0,77 – 0,90 μm	30 m
Kanal 5 Band 5	kratkovalni-infracrveni 1 short wave-infrared 1	1,55 – 1,75 μm	30 m
Kanal 6 Band 6	termalni thermal	10,40 – 12,50 μm	60 m
Kanal 7 Band 7	kratkovalni-infracrveni 2 short wave-infrared 2	2,08 – 2,35 μm	30 m
Kanal 8 Band 8	pankromatski panchromatic	0,52 – 0,90 μm	15 m

Landsat 7 lansiran je 15. travnja 1999. Sadrži poboljšani tematski skener (engl. *Enhanced Thematic Mapper Plus – ETM+*). Landsat 7 ima vremensku razlučivost od 16 dana. Sadrži dodatne značajke za globalne primjene, promatranje zemljinog pokrova i kartiranje velikih površina. Sadrži pankromatski kanal s površinskom razlučivosti 15 m x 15 m, termalni IR kanal s površinskom razlučivosti 60 m x 60 m, multispektralne kanale s površinskom razlučivosti 30 m x 30 m.

U postupku obrade satelitskih snimki upotrijebljene su snimke dobivene satelitom Landsat 7. Upotrijebljene su snimke prvog (plavog), drugog (zelenog), trećeg (crvenog) i četvrtog (blizu-infracrvenog) kanala. Upotrijebljen je i osmi (pankromatski) kanal satelita Landsat 7 koji se koristi za potrebe fuzije (izoštavanja) snimki.

Fuzija snimki – *Image fusion*

Metode daljinskih istraživanja razvijene su u svrhu identifikacije i isticanja entiteta i objekata. Te metode se primarno oslanjaju na slikovne sustave uporabom senzora s većim brojem spektralnih kanala. Metode fuzije podataka kombiniraju podatke s više senzora i odgovarajuće informacije pripadajuće baze podataka, kako bi se postiglo poboljšanje točnosti i kvalitetniji zaključak od onog do kojeg bi se došlo uporabom samo jednog senzora (Hall i Llinas 1997). Fuzija podataka je proces na više razina (engl. *multi level*) i više gledišta (engl. *multi aspect*) koji se koristi automatskom detekcijom, udruživanjem, korelacijom, ocjenom i kombinacijama podataka i informacija od jednog i više izvora (engl. *Joint Directors of Laboratories - JDL*).

Cilj fuzije snimki konstruiranje je umjetne (hibridne) slike koja će biti što je moguće sličnija stvarnosti. Postupak se bazira na uporabi sinergije informacija koje potječu iz različitih izvora. Umjetna slika treba pružati što je moguće više prostornih informacija te očuvati kvalitetne spektralne informacije. Ako se podaci prikupljeni multispektralnim kanalom jednostavno zamijene podacima prikupljenim pankromatskim kanalom, poboljšat će se prostorna razlučivost, ali s gubitkom prostornih podataka. (Blum i Liu 2005).

Glavni problem analize kvalitete rezultata fuzije slika nedostatak je referentne snimke za kvalitetnu ocjenu. Ne postoji standardizirani postupak ili kriterij za procjenu očekivane koristi pojedine metode ili njenog rezultata. Postupak ocjene trebao bi uspostaviti pravila i kriterije za provjeravanje dvaju svojstava: sličnosti i sinteze (fuzije). Svojstvo sličnosti zahtijeva sličnost između snimke bolje razlučivosti degradirane na snimku lošije razlučivosti i originalne snimke lošije razlučivosti. Svojstvo sinteze kaže da svaka sintetička slika (produkt fuzije) bolje razlučivosti mora biti što sličnija slici koja bi nastala u senzoru na visini leta koja bi osigurala tu bolju razlučivost (Alparone i sur. 2007).

Rezultati fuzije slika vrednuju se na osnovi testova koji se provode u kontekstu procesa fuzije podataka. Kao što je ranije navedeno, postoje različite vrste podataka, kao i metode i razine fuzije tih podataka, čiji su ciljevi vrlo različiti. Iz tog razloga postupci testiranja i vrednovanja će im se bitno razlikovati. Objektivni kriteriji za usporedbu izvorne snimke i pojedinog rezultata fuzije, odnosno za vrednovanje rezultata fuzije slika su (Meng i sur. 2010) koeficijent korelacije, koeficijent regresije, dijagram rasipanja, srednja vrijednost, standardno odstupanje, varijanca i medijan.

U ovome radu upotrijebljene su dvije vrste fuzije. Metoda fuzije bazirana na supstituciji i fuzija dodavanjem i multiplikacijom (Bretschneider i Kao 2010). Metode fuzije bazirane na supstituciji, temelje se na projiciranju aktualnog prostora boje u drugi prostor te zamjene dobivenih vrijednosti vrijednostima kvalitetnije snimke. U sklopu te metode koristila se brza fuzija intenzitet–boja–zasićenost. Navedena fuzija zamjenjuje skalu boja crvena-zelena-plava (engl. *Red-Green-Blue – RGB*) sa skalom intenzitet (I), boja (H), zasićenost (S) – IHS. Ta skala se koristi zato što kognitivni sustav ljudi ima tendenciju tretiranja triju komponenti kao približno okomitih osi. Nakon zamjene komponente intenziteta, snimka se transformira u skalu boja RGB. Fuzija dodavanjem i multiplikacijom dodaje ili multiplicira dio pankromatskog signala u multispektralni kanal, čime se postiže visoka korelacija s pankromatskim kanalom. U sklopu te metode upotrijebila se metoda P+XS (engl. *panchromatic + multispectral*), koja se temelji na simultanom prikupljanju pankromatskih i multispektralnih snimki s istim instrumentom. Fuzija se temelji na korelaciji između plavog, zelenog i crvenog kanala s pankromatskim. Metoda mijenja broj piksela kanala dupliciranjem. Nakon fuzije snimki proveden je izračun vegetacijskog indeksa NDVI (Pettorelli i sur. 2005):

$$NDVI = \frac{\text{blizu infracrveni} - \text{crveni}}{\text{blizu infracrveni} + \text{crveni}}$$

Klasifikacija snimki – *Image classification*

Satelitske snimke dobivene daljinskim istraživanjima su multispektralni odziv raznih objekata stoga je teško izravno identificirati željeni element vizualnom interpretacijom. Kako bi bilo moguće razumjeti elemente prisutne na snimci potrebno je klasificirati i zatim poboljšati karakteristike podataka prikupljenih daljinskim istraživanjima. Klasifikacija je proces dodjeljivanja vrijednosti piksela sa snimki, odabranim klasama (Krtalić 2014).

Klasifikacija snimki kompleksan je posao, koji uključuje rigoroznu provjeru testnog uzorka ovisnog o upotrebljenom klasifikacijskom algoritmu. Metode se mogu grupirati u (Weih i Riggan 2010):

- ⇒ Nadzirane (polu-automatske) klasifikacijske metode
- ⇒ Nenadzirane (automatske) klasifikacijske metode
- ⇒ Objektno orijentirane (engl. *object-based*) klasifikacijske metode.

Nadzirana klasifikacijska metoda je metoda koja predstavlja klasifikaciju određene scene temeljem uzoraka koje je definirao korisnik. Uzorci se koriste kako bi se definirale klase pokrova zemljišta. Klasifikacija se bazira na spektralnim karakteristikama svakog uzorka.

Najpoznatiji algoritmi su maksimalna sličnost (engl. *maximum-likelihood*) i minimalna udaljenost (engl. *minimum-distance*) (Weih i Riggan 2010).

Nenadzirana klasifikacijska metoda je metoda koja automatski klasificira scenu na temelju statističkog grupiranja spektralnih značajki i obilježja. Korisnik treba definirati samo broj klasa koje će se kreirati. Najpoznatiji algoritmi su K-means i ISODATA (Krtalić, 2014).

Objektno orijentirana klasifikacijska metoda je metoda koja kreira objekte različitih oblika i veličina, dok metode bazirane na klasifikaciji piksela generiraju kvadrate. Najpoznatija metoda je metoda najbližeg susjeda (engl. *nearest neighbor*) (Weih i Riggan 2010)..

Parametri kvalitete – *Quality parameters*

Izoštavanje snimke ili poboljšanje vizualne kvalitete digitalne snimke može biti subjektivno. Pretpostavka da jedna metoda pruža bolje rezultate od druge može varirati od osobe do osobe. Iz tog razloga potrebno je definirati mjere kvalitete kako bi bilo moguće usporediti utjecaj algoritama za izoštavanje snimke na kvalitetu snimke. Stoga je nakon provedenog postupka fuzije snimki provedena analiza dobivenih podataka. Izračunati su parametri kvalitete programom ORFEO toolbox (Al-Wassai i sur. 2011; Epting 2005; Gwet 2014). Parametri kvalitete su redom srednja kvadratna pogreška (engl. *mean squared error* – *MSE*) koja predstavlja mjeru odstupanja pojedinih vrijednosti od srednje vrijednosti, srednja apsolutna pogreška (engl. *mean absolute error* – *MAE*) koja predstavlja razliku između dobivenih i polaznih vrijednosti skupa podataka, odnosno mjeri prosječnu veličinu pogrešaka u dobivenom (ili predviđenom) skupu podataka, vršni omjer signala i šuma (engl. *peak signal to noise ratio* – *PSNR*) koji predstavlja odnos između najviše moguće vrijednosti (snage) signala i snage šuma koji utječe na kvalitetu, srednja vrijednost snimki (engl. *mean, SVS*) koja predstavlja mjeru središnje tendencije diskretnog skupa podataka, ukupna preciznost klasifikacije koja predstavlja omjer ukupnog broja ispravnih piksela (koji se nalaze na dijagonali korelacijske matrice) s ukupnim brojem piksela u korelacijskoj matrici, *Kappa* koja predstavlja mjeru podudarnosti između klasificirane slike i referentnog skupa podataka, Paersonov koeficijent korelacije koji predstavlja mjeru jakosti linearne veze između dva skupa podataka u

rasponu od -1 do 1, pri čemu visoka korelacija ima vrijednosti između $\pm 0,5$ i ± 1 , srednja između $\pm 0,3$ i $\pm 0,5$, dok slaba korelacija ima vrijednosti od $\pm 0,1$ do $\pm 0,3$, te standardno odstupanje snimki (STDEV) koje predstavlja mjeru raspršenosti podataka (preciznost snimke). Što je standardno odstupanje vrijednosti piksela neke snimke veće, to postoji više nijansi sivila koji prikazuju objekte na njoj i snimka je generalno čitljivija.

Tijek obrade – *Processing flow*

Izračunat je NDVI vegetacijski indeks na temelju trećeg (crvenog) i četvrtog (blizu-infracrvenog) kanala kao referentna snimka (NDVI_ref). Zatim su izvršene metode fuzije snimki prva četiri kanala i NDVI_ref snimke pomoću snimke osmog kanala satelita Landsat 7. Programom ORFEO Toolbox provedena je bikubična (*bicubic*) interpolacija snimke i zatim metoda izoštavanja P+XS jednostavnim algoritmom RCS (*Relative Spectral Contribution*). Istim programom je provedena i interpolacija snimke temeljena na najbližem susjedstvu (*Nearest Neighbor* – *NN*) i metoda izoštavanja P+XS jednostavnim algoritmom RCS. Treći način izoštavanja snimke proveden je skriptom izrađenom programskim jezikom Python. Tom skriptom je definirana bikubična interpolacija snimke, a zatim i brza metoda izoštavanja snimke intenzitet–boja–zasićenost (engl. *fast intensity-hue-saturation* – *FIHS*). Sva tri načina fuzije provedena su na multispektralnim kanalima: crveni, zeleni, plavi (RGB) i blizu-infracrveni (NIR); te na NDVI_ref snimci koristeći pankromatski kanal dobiven satelitom Landsat 7. Na temelju izoštavanja NDVI_ref snimke nastale su izoštrene snimke označene NDVI_pansh. Nakon provedene fuzije multispektralnih kanala i pankromatskog kanala za svaki način fuzije snimki izračunao se vegetacijski indeks NDVI (označen NDVI_calc).

Nakon izračuna NDVI vegetacijskih indeksa na temelju izabranih snimaka izvršila se nenadzirana klasifikacija. Za potrebe nenadzirane klasifikacije nisu potrebni uzorci za klasifikaciju. Nenadziranom klasifikacijom promatra se prirodno grupiranje vrijednosti piksela. Zatim se definira prag kako bi se odredio broj klasa na pojedinoj snimci. Nakon grupiranja koristi se poznata vrijednost kako bi se identificirala klasa kojoj pripadaju pikseli. Odabran je klasifikacijski algoritam K-means kako bi se provjerio utjecaj fuzije neovisno o ljudskom faktoru. K-means je popularna metoda nenadzirane klasifikacije. Radi na principu odabira slučajnog uzorka, koji se može smatrati slučajnom vrijednošću. Nakon odabira uzoraka definiraju se linije koje razdvajaju klase. Točke koje se nalaze unutar pojedine klase analiziraju se te se računa njihova sredina. Određene sredine zatim formiraju nove uzorke pri čemu su definirane nove granice klasa. Taj proces se ponavlja nekoliko puta (Krtalić 2014). U ovome radu definirano je 6 klasa radi podjele na šumsku vegetaciju, vodu, izgrađeno područje, obra-

Tablica 2: Usporedba referentnog crvenog i infracrvenog kanala s izoštreim crvenim i infracrvenim kanalom**Table 2:** Comparison between red and infrared band with pansharpened red and infrared band

Usporedba Comparison	Crveni kanal Red band			Blizu-infracrveni kanal Near-infrared band		
	Originalne snimke i FIHS	Originalne snimke i bic_RCS	Originalne snimke i NN_RCS	Originalne snimke i FIHS	Originalne snimke i bic_RCS	Originalne snimke i NN_RCS
	Original image and FIHS	Original image and bic_RCS	Original image and NN_RCS	Original image and FIHS	Original image and bic_RCS	Original image and NN_RCS
MSE	602,6160	504,7760	506,8660	1225,5300	767,5250	765,8000
MAE	20,2771	16,6237	16,6581	27,5942	21,1508	21,1180
PSNR	12,7057	13,4751	13,4572	14,0270	16,0593	16,0691
Paersonov koeficijent korelacije	0,8862	0,9870	0,9691	0,9747	0,9703	0,9555
Paerson correlation coefficient						

Tablica 3 Statistički pokazatelji NDVI slika**Table 3:** Statistical indicators of NDVI images

	NDVI ref	NDVI_pansh bic_RCS	NDVI_pansh NN_RCS	NDVI_calc bic_RCS	NDVI_calc NN_RCS	NDVI_calc FIHS
Min	−0,3091	−0,3191	−0,3258	−0,3293	−0,3091	−0,6452
Max	0,7387	0,9087	0,9054	0,7404	0,7387	0,6471
SVS	0,4356	0,4334	0,4330	0,4335	0,4333	0,3512
STDEV	0,2167	0,2222	0,2231	0,2171	0,2184	0,1746

đeno poljoprivredno zemljište, neobrađeno poljoprivredno zemljište i livadu (ostalo nisko raslinje).

Mogućnost provjere kvalitete klasificiranog podatka je vrlo bitna. Stoga je dodatno izračunat vegetacijski indeks NDVI na temelju izvornih snimki (NDVI_ref) radi usporedbe s vegetacijskim indeksima dobivenim drugim tehnikama. Postupak fuzije snimki proveden je u programu ORFEO Toolbox i na temelju skripte izrađene programskim jezikom Python.

REZULTATI RESULTS

Rezultati su podijeljeni u dvije cjeline: fuzija snimki i klasifikacija snimki.

Fuzija snimki – *Image fusion*

U tablici 2 definirani su statistički pokazatelji razlika između originalne snimke i izoštrene slike kako bi bilo moguće odrediti kvalitetu svake slike.

U tablici 3 prikazani su statistički pokazatelji za referentnu NDVI sliku; slike dobivene računanjem NDVI-a te zatim izoštravanjem (NDVI_pansh); i slike dobivene izoštravanjem kanala te zatim računanjem NDVI-a (NDVI_calc), dok je u tablici 4 prikazana usporedba referentne i izoštrene NDVI snimki.

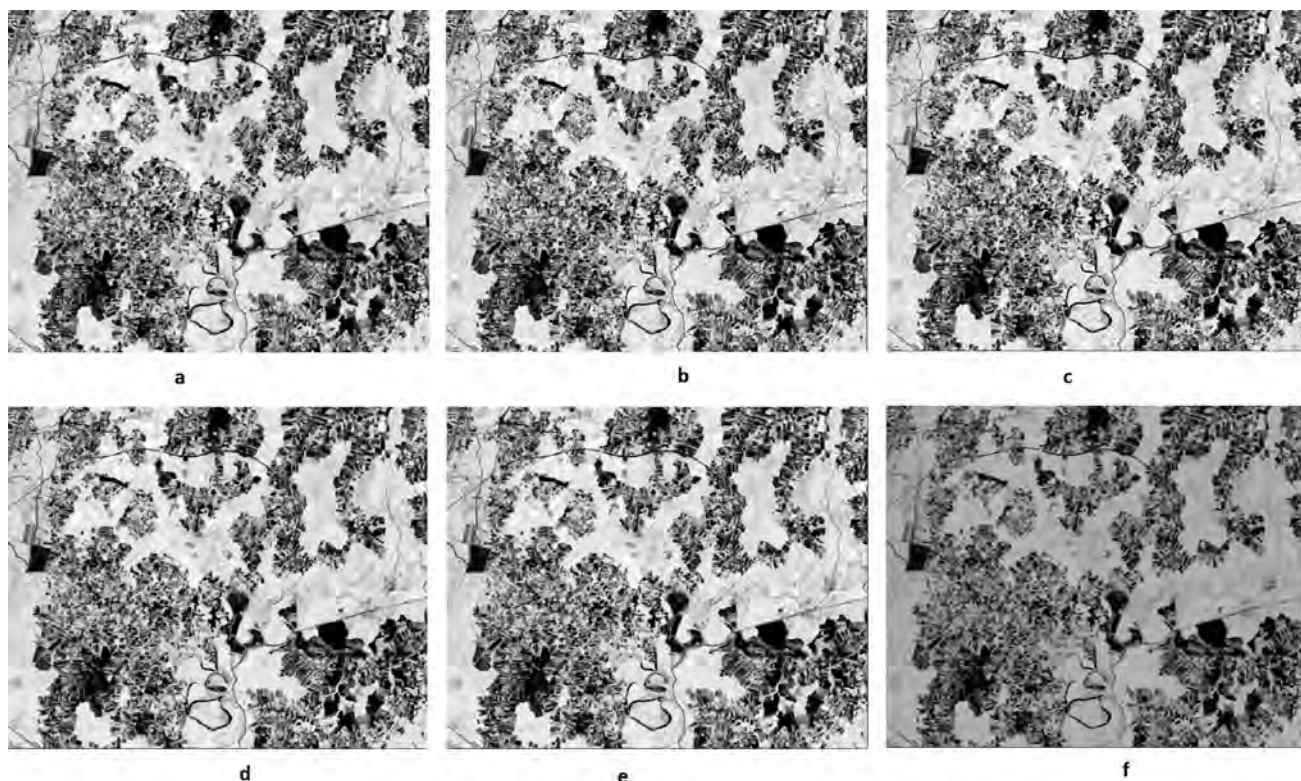
Klasifikacija snimki – *Image classification*

Nakon provedene fuzije snimki i analize dobivenih rezultata, odlučeno je da će se koristiti: (a) NDVI slika dobivena bikubičnom interpolacijom i izoštravanjem jednostavnom metodom RCS na temelju prethodno izoštrene kanala, (b) izračunata NDVI slika dobivena interpolacijom NN i izoštravanjem jednostavnom metodom RCS na temelju prethodno izoštrene kanala, (c) NDVI slika dobivena metodom FIHS.

Klasifikacija je izvršena na referentnoj NDVI slici te na izoštrene slikama dobivenih fuzijom snimki. U postupku je upotrijebljena nenadzirana klasifikacija K-means. Za ocjenu kvalitete, uz ranije navedene parametre, korištene

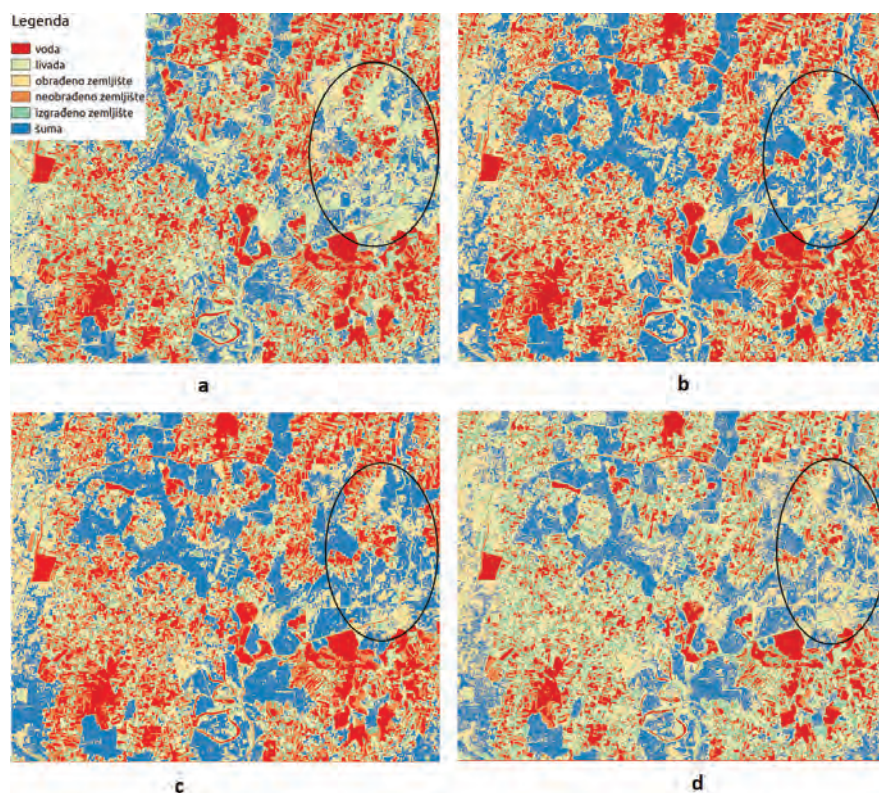
Tablica 4 Usporedba referentne NDVI slike s izoštreim NDVI slikama**Table 4** Comparison of reference NDVI image with pansharpened NDVI images

Usporedba Comparison	NDVI_ref i NDVI_pansh bic_RCS	NDVI_ref i NDVI_pansh NN_RCS	NDVI_ref i NDVI_calc bic_RCS	NDVI_ref i NDVI_calc NN_RCS	NDVI_ref i NDVI_calc FIHS
MSE	0,0917	0,0920	0,0901	0,0905	0,0760
MAE	0,2326	0,2328	0,2292	0,2296	0,2236
PSNR	10,7796	10,7661	10,8592	10,8382	11,5951
PKK	0,9929	0,9810	0,9999	0,9797	0,9917



Slika 2: a) NDVI referentna slika, b) NDVI_pansh slika dobivena na temelju interpolacije slike NN i metode izoštravanja P+XS jednostavnim algoritmom RCS, c) NDVI_pansh slika dobivena na temelju bikubične interpolacije slike i metode izoštravanja P+XS jednostavnim algoritmom RCS, d) NDVI_calc slika dobivena na temelju interpolacije slike NN i metode izoštravanja P+XS jednostavnim algoritmom RCS, e) NDVI_calc slika dobivena na temelju bikubične interpolacije slike i metode izoštravanja P+XS jednostavnim algoritmom RCS, f) NDVI_calc slika dobivena na temelju bikubične interpolacije slike i metode izoštravanja FIHS

Picture 2 a) NDVI_pansh image calculated using NN image interpolation and P+XS simple RCS pansharpener algorithm, c) NDVI_pansh image calculated using bicubic image interpolation and P+XS simple RCS pansharpener algorithm, d) NDVI_calc image calculated using NN image interpolation and P+XS simple RCS pansharpener algorithm, e) NDVI_calc image calculated using bicubic image interpolation and P+XS simple RCS pansharpener algorithm, f) NDVI_calc image calculated using bicubic image interpolation and FIHS pansharpener algorithm



Slika 3 a) Klasificirana referentna NDVI slika, b) Klasificirana NDVI_calc slika dobivena na temelju bikubične interpolacije slike i metode izoštravanja P+XS jednostavnim algoritmom RCS, c) Klasificirana NDVI_calc slika dobivena na temelju interpolacije slike NN i metode izoštravanja P+XS jednostavnim algoritmom RCS, d) Klasificirana NDVI_calc slika dobivena na temelju bikubične interpolacije slike i metode izoštravanja FIHS

Picture 3 a) Reference classified NDVI image, b) Classified NDVI_calc image calculated using bicubic image interpolation and P+XS simple RCS pansharpener algorithm, c) Classified NDVI_calc image calculated using NN image interpolation and P+XS simple RCS pansharpener algorithm, d) Classified NDVI_calc image calculated using bicubic image interpolation and FIHS pansharpener method

Tablica 5 Usporedba klasificirane referentne NDVI slike s izoštranim klasificiranim NDVI slikama**Table 5** Comparison of reference classified NDVI image with pansharpened classified NDVI images

Usporedba Comparison	NDVI_ref i NDVI_calc bic_RCS	NDVI_ref i NDVI_calc NN_RCS	NDVI_ref i NDVI_calc FIHS
MSE	5,3869	5,5266	5,7704
MAE	1,8779	1,8800	1,9350
PSNR	6,6661	6,5545	6,3673
Ukupna preciznost – Overall accuracy	61,7720	64,7434	51,5700
Kappa (hat)	0,5418	0,5774	0,4191

Tablica 6 Površina klasificiranih klasa na snimkama**Table 6:** Classified area on image

Klasa Class	Originalna snimka Original image [m ²]	NDVI_calc bic_RCS [m ²]	NDVI_calc NN_RCS [m ²]	NDVI_calc FIHS [m ²]
0 (voda) water	47776500	51373350	50027850	30605625
1 (neobrađeno tlo) bare soil	53487000	53440650	57180150	39423375
2 (obrađeno zemljište) agricultural land	45587700	58693050	54590625	69938100
3 (livada) meadow	59705100	33698700	32040225	52077600
4 (izgrađeno zemljište) urban area	48393000	28375875	28817325	49668975
5 (šuma) forest	51813900	81181575	84107025	65049525
Suma Sum	306763200	306763200	306763200	306763200

su ukupna preciznost i *kappa* dobivene iz korelacijske matrice.

Rezultati dobiveni klasifikacijom prikazani su na slici 2. U tablici 5 prikazani su statistički podaci koji ukazuju na sličnost klasificiranih slika s referentnom slikom.

Zatim je izračunat broj piksela u svakoj pojedinoj klasi. Na temelju navedenih klasa izračunata je površina svake pojedine klase na temelju broja piksela i veličine piksela za svaku sliku. Površina koju Landsat 7 snimka sadrži iznosi 52679.076 km². Radi jednostavnosti računanja i analize područja oko šume Česma snimka je smanjena, te njena površina iznosi 306.763 km². Tablica 6 predstavlja površine svake klase na slici ovisno o korištenom algoritmu. Izoštavanjem snimki jednostavnije se određuju granice klase zbog kvalitetnije rezolucije od 15 metara. Iz tog razloga dolazi do promjene površina u ovisnosti o algoritmu. Na temelju tih podataka vidljivo je povećanje ili smanjenje površine na slici u odnosu na referentnu. Budući da ne postoji pravilno povećanje ili smanjenje u odnosu na referentnu sliku samo na temelju podataka iz tablice 6 nije moguće zaključiti koja slika predstavlja najviše različitu sliku u odnosu na referentnu.

Usporedba statističkih pokazatelja referentne slike sa svakom pojedinom slikom (tablica 5) pokazala je da se slika

dobivena bikubičnom interpolacijom i metodom izoštravanja FIHS na temelju prethodno izoštranih kanala statistički najviše razlikuje od referentne slike. Vizualnom usporedbom svake slike s referentnom slikom pokazane su međusobne razlike i sličnosti između slika (slika 3). Vizualno najveća sličnost postoji između referentne slike i slike dobivene bikubičnom interpolacijom i metodom izoštravanja FIHS na temelju prethodno izoštranih kanala.

RASPRAVA DISCUSSION

U odnosu na dosadašnje radove koji su se većinom bavili analizom utjecaja algoritama za fuziju snimki na vrijednosti vegetacijskog indeksa, ovim radom se dodatno izvršila klasifikacija dobivenih vrijednosti u šest klasa. Klasifikacija se izvršila u šest različitih klasa koje su trebale predstavljati šumu, vodu, izgrađeno područje, obrađeno tlo, neobrađeno tlo i livadu. Kako je vidljivo na slici 2 klase nisu definirane u potpunosti na ovaj način, ali taj rezultat je bio očekivan budući da se radi o nenadziranoj klasifikaciji gdje nije moguće samostalno definirati granice klasa, nego samo broj klasa. Stoga se na slici 2 može vidjeti kako je neobrađeno poljoprivredno tlo svrstano u istu klasu kao i vodene površine. Zbog spektralnog odaziva šumskog područja koje

se ističe u odnosu na vodu, izgrađeno zemljište ili neobrađeno zemljište moguće je zajedno s vizualnom analizom, zaključiti da se šuma nalazi u klasi 5 (plava boja). Iz tablice 6 vidljivo je da dolazi do povećanja površine šumskog područja. Povećanje se događa iz razloga što izoštravanjem Landsat 7 satelitske snimke dolazi do promjene prostorne razlučivosti snimke s 30 m na 15 m, čime je moguće kvalitetnije odrediti granice šumskog područja. Na temelju rezultata klasifikacije izvršila se usporedba površine svake klase te se na temelju dobivenih rezultata izabrala snimka s najviše različitih statističkim pokazateljima, ali vizualno najsljednija.

Na temelju informacija navedenih u prethodnom poglavlju može se zaključiti kao i kod Johnson (2014.), da je slika dobivena bikubičnom interpolacijom i metodom izoštravanja FIHS na temelju prethodno izoštranih kanala vizualno slična i statistički najviše različita slika. Uzimajući u obzir navedenu tvrdnju kao i cilj fuzije snimki, zaključeno je kako je na temelju slike dobivene bikubičnom interpolacijom i metodom izoštravanja FIHS na temelju prethodno izoštranih kanala moguće dobiti nove informacije. U ovom radu je zaključeno kao i kod Johnson (2014) kako je potrebno prvo izoštriti kanale satelitskih snimki, a tek tada izračunati vegetacijske indekse.

U ovome radu je također zaključeno kao i kod Shridhar i Alvarinho (2013) kako je vrlo važno odabrati algoritam za fuziju snimki, budući da će statistički kvaliteta snimke ovisiti o odabranom algoritmu.

ZAKLJUČAK CONCLUSION

Usporedbom metoda fuzije snimki pokazano je da postoje jako male razlike između dobivenih slika. Usporedbom NDVI-a dobivenih na više načina zaključeno je kako je potrebno prvo izoštriti satelitske snimke raznih kanala, te zatim izračunati NDVI.

Klasificiranjem izoštranih slika moguće je, pomoću statističkih pokazatelja i vizualne usporedbe odrediti koja slika zadovoljava tražene uvjete. Vizualno je potrebno da slika bude što sličnija referentnoj, dok s druge strane slika treba biti statistički najmanje slična referentnoj. Uspoređujući slike vizualno (slika 3), statistički na temelju tablice 5 i površinski na temelju tablice 6, može se zaključiti da slika dobivena bikubičnom interpolacijom i izoštravanjem metodom FIHS na temelju prethodno izoštranih kanala daje najkvalitetnije rješenje. Tom slikom moguće je dobiti nove podatke, koje je potrebno procijeniti terenskim podacima kako bi se odredila njihova kvaliteta.

Daljnji postupak trebao bi biti promjena metode klasifikacije i prikupljanje podataka s terena da bi se kvalitetnije odredio postupak klasifikacije, kao i uporaba vremenskog

niza podataka da bi se mogao usporediti vremenski trend između snimki i terenskih podataka.

ZAHVALA. Ovaj rad financirala je Hrvatska zaklada za znanost projektom AFORENSA I-2389-2015, br. projekta 1924.

LITERATURA REFERENCES

- Al-Wassai F. A., N. V. Kalyankar, A. A. Al-Zaky, 2011: Studying Satellite Image Quality Based on the Fusion Techniques. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, Volume 2(5): 354–362.
- Alparone L., L. Wald, J. Chanussot, C. Thomas, P. Gamba, L. M. Bruce, 2007: Comparison of pansharpening algorithms: Outcome of the 2006 GRS-S data-fusion contest. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 45(10): 3012–3021.
- Avery T. E., G. L. Berlin, 1992: "Fundamentals of remote sensing and airphoto interpretation", Prentice Hall: 1–472, New Jersey
- Bretschneider, T., O. Kao, 2000: Image fusion in remote sensing, In *Proceedings of the 1st Online Symposium of Electronic Engineers*: 1–8
- Blum R. S., Z. Liu, 2005: *Multi-sensor image fusion and its applications*. CRC press: 1–528, Boca Raton
- Epting J., D. Verbyla, B. Sorbel, 2005: Evaluation of remotely sensed indices for assessing burn severity in interior Alaska using Landsat TM and ETM+, *Remote Sensing of Environment*, 96(3): 328–339.
- Gwet K. L., 2014: *Handbook of inter-rater reliability: The definitive guide to measuring the extent of agreement among raters*. Advanced Analytics, LLC: 1–428, Gaithersburg
- Hall D., J. Llinas, 1997: An Introduction to Multisensor Data Fusion. *Proceedings of the IEEE*, Vol. 85(1): 6–23
- Jawak S. D., A. J. Luis, 2013: A comprehensive evaluation of PAN-sharpening algorithms coupled with resampling methods for image synthesis of very high resolution remotely sensed satellite data. *Advances in Remote Sensing* 2013: 332–344
- Johnson B., 2014: Effects of pansharpening on vegetation indices. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 3(2): 507–522.
- Jones H. G., R. A. Vaughan, 2010: *Remote sensing of vegetation: principles, techniques, and applications*. Oxford university press: 1–384, New York
- Krtalić A., 2014: Napredna daljinska istraživanja, predavanja, Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Zagreb
- Meng Q., B. Borders, M. Madden, 2010: High-resolution satellite image fusion using regression kriging, *International Journal of Remote Sensing*, 31(7): 1857–1876.
- Maglione P., C. Parente, A. Vallario, 2016: Pan-sharpening Worldview-2: IHS, Brovey and Zhang methods in comparison, *Int. J. Eng. Technol.*, 8: 673–679.
- Pellikka P., B. Clark, P. Hurskainen, A. Keskinen, M. Lanne, K. Masalin, P. Nyman-Ghezelbash, T. Sirviö, 2004: Land use change monitoring applying geographic information systems in the Taïta Hills, SE-Kenya. In *Proceedings of the 5th AARSE Conference*: 18–21
- Pettorelli N., J. O. Vik, A. Mysterud, J. M. Gaillard, C. J. Tucker, N. C. Stenseth, 2005: Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change, *Trends in ecology & evolution*, 20(9): 503–510.

- Shridhar, D. J. i J. L. Alvarinho, 2013: A comprehensive evaluation of PAN-sharpening algorithms coupled with resampling methods for image synthesis of very high resolution remotely sensed satellite data. *Adv. Remote Sens.*, 2: 332-344.
- Vela, E., I. Medved, V. Miljković, V., 2017: Geostatistička analiza vegetacijskih indeksa na šumskom ekosustavu Česma. *Geodetski list*, 71(1), 25-40.
- Weih R. C., N. D. Riggan, 2010: Object-based classification vs. pixel-based classification: comparative importance of multi-resolution imagery, *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 38(4/C7): 1-6.
- Williams D. L., S. Goward, T. Arvidson, 2006: Landsat. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 72(10): 1171-1178.

Summary

Demand for high quality free satellite data is increasing. Currently the most popular and known mission is Landsat satellite mission. This mission ensures ground resolution of 30 m x 30 m. For some application, this ground resolution is not sufficient. Landsat mission, starting from the Landsat 7 satellite, collects panchromatic band that is used to increase resolution of images.

This paper analyzes the impact of multispectral and panchromatic image fusion on unsupervised classification. Based on original recordings NDVI (Normalized difference vegetation index) is calculated. This indexed image is used as reference image for the purpose of further comparison. The original images of first four bands (blue, green, red and near-infrared) are sharpened using eighth (panchromatic) band gathered with Landsat 7 satellite. From this bands, based on forth and third band, NDVI is calculated. With this calculation it is conducted pansharpening of reference NDVI image. Images for classification was chosen by comparing obtained images. Selected images was classified with K-means unsupervised classification algorithm, and it was determined that image calculated with bicubic interpolation and sharpened with fast intensity-hue-saturation (FIHS) algorithm on previously sharpened bands represents the best solution.

KEY WORDS: image fusion, normalized difference vegetation index, Landsat 7



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.

ON THE FIRE-SPREAD RATE INFLUENCE OF SOME FUEL BED PARAMETERS DERIVED FROM ROTHERMEL'S MODEL THERMAL ENERGY BALANCE

O UTJECAJU POJEDINIH PARAMETARA LOŽIŠTA IZVEDENIH IZ ROTHERMELOVOG MODELA RAVNOTEŽE TOPLINSKE ENERGIJE NA STOPU ŠIRENJA POŽARA

Carlos G. ROSSA*, Paulo M. FERNANDES

Summary

We analysed the role of some fuel bed properties on forest fire-spread rate based on the thermal energy balance upon which the well-known fire-spread rate model of Rothermel (1972) was developed, showing that neither fuel bed height, load or density directly influence the thermal energy balance. The influence of such parameters, often inferred from empirical descriptions of spread rate, must result from indirect effects on heat transfer mechanisms. The fraction of heat transferred from the flame to the unburned fuel depends mostly on fuel moisture content and is independent of spread rate and flame geometry. Because empirical models usually implicitly assume the underlying mechanisms of fire spread for describing fire behaviour, this study results can assist at idealizing and delineating future experiments and approaches.

KEY WORDS: fire behaviour, forest fires, combustion, heat transfer.

INTRODUCTION

UVOD

The ability to predict fire behaviour characteristics such as rate of spread, flame dimensions and heat release rate is central to effective forest fire management, from planning to operational decision-making. Rothermel (1972), following the formulation of Frandsen (1971), proposed a fire-spread model based on several empirical parameters determined from laboratory burn experiments. This model became the basis for well-known fire behaviour prediction systems and, although many fire-behaviour modelling studies were published since, no other has replaced it in terms

of popularity. This is understandable because forest fire involves complex phenomena to which several fundamental subjects pertain, namely combustion, heat transfer, and fluid mechanics (Finney et al. 2015; Rossa et al. 2015), and finding a better compromise between a rigorous physical approach and the simplicity of empirical modelling is a difficult task.

Rothermel (1972) formulated rate of spread (R) based on the ratio between the net heat flux through the fuel bed (Q'') and the amount of energy necessary for igniting the fuel, which depends on fuel bed density (ρ_b). A considerable number of empirical formulations for predicting R have

¹ Dr. Carlos G. Rossa, Prof. Dr. Paulo M. Fernandes, Centre for the Research and Technology of Agro-environmental and Biological Sciences (CITAB), University of Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), Quinta de Prados, Apartado 1013, 5001-801 Vila Real, Portugal

*Corresponding author: carlos.g.rossa@gmail.com

used ρ_b ever since (e.g., Thomas 1971; Catchpole et al. 1998; Anderson et al. 2015; Rossa and Fernandes 2017), sometimes arguing that its negative effect on R could be explained based on Rothermel's formulation. Although ρ_b depends on fuel load (w) and bed height (δ), the effect of w on R is not as consensual as the effect of ρ_b on R , being variously reported as non-existent (e.g., Cheney et al. 1993), negligible (McAlpine 1995), or positive (e.g., McArthur 1962; Dupuy 1995). Fuel bed height is also recurrently used in empirical formulations and its positive effect on R is quite consensual.

Empirical models are undeniably useful. However, the fundamental reasons behind the effects of input variables are seldom present, as a theoretical basis to understand the physical mechanisms underlying fire spread is missing. We believe that, possibly because of misinterpretation of previous physical modelling efforts, both in the case of the well-established influence of ρ_b on R as well as in the disputed effect of w on R , the role of such fuel bed parameters in fire spread is not well understood.

This work discusses the influence of some fuel bed parameters on R . The discussion is based on a simplified thermal energy balance of fire spread derived from an R formulation given by the ratio between Q'' and the energy necessary for fuel ignition (Thomas 1971; Frandsen 1971; Rothermel 1972).

ANALYSIS OF THE THERMAL ENERGY BALANCE DURING FIRE SPREAD

ANALIZA RAVNOTEŽE TOPLINSKE ENERGIJE TIJEKOM ŠIRENJA POŽARA

Formulation of fire-spread rate – Definiranje stope širenja požara

Equation (1), like that used as a base for Rothermel's (1972) model development, gives steady-state R as the ratio between Q'' originated by the flame (heat source) and the energy absorbed by the fuel until ignition is achieved (heat sink):

$$R = \frac{Q''}{\rho_b Q_i} \quad (1)$$

where Q_i is the heat per unit mass necessary for igniting the fuel. Basically, this relation describes what happens but not how it happens. Concluding that a ρ_b increase will decrease R based only on this thermal energy balance implies ignoring that an increase on the amount of fuel acting as an heat sink also means an increase on the amount of flaming fuel releasing heat and therefore on Q'' , as will be shown below.

Equation (2) gives ρ_b , which quantifies the amount of fuel per unit volume of the bed:

$$\rho_b = \frac{w}{\delta} \quad (2)$$

and Q_i can be calculated using:

$$Q_i = c_f(T_i - T_f) + \frac{M}{100} [c_w(T_v - T_f) + Q_w] \quad (3)$$

where c_f is the fuel-specific heat, T_i the ignition temperature, T_f the fuel initial temperature, M moisture content expressed as a percentage of the oven-dry fuel mass, c_w water-specific heat, T_v water boiling temperature, and Q_w water latent heat of evaporation. Q'' determination in Rothermel (1972) includes a term obtained by integration over flame depth (D). Nevertheless, the resulting propagating flux refers to the horizontal net heat power transferred per unit vertical cross section of the fuel bed (Frandsen 1971). Thus, Q'' can be computed as:

$$Q'' = \frac{\dot{Q}_{fl} \eta}{\delta} \quad (4)$$

where Q_{fl} is the power released per unit fireline length, i.e., Byram's intensity (Byram 1959), used in a plethora of studies (e.g., Kucuk et al. 2015), and η the fraction of heat transferred from the flame to the unburned fuel. On the other hand, Q_{fl} can be obtained from:

$$\dot{Q}_{fl} = \frac{Q_b w f_{fl} D}{t_r} \quad (5)$$

where Q_b , f_{fl} , and t_r are, respectively, fuel low heat content, the fraction of fuel that burns in flaming combustion, and flame residence time. Substituting equation (2) in (1) and successively substituting equation (5) in (4) and in (1) we obtain:

$$R = \frac{D}{t_r} \frac{Q_b f_{fl} \eta}{Q_i} \quad (6)$$

We can confirm that this R formulation does not depend on ρ_b because both the numerator and denominator of equation (1) are a function of the amount of fuel per unit volume of the bed, i.e., w/δ , which allowed removing it from the equation. This means that the effect of ρ_b , established in a great number of empirical studies, cannot be directly inferred from the thermal energy balance expressed in equation (1), which is equivalent to equation (6).

Fraction of heat transferred from the flame to the unburned fuel – Udio topline koja se prenosi od plamena do nesagorijelog goriva

A further analysis of equation (6) allows concluding that, because the 1st term on the right side of the equation (D/t_r) yields R by itself (Anderson 1964), the 2nd term must equal unity. Having this in mind, we can obtain:

$$\eta = \frac{Q_i}{Q_b f_{fl}} \quad (7)$$

i.e., η can be deduced from the ratio between the energy that a unit mass of fuel needs for being ignited and the energy it

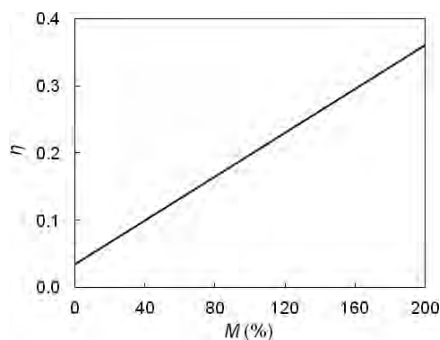


Figure 1. Fraction of heat transferred from the flame to the unburned fuel (M) as a function of fuel moisture content (M) for a fixed fuel temperature (T_f) of 20 °C.

Slika 1. Udio topline prenesen od plamena do nesagorijelog goriva (η) kao funkcija sadržaja vlage goriva (M) za fiksnu temperaturu goriva (T_f) od 20 °C.

releases during flaming combustion. The determination of η depends on two variables, T_f and M , and on several parameters that can be assumed constant. This leads to a somewhat counterintuitive conclusion: the fraction of heat transferred from the flame to the fuel bed does not depend on R or on any aspect of flame geometry. During its heat sink phase, *i.e.*, before igniting and becoming a heat source, fuel can only absorb a fraction of the energy released by combustion corresponding to ignition requirements, which implies that the remaining heat is dissipated elsewhere, regardless of flame configuration or how fast fire spreads. This is similar to what happens when we have a pan with boiling water above a flame: if flame power is increased, a unit mass of water does absorb energy beyond evaporation requirements, there is just a bigger amount of water being vaporized.

To compute η we used experimental data for foliage fuels from Susott (1982) to obtain averaged Q_f and f_{fl} values of, respectively, 22111 kJ kg⁻¹ and 0.719. Values of the physical constants in equation (3) were taken as $c_f = 1.82$ kJ kg⁻¹ °C⁻¹ (Balbi et al. 2014), $T_i = 320$ °C, $T_v = 100$ °C, $Q_w = 2260$ kJ kg⁻¹ and $c_w = 4.19$ kJ kg⁻¹ °C⁻¹ (Catchpole and Catchpole 1991). We chose an arbitrary value of $T_f = 20$ °C for obtain η as a function of M (Figure 1).

DISCUSSION AND CONCLUSION RASPRAVA I ZAKLJUČAK

Based on equation (1) we derived equation (6) and inferred that the thermal energy balance presented in (1) is independent from ρ_b , and thus from w and δ . This does not imply that they do not influence R nor that empirical studies should not use them. But because equation (1) does not give any information on the processes that lead to the establishment of such balance, namely on the mechanisms of heat transfer, effects of those fuel properties on R cannot be directly inferred from Rothermel's model thermal energy balance. Nevertheless, the model from Rossa (2017) for the ratio between R in the absence of wind or slope and δ , developed based on

an extensive laboratory experimental program where fuel bed parameters were varied over a wide range (δ 0.02–0.55 m, w 0.5–3.5 kg m⁻², ρ_b 1.9–30 kg m⁻³, M 6–179 %), shows that, at least for no-wind and no-slope conditions and constant δ , w and thus ρ_b do not significantly influence R .

Although we assumed a fixed T_f for obtaining η as a function of M , in real fire-spread situations the relationship between these variables is still approximately linear because T_f has little influence on Q_b , when compared to M , and varies within a relatively narrow range. This means that η is nearly constant for constant M values. Thus, high R values, for example in wind-driven fires, are attained because more heat is generated and transferred from the flame to the unburned fuel, despite the ratio between the heat released by the flame and that absorbed by the fuel remains the same.

Empirical models can provide accurate descriptions of fire behaviour by properly combining variables that account for the key influences on fire spread, *i.e.*, weather, topography and fuel complex metrics, even without grasping the fundamental propagation mechanisms. However, because the amount of variables is vast, narrowing them down to a selected few to consider during model development is needed. For such reason researchers usually rely on pre-established knowledge on the physical mechanisms underlying fire spread for making that selection. Thus, the results from the present study are useful to inform future empirical experiments and approaches, in particular the development of R prediction models. One major practical application of accurate R estimates is the obtaining of improved fire size and shape estimates (Anderson 1983), which are key in assisting both prevention and suppression operations.

LIST OF SYMBOLS POPIS SIMBOLA

- c_f fuel-specific heat – *specifična toplota izgaranja*, kJ kg⁻¹ °C⁻¹
- c_w water-specific heat – *specifična toplota vode*, kJ kg⁻¹ °C⁻¹
- D flame depth – *dubina plamena*, m
- δ fuel bed height – *visina ložišta*, m
- η fraction of heat transferred from the flame to the unburned fuel – *udio topline prenesene od plamena do nesagorijelog goriva*
- f_{fl} fraction of fuel consumed in flaming combustion – *udio goriva potrošenog u sagorijevanju*
- M fuel moisture content – *sadržaj vlage goriva*, %
- Q'' average horizontal net heat flux through the fuel bed – *prosječna količina horizontalnog strujanja topline kroz ložište*, kW m⁻²
- Q_f low heat content per unit mass of fuel – *donja ogrijevna vrijednost po količinskoj jedinici goriva*, kJ kg⁻¹
- $\dot{Q}_{fl}$ power released per unit fireline length – *snaga oslobođena po jedinici duljine vatrene linije*, kW m⁻¹

- Q_i heat per unit mass of fuel necessary for ignition – *toplina po količinskoj jedinici goriva potrebnog za izgaranje*, kJ kg^{-1}
 Q_w water latent heat of evaporation – *latentna toplina isparavanja vode*, kJ kg^{-1}
 R fire-spread rate – *stopa širenja požara*, m s^{-1}
 ρ_b fuel bed density – *gustoća ložišta*, kg m^{-3}
 t_r flame residence time – *vrijeme zadržavanja plamena*, s
 T_f fuel initial temperature – *početna temperatura goriva*, $^{\circ}\text{C}$
 T_i fuel igniting temperature – *temperatura zapaljenja goriva*, $^{\circ}\text{C}$
 T_v water boiling temperature – *temperatura vrelišta vode*, $^{\circ}\text{C}$
 w fuel load – *količina goriva*, kg m^{-2}

ACKNOWLEDGEMENTS

ZAHVALE

The first author was supported by the Fundação para a Ciência e a Tecnologia (post-doctoral grant SFRH/BPD/84770/2012, financing programs POPH and FSE). We thank Isabela Abazaj for the assistance with the English to Croatian translation.

REFERENCES

LITERATURA

- Anderson, H.E., 1964: Mechanisms of fire spread – Research progress report no. 1. USDA Forest Service Intermountain Forest and Range Experiment Station. Ogden, Utah. Research Paper INT-8.
- Anderson, H.E., 1983: Predicting wind-driven wildland fire size and shape. USDA Forest Service Intermountain Forest and Range Experiment Station. Ogden, Utah. Research Paper INT-305.
- Anderson, W.R., M.G. Cruz, P.M. Fernandes, L. McCaw, J.A. Vega, R. Bradstock, L. Fogarty, J. Gould, G. McCarthy, J.B. Marsden-Smedley, S. Matthews, G. Mattingley, G. Pearce, B. Van Wilgen, 2015: A generic, empirical-based model for predicting rate of fire spread in shrublands. *Int J Wildland Fire* 24: 443–460.
- Balbi, J.H., D.X. Viegas, J.L. Rossi, C.G. Rossa, F.J. Chatelon, D. Cancellieri, A. Simeoni, T. Marcelli, 2014: Surface fires: no wind, no slope, marginal burning. *J Environ Sci Eng A*: 73–86.
- Byram, G.M., 1959: Combustion of forest fuels. In: *Forest Fire: Control and Use*; Davis KP (ed). pp 90–123. McGraw-Hill, New York.
- Catchpole, E.A., W.R. Catchpole, 1991: Modelling moisture damping for fire spread in a mixture of live and dead fuels. *Int J Wildland Fire* 1: 101–106.
- Catchpole, W.R., E.A. Catchpole, B.W. Butler, R.C. Rothermel, G.A. Morris, D.J. Latham, 1998: Rate of spread of freeburning fires in woody fuels in a wind tunnel. *Combust Sci Tech* 131: 1–37.
- Cheney, N.P., J.S. Gould, W.R. Catchpole, 1993: The influence of fuel, weather and fire shape variables on fire-spread in grasslands. *Int J Wildland Fire* 3: 31–44.
- Dupuy, J.L., 1995: Slope and fuel load effects on fire behaviour. *Int J Wildland Fire* 5: 153–164.
- Finney, M.A., J.D. Cohen, J.M. Forthofer, S.S. McAllister, M.J. Gollner, D.J. Gorham, K. Saito, N.K. Akafuah, B.A. Adam, J.D. English, R.E. Dickinson, 2015: Role of buoyant flame dynamics in wildfire spread. *Proc Natl Acad Sci USA* 112: 9833–9838.
- Frandsen, W.H., 1971: Fire spread through porous fuels from the conservation of energy. *Combust Flame* 16: 9–16.
- Kucuk, O., E. Bilgili, P.M. Fernandes, 2015: Fuel modelling and potential fire behavior in Turkey. *Šum. list* 139: 553–560.
- McAlpine, R.S., 1995: Testing the effect of fuel consumption on fire spread rate. *Int J Wildland Fire* 5: 143–152.
- McArthur, A.G., 1962: Control burning in eucalypt forests. Australian Forestry and Timber Bureau. Canberra, ACT. Leaflet No 80.
- Rossa, C.G., D.A. Davim, D.X. Viegas, 2015: Behaviour of slope and wind backing fires. *Int J Wildland Fire* 24: 1085–1097.
- Rossa, C.G., 2017: The effect of fuel moisture content on the spread rate of forest fires in the absence of wind or slope. *Int J Wildland Fire* 26: 24–31.
- Rossa, C.G., P.M. Fernandes, 2017: Fuel-related fire behaviour relationships for mixed live and dead fuels burned in the laboratory. *Can J Forest Res* 47: 883–889.
- Rothermel, R.C., 1972: A mathematical model for predicting fire spread in wildland fuels. USDA Forest Service Intermountain Forest and Range Experiment Station. Ogden, Utah. Research Paper INT-115.
- Susott, R.A., 1982: Characterization of the thermal properties of forest fuels by combustible gas analysis. *For Sci* 28: 404–420.
- Thomas, P.H., 1971: Rates of spread of some wind-driven fires. *Forest* 44: 155–175.

Sažetak

Analizirana je uloga pojedinih svojstava ložišta u stopi širenja šumskog požara, na temelju ravnoteže toplinske energije, iz koje je razvijen poznati Rothermelov model širenja požara (1972), pokazujući da niti visina ložišta, jednako kao ni količina i gustoća ne utječu izravno na ravnotežu toplinske energije. Utjecaj tih parametara, često izvedenih iz empirijskih opisa stope širenja, nužno proizlazi iz neizravnih utjecaja na mehanizme prijenosa topline. Udio topline prenesen iz plamena na nesagorijelo gorivo, pretežno ovisi o sadržaju vlage u gorivu te je neovisan od stope širenja te oblika plamena. S obzirom na to da empirijski modeli uglavnom impliciraju mehanizme širenja požara u opisivanju njegovog ponašanja, rezultati ove studije mogu biti od pomoći u osmišljavanju i ocrtavanju budućih eksperimenata i pristupa.

KLJUČNE RIJEČI: ponašanje požara, šumski požari, sagorijevanje, prijenos topline.

VODOMAR (*Alcedo atthis* L.)

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

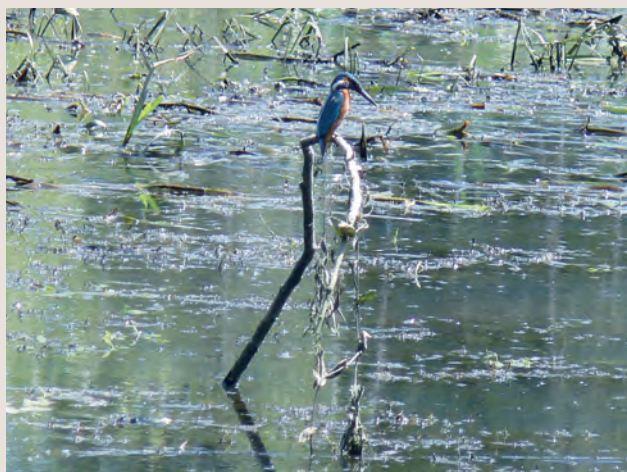
Unutar nominalne vrste opisano je sedam podvrsta, od kojih *A. a. ispida* gnijezdi u većem dijelu Europe, a *A. a. atthis* na njezinom južnom dijelu. Naraste u dužinu oko 18 cm, s rasponom krila do 26 cm i ima do 46 grama težine, pa ga po veličini možemo usporediti s vrapcom od kojega je neznatno veći. Spolovi su slični. U odnosu na tijelo imaju krupnu glavu s dugim, snažnim, ravnim i šiljastim kljunom. Vrat, noge i rep su kratki. Boja perja je izrazito sjajna, odozgo blistavo plavo zelenkasta, a odozdo kestenjasto crvena, osim grla koje je bijele boje. Na glavi ima crveno smeđi pokrov na ušima, bijelu prugu bočno na vratu i plavozelenu ili plavu prugu na bradi. Na čelu ispred svakog oka ima svjetlu kestenjasto smeđu pjegu. Noge i stopala su crvena. Mužjaci se od ženki razlikuju po boji kljuna koja je kod njih crna, dok je kod ženki donji kljun narančasto crvenkasti od baze pa do najmanje trećine duljine kljuna. Perje mladih ptica je tamnije i odozgo zelenije, noge su tamno smeđe, a kljun je svjetliji. Držanje tijela mu je uspravno. Dobro roni i leti. Let mu je brz i ravan, najčešće nisko iznad vode. Boravi uz vodena područja bistrih stajačica i tekućica obraslih trskom ili drvenastom vegetacijom na području gotovo cijele Europe, osim krajnjeg sjevera. Sjeverne i istočne europske populacije su selice, srednjoeuropske populacije su djelomične selice, dok populacije iz juga i zapada Europe su stanišnice. Disperzija mladih ptica traje od srpnja do listopada, a selidba do prosinca (posebice kad vrijeme zahlađi i voda se zamrzne), te od ožujka do svibnja. Gnijezda gradi pojedinačno u strmoj obali ili odronima zemlje koji mogu biti udaljeni i više stotina metara od vode. U gornjem dijelu kopa tunel dužine od 60 do 100 cm koji završava komorom promjera oko 17 cm. Gnijezdi do dva puta od travnja do kolovoza. Nese 5 – 8 bijelih jaja veličine oko 23 mm. Na jajima sjedi mužjak i ženka oko tri tjedna. Mladunci su čučavci i o njima se brinu oba roditelja još iduća četiri tjedna. Hranu love strmoglavo uranjajući za manjim ribicama, račićima, punoglavcima, vodenim kukcima, njihovim ličinkama, te malim beskralješnjacima. Može progutati ribice do 12 cm dužine i 2 cm širine. Lovi s odgovarajuće osmatračnice, strpljivo promatrajući bistru vodenu površinu očekujući plijen, a može zaroniti i iz lebdećeg položaja na mjestu. U Hrvatskoj je redovita gnjezdarica, pre-

letnica i zimovalica. Gnijezdi uz slatke vode i na morskoj obali. U priobalju ga rjeđe susrećemo, gdje je brojniji za seobe i tijekom zimovanja kada boravi i na područjima gdje ne gnijezdi. Ptice prstenovane u Hrvatskoj tijekom disperzije ili selidbe nađene su tijekom jeseni i zime u Italiji. Putovi selidbe u Hrvatskoj idu u smjeru sjeverozapada ili istoka – jugoistoka prateći obalu Jadranskog mora.

Vodomar je strogo zaštićena vrsta u Republici Hrvatskoj.



Odrasla jedinka, mužjak



Priprema za lov s osmatračnice

ZAŠTIĆENA PODRUČJA

Povijest američkog parkovnog sustava kao temelj modernog upravljanja zaštićenim područjima širom svijeta

Prof. dr. sc. Ivan Martinić

U ovom nastavku pričom slijedimo razvoj ključnih sastavnica prvog parkovnog sustava u svijetu. Svjedočimo snažnom uplivu samoga vrha američkih vlasti na najvažnija pitanja proglašavanja i funkcioniranja nacionalnih parkova, ali i rasta i organizacije parkovnog sustava. Kao važan povijesni uspjeh ističe se odupiranje središnje parkovne administracije korištenju prirodnih dobara u nacionalnim parkovima u ratnom i poratnom razdoblju. Posebno se osvrće na desetogodišnji program poznat pod imenom Mission 66 koje su vlasti SAD-a pokrenule kako bi se izmijenilo loše infrastrukturno stanje parkova. Glavno obilježje Misije 66 bili su centri za posjetitelje s brojnim interpretativnim programima i drugim uslugama za posjetitelje. Na pristupima u povijesti razvoja američkog sustava počivaju brojna kasnije proglašena zaštićena područja, ali i koncepti mnogih modernih parkovnih sustava širom svijeta.

Povijesni parkovi ulaze u sastav Nacionalne parkovne službe – godine 1933. tadašnji ravnatelj nacionalne parkovne službe (NPS) H. M. Albright pratio je predsjednika Franklina D. Roosevelta na putu u NP Shenandoah. Kada su na povratku prolazili kroz područje u kojemu su se odvijale bitke Građanskoga rata (1861-1865), Albright je spretno skrenuo razgovor na povijest te mu je izložio svoju zamisao da NPS preuzme upravljanje svim povijesnim parkovima koji su tada bili u nadležnosti Ministarstva obrane. Roosevelt se složio te je uputio Albrighta da inicira donošenje propisa za preuzimanje. Propisom koji je na snagu stupio u kolovozu 1933. godine NPS nije preuzeo samo parkove i spomenike Ministarstva obrane, već i nacionalne spomenike koji su do tada bili u nadležnosti Uprave za šume, kao i nadležnost za gotovo sve buduće nacionalne spomenike. Služba je također dobila u sastav parkove glavnoga grada, uključujući Washingtonov spomenik, Lincolnov memorijal i Bijelu kuću, kojima se do tada upravljalo iz zasebnoga ureda u Washingtonu. Prijašnji se broj parkova ovim propisom uvećao za 12 zaštićenih objekata pri-

rode u 8 zapadnih saveznih država i okrugu Columbia, te 44 povijesna parka raspoređena u okrugu Columbia i 18 saveznih država od kojih su 13 ležale istočno od Missisippija.

New Deal kao prekretnica u razvoju parkovnog sustava – Reorganizacija 1933., kako se ovi događaji nazivaju, bila je jedna od najvažnijih prekretnica u razvoju NPS-a. Sada je postojao uistinu jedinstveni federalni sustav zaštićenih područja i objekata koji je obuhvaćao kako prirodne, tako i povijesne znamenitosti. Iako će veliki prirodni parkovi na Zapadu i dalje dominirati sustavom, NPS i njegove zadaće nakon ove reorganizacije postaju mnogo raznolikije.

Osim velikoga priliva novih parkova u sustav, NPS je dobio još jedan zadatak 1933. godine kada je Roosevelt pokrenuo svoj New Deal. NPS je trebao pomoći smanjenju teškoća uzrokovanih tadašnjom velikom ekonomskom depresijom. Pod nadzorom NPS-a, novoosnovane Civilne zaštitarske trupe (Civilian Conservation Corps - CCC) upošljavaju tisuće mladih nezaposlenih ljudi u brojnim projektima očuvanja, rehabilitacije i izgradnje kako u federalnim parkovima, tako i u parkovima saveznih država. Na vrhuncu programa, 1935. godine, NPS je nadgledao 600 kampova u kojima se nalazilo 120.000 novaka i 6.000 profesionalnih nadzornika. Osim mnogih poslova na unaprjeđivanju infrastrukture parkova, program je imao trajan utjecaj na organizaciju i kadrovsku strukturu NPS-a. Mnogi su stručnjaci zaposleni pod pokroviteljstvom programa ostali na platnome popisu NPS-a, a regionalni uredi osnovani da bi se koordinirao rad CCC-a u državnim parkovima razvili su se u trajni regionalni sustav parkovne administracije.

Tijekom 1930.-ih godina NPS je također postao nadzornikom područjima čija je prvotna namjena bila rekreacija širokih slojeva pučanstva. 1936. godine NPS je preuzeo upravljanje razvojem rekreacije i rekreacijskim djelatnostima na području golemoga rezervoara stvorenoga podizanjem brane Hoover Dam. Nacionalno rekreacijsko područje (National Recreation Area) kako je kasnije nazvano,



Trening centar NPS-a u nacionalnom parku Grand Canyon (SAD).

Horace P. Albright Training Center izgrađen je 1963., a detaljno je obnovljen 2006. godine. Od 2014. uvršten je na Nacionalni popis povijesnih mjesta u SAD-u. Uz opsežnu izgradnju infrastrukture, važna sastavnica programa obnove u nacionalnim parkovima poznatog kao Mission 66 bila je uspostava institucija za osposobljavanje parkovnog osoblja.

Foto-izvor: www.nps.gov/grca/learn/news/albright-training-center.htm

bilo je prvo od nekoliko sličnih područja u parkovnome sustavu. 1937. godine Kongres je proglasio Nacionalnu morsku obalu (National Seashore) Cape Hatteras, prvu od nekoliko zaštićenih morskih obala i obala jezera.

Izazovi ratnog i poratnog razdoblja – Ulaskom SAD-a u II. Svjetski rat 1941. godine tadašnji ravnatelj Newton B. Drury bio je prisiljen upravljati NPS-om tijekom drastičnoga smanjenja aktivnosti u NPS-u te braniti parkove od pritiska za uporabom prirodnih dobara s područja parkovnoga sustava u ime nacionalne obrane. Sredstva izdvajana za NPS smanjila su se sa 21 mil. USD 1940. godine na samo 5 mil. USD 1943. godine, a broj stalno uposlenih smanjio se s 3.500 na manje od 2.000. Broj je posjetitelja u parkovima pao s 21 mil. 1941. godine na 6 mil. 1942. godine.

Rat je imao i drugih učinaka na parkovni sustav. Hoteli u mnogim parkovima pretvoreni su u rehabilitacijske centre za ranjene vojnike, a vojne su vježbe obavljane na područjima nekih parkova. Industrija drva tražila je stabla sitkanske smreke iz Olimpijskoga nacionalnoga parka (Olympic National Park) za proizvodnju aviona. Rančeri i rudarske kompanije tražili su otvaranje parkova za ispašu i iskapanje ruda. Drury se uspješno odupro većini tih zahtjeva, što mu je donekle olakšalo i pronalaženje sirovina na drugim mjestima.

Poslijeratno je razdoblje donijelo nove pritiske na parkovni sustav kada se energija državne administracije preusmjerila na domaće potrebe. Planovi za pregrađivanje branama divljih kanjona u Dinosaur National Monument u Coloradu i Utahu rasplamsali su zaštitarsku bitku. Iako je odluka ministra unutarnjih poslova Oscara L. Chapmana da podupre taj projekat doprinijela Druryjevoj ostavci, zaštitari prirode su ovaj put ipak pobijedili. Kongres je na kraju odbio odobriti projekt brane u nacionalnome prirodnome spomeniku Dinosaur.

Tijekom rata zaustavljeno širenje parkovnoga sustava, nastavilo se u poslijeratnim godinama. 1951. godine na čelo NPS-a dolazi Conrad L. Wirth. U to je vrijeme došlo do nagloga poboljšanja standarda u SAD, plaće su porasle, kao i slobodno vrijeme, povećao se i broj automobila što je sve utjecalo na poslijeratni nagli porast turističkih putovanja. Broj posjetitelja nacionalnih parkova popeo se od 6 mil. 1942. godine na 33 mil. 1950., te na čak 72 mil. posjetitelja 1970. godine. Od Rooseveltova New Deal-a bilo je napravljeno vrlo malo na poboljšanju infrastrukture parkova, a državne su donacije smanjene zbog troškova Korejskoga rata pa stari i raspadajući putovi, zgrade za posjetitelje i uposlenike, sanitarni čvorovi i ostala infrastruktura nisu mogli uspješno pratiti značajno povećanje broja posjetitelja.

Misija 66, novo doba i današnje značenje – sagledavši infrastrukturno stanje parkovnoga sustava, Wirth pokreće tzv. Misiju 66 (Mission 66), desetogodišnji program za nadogradnju objekata, obnovu kadrovske strukture i upravljanje prirodnim dobrima u parkovima. Kongres odobrava milijardu dolara kroz 10 godina za provođenje programa Misije 66 čije su glavno obilježje bili centri za posjetitelje kao objekti višestruke namjene s interpretativnim izložbama, audiovizualnim programima i drugim uslugama za posjetitelje. Do 1960. godine bilo je otvoreno ili u izgradnji 56 centara za posjetitelje. Jedno od trajnoga naslijeđa Misije 66 su i trening centri za uposlenike Službe u Harpers Ferryu i Grand Canyonu.

Tijekom šesdesetih godina u parkovima je veći naglasak u upravljanju prirodnim resursima stavljen na ekološke odnose i to prema preporuci tima znanstvenika pod vodstvom A. Starker Leopolda. "Kao primarni cilj preporučamo da se biotske zajednice unutar svakoga parka održavaju, ili gdje je to potrebno i obnavljaju, što je više moguće u stanju kakvo je vladalo prije dolaska bijeloga čovjeka u ta



„Živa povijest“ (Living history) već je više od pola stoljeća važan element interpretacije i posebna turistička atrakcija u povijesnim nacionalnim parkovima SAD-a. Rekonstrukcija povijesti u NP Gettysburg (National Monumental Park) uključuje demonstraciju topovske paljbe u prikazu bitke kod Gettysburga (1–3. srpnja 1863.), najvećeg i odlučujućeg okršaja u am. građanskom ratu (1861. – 1865.). Foto-izvor: <https://www.nps.gov/gett/planyourvisit/living-history.htm>

područja”, napisao je Leopold 1963. godine. Jednako tako rastuću ekološku svijesnost stanovništva odražavali su i promovirali okolišna interpretacija kao nova važna funkcija u parkovima i posebni okolišni obrazovni programi za školske razrede.

Na polju interpretacije uvedena je još jedna novost, pa su tako programi “žive povijesti” (Living history) postali vrlo popularne turističke atrakcije u mnogim povijesnim parkovima, od demonstracije vojnih okršaja do povijesnoga prikaza obrađivanja farmi. Odgovarajući na destruktivne učinke urbanizacije, izgradnje autoputova i drugih federalnih projekata tijekom poslijeratnoga razdoblja, Zakon o očuvanju nacionalne povijesti iz 1966. godine ovlastio je NPS za upravljanje opsežnim Nacionalnim popisom zaštićenih povijesnih mjesta (National Register of Historic Places). Popisani posjedi, u privatnome i državnome vlasništvu, od lokalnoga i nacionalnoga značaja, dobili su posebnu pozornost u federalnome planiranju projekata, financiranju i tehnološkoj pomoći da bi se pospjelo njihovo očuvanje.

Zakonom o Nacionalnome sustavu šetačkih staza (National Trails System Act) iz 1968. godine, NPS je postala odgovorna za zaštićenu krajobraznu šetačku stazu (National Scenic Trail) Appalachian dugu oko 3200 km, koja se proteže od savezne države Maine do Georgije. U to su vrijeme (od 1952. od 1972.) zaštićena rekreacijska područja bila najbrže rastuća kategorija zaštite u parkovnome sustavu. Naime, od 98 novih dodataka parkovnome sustavu u tome razdoblju, 28 su bila rekreacijska područja, dok su najbroj-

nije prinove bili povijesni parkovi (58), a tek je 12 parkova osnovano kao tradicionalni nacionalni parkovi. Skroman udio novoosnovanih parkova s naglaskom na zaštitu prirodnih značajki odražava sve veći nedostatak zemljišta i područja koja bi po svojim značajkama zadovoljavala stroge kriterije NPS-a za proglašavanje novih nacionalnih parkova. Kod osnivanja novih parkova financijska je pomoć dolazila od Fonda za zaštitu zemljišta i voda osnovanoga 1965. godine. U taj su se fond slijevali prihodi od ulaznica u parkove, viškovi sredstava pri prodaji nekretnina, porez na motorno gorivo za čamce, itd.

Neki važni događaji u zadnjoj četvrtini 20. stoljeća – na Dan nezavisnosti, 4. srpnja 1976. godine, predsjednik Gerald R. Ford, koji je nekoć i sam bio sezonski rendžer u Yellowstoneu, održao je govor ispred Dvorane nezavisnosti, pri čemu je potpisao Zakon o proglašenju doline Valley Forge nacionalnim povijesnim parkom (National historical park). Četiri je godine kasnije (1980.) Zakon o očuvanju zemljišta od nacionalnoga značenja na Aljasci, više nego udvostručio veličinu (površinu) nacionalnog parkovnog sustava, tako što je dodao preko 19 mil. km² divljine. Najveće od novih zaštićenih područja na Aljasci, nacionalni park Wrangell-St. Elias, obuhvaća više 3,4 mil. km², dok njemu pridruženi park prirode Wrangell-St. Elias obuhvaća skoro 2 mil km². Ova dva zaštićena područja sadržavaju najveći niz ledenjaka (glečera) i planinskih vrhova iznad 4900 m nadmorske visine. Kategorijom zaštite national preserve* označeno je 10 novih područja na Aljasci, jer ta ka-

* po prostornom obuhvatu i razini zaštite najbližije kategoriji parka prirode u hrvatskom sustavu zaštićenih područja

Kućice za smještaj (Lodge cabin) u duhu lokalnog tradicijskog graditeljstva u nacionalnom parku Zion (Utah, SAD). NP Zion ide u red najposjećenijih nac. parkova u SAD (4,3 mil. posjetitelja u 2016. godini). O smještaju postetitelja, ali i o svim drugim komercijalnim uslugama, osim naplate ulaznica, najma prostora za kampiranje i internog prijevoza brine koncesionar. Kućice sa fotografije građene su u duhu tradicionalne graditeljske baštine područja.

Fotografija: I. Martinić, snimljeno tijekom studijskog putovanja 2001. godine.



tegorija dopušta određene aktivnosti u odnosu na prirodna dobra, kao što su sportski lov i postavljanje zamki, što je zabranjeno u nacionalnim parkovima.

Russell E. Dickenson, bivši rendžer i upravitelj, preuzeo je zapovjedništvo NPS-a 1980. godine. Budući da proračun i uposlenici NPS-a nisu mogli ići u korak sa sve većim obujmom poslova, Dickenson je nastojao usporiti širenje parkovnog sustava. Reaganova administracija i Kongres koji su preuzeli vlast 1981. godine, bili su istoga mišljenja. Umjesto osnivanja novih parkova, oni su radije podržali Dickensonov Program obnove i unaprjeđenja parkova kojim je raspoređeno više od milijarde USD kroz 5 godina u resurse i objekte postojećih parkova.

Dickensona je na čelu NPS-a 1985. godine naslijedio krajobrazni arhitekt William Penn Mott mlađi. Kako je bio osobno vrlo zainteresiran za interpretaciju u nacionalnim parkovima, nastojao je NPS-u osigurati veću ulogu u obrazovanju javnosti o američkoj povijesti i ekološkim vrijednostima. James M. Ridenour koji je vodio Službu tijekom Bushove administracije (od 1989. do 1993.) snažno se borio protiv srozavanja kriterija pri uključivanju novih područja u parkovni sustav. Također je radio na postizanju većih financijskih učinaka kroz parkovne koncesije. Roger G. Kennedy, koji je bio izbor Clintonove administracije za upravitelja NPS-a, bio je posebno zainteresiran za osnaživanje obrazovne uloge NPS-a, nastojao je pronaći načine širenja

prisutnosti NPS-a i izvan granica parkova, posebice putem interneta. Razdoblje njegovoga vođenja NPS-a podudarilo se s naporima vlasti da se reorganizira i smanji federalna birokracija, tako da je parkovna služba reorganizirana u terenske urede i krenula smjerom smanjivanja osoblja u uredima u Washingtonu i regionalnim uredima za 40 %.

Od 1999. godine nacionalni parkovni sustav SAD-a obuhvaća 379 područja u gotovo svim saveznm državama i teritorijima. Osim upravljanja parkovima, čija raznolikost varira od nacionalnoga parka Hawaii Volcanoes do nacionalnoga spomenika Kip slobode i rezidencije američkoga predsjednika, NPS podržava očuvanje prirodnih i povijesnih lokacija te promiče rekreaciju u prirodi izvan sustava parkova, kroz niz programa novčane i tehnološke pomoći. Glavni je naglasak stavljen na suradnju i partnerstvo u zaštiti parkova i drugih značajnih objekata s ostalim vladinim tijelima, zakladama, korporacijama i drugim privatnim osobama, a posebna se pozornost posvećuje unaprjeđenju raznih programa NPS-a.

U istraživanjima javnoga mišljenja, Nacionalna se parkovna služba (NPS) uvijek nalazi među najomiljenijim vladinim agencijama. Visoko mišljenje o nacionalnim parkovima i njihovim skrbnicima dobra je osnova za podršku filantropa, korporativnu i volontersku pomoć, koja postoji od početka pokreta nacionalnih parkova, a važna je i za budućnost Službe.



Prof. dr. sc. NIKOLA PERNAR

TLO NASTANAK, ZNAČAJKE, GOSPODARENJE

Prof. dr. sc. Ivica Tikvić

U nakladi Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i izdanju Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu (*Manualia Universitatis studiorum Zagrabienensis*) u Zagrebu je 2017. godine tiskana znanstvena knjiga pod naslovom **Tlo nastanak, značajke, gospodarenje** autora prof. dr. sc. Nikole Pernara, profesora pedologije na Zavodu za ekologiju i uzgajanje šuma na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

U knjizi su opisana temeljna znanja o klimi, o procesima njihova nastanka, njihovoj građi, obilježjima pojedinih sastavnica tala, zakonitostima rasprostranjenja tala, ulogama tala kao prirodnog dobra u ekosustavima, posebno u kontekstu održivog gospodarenja kopnenim ekosustavima. Knjiga je podijeljena u 12 glavnih poglavlja i velik broj podpoglavlja, a osim toga sadrži i predgovor, sadržaj i kazala pojmova. U prvim osam poglavlja knjige opisani su izvori i procesi nastanka i razvoja tala, zatim njihova biološka, kemijska, fizička, fizičko-kemijska i morfološka obilježja, dok su u zadnja četiri poglavlja opisana podjela tala, geografija tala i različiti utjecaji na tla.

U predgovoru knjige autor navodi da je knjiga namijenjena studentima šumarstva i drugim studenima i stručnjacima u području šumarstva, poljoprivrede, vodoprivrede, građevinarstva, urbanog šumarstva, zaštite prirode, zaštite okoliša, prostornog planiranja i drugim zainteresiranim osobama kojima su potrebna stručna znanja o klimi. Isto tako navodi da je prvu znanstvenu knjigu o tlu pod naslovom *Die Bodenkunde – oder die Lehre vom Boden* napisao njemački agrokemičar Carl Sprengel 1837. godine, dok je najvažniju znanstvenu knjigu o tlu pod naslovom „*Ruski černoze*“ napisao ruski agronom, geolog i utemeljitelj pedologije Vasilij Vasiljević Dokučajev 1883. godine. Isto tako autor navodi da je prvu znanstvenu knjigu o klimi na hrvatskom jeziku pod naslovom *Zemljoznanstvo obzirom na šumarstvo i gospodarstvo* napisao Mišo Kišpatić 1877. godine.

U prvom poglavlju (*Uvod – definicija, uloge i značaj tla*) autor je definirao tlo kao rastresiti biotizirani površinski sloj kopnenog dijela Zemlje, koji se sastoji od tri vrste tvari (krutih, tekućih i plinovitih) i koji se odlikuje posebnim morfološkim, kemijskim, fizičkim i biološkim obilježjima. U tom

je poglavlju autor opisao uloge (funkcije ili usluge) tala te značaj tala u šumarstvu i zaštiti okoliša. Prema autoru „*primarna uloga tala je proizvodnja organskih tvari, dok su također značajne ekološke, stanišna, siroviniska i druge uloge*“.

U drugom poglavlju (*Izvori, sastav i dinamika mineralne sastavnice tla*) autor je na 70 stranica opisao minerale i stijene iz kojih nastaju tla, procese njihove transformacije i tvari koje nastaju tim procesima u tlu.

U trećem poglavlju (*Organizmi i organska tvar tla*) koje ima 132 stranice teksta, autor je u podpoglavlju biologija tla opisao faunu i mikroorganizme u tlu, značaj viših biljaka za nastanak tla, životne uvjete u tlu te odnose između organizama u tlu. U podpoglavlju organska tvar tla, autor je definirao organsku tvar tla, obilježja šumskih organskih ostataka na tlu i njihovu razgradnju, humus, inertnu organsku tvar tla i biogeokemijske cikluse glavnih elemenata u šumskim ekosustavima. U podpoglavlju humus opisao je način nastanka humusa, kemijska, fizičko-kemijska i strukturna obilježja humusa, uloge, forme i količine humusa u klimi. U podpoglavlju šumska biogeokemija opisao je kruženje ugljika, kisika, vodika, dušika, fosfora, kalija, kalcija, magnezija, sumpora i biogenih mikroelemenata.

Četvrto poglavlje knjige (*Fizičke značajke tla*) obuhvaća podpoglavlja o krutim tvarima u tlu, o vodi, zraku i toplini u tlu, a opsega je 165 stranica. Podpoglavlje krute tvari ili kruta faza tla obuhvaća opis gustoće, oblika, granulometrijskog sastava, strukture, poroznosti i konzistencije tala. U potpoglavlju o vodi u tlu autor je opisao zadržavanje vode u tlu, oblike vode u tlu, kretanje vode u tlu te ulogu tla u hidrološkom ciklusu odnosno u kruženju vode na Zemlji. U podpoglavlju o zraku u tlu opisan je izvor zraka, obilježja zraka u tlu, kapacitet tla za zrak, prozračivanje tla, oksidacijsko-redukcijski procesi u tlu, disanje tla i ekološki značaj zraka u tlu. U podpoglavlju o toplini u tlu opisane su toplinske konstante tla i temperaturni režim tla.

U petom poglavlju (*Sorpcijske značajke tla*) opisane su mehanička, fizička, kemijska, fizičko-kemijska i biološka sorpcija odnosno sposobnost zadržavanja i premještanja hranjiva i vode za organizme.



U šestom poglavlju (*Kemizam kapljevite faze tla i kemijski elementi u tlu*) opsega 71 stranica opisana su obilježja otopine tla, važniji elementi u otopini tla, reakcija otopine tla i redoks potencijal u tlu. U podpoglavljju reakcija otopine tla opisana je kiselost, bazičnost i pufernost otopine tla.

Sedmo poglavlje (*Geneza i evolucija tla*) opsega 51 stranica, sadrži prikaz glavnih pedogenetskih čimbenika i procesa u tlu te evoluciju tala. Opisani su najvažniji pedogenetski čimbenici u tlu: matični supstrat, klima, organizmi, reljef i vrijeme. U podpoglavljju pedogenetski procesi u tlu uz opće i specifične procese opisana je i erozija tla.

Osmo poglavlje knjige (*Morfologija tla*) se sastoji od dva podpoglavljja: ektomorfologije i endomorfologije. U podpo-

glavlju ektomorfologija opisan je reljef, način korištenja zemljišta, vegetacijski pokrov i odumrli organski ostaci na tlu, dok su u podpoglavljju endomorfologija opisani horizonti tla, boja, tekstura, struktura, praznine u tlu i korijenje.

U devetom poglavlju (*Klasifikacija i značajke tala*) opisana je klasifikacija tala u Hrvatskoj, u Sjedinjenim američkim državama i svjetska referentna baza tala na 73 stranice, a u desetom poglavlju (*Geografija tla*) opisani su areali tala, kartiranje tala, pedogeografska obilježja u Hrvatskoj i zoniranje tala u svijetu.

U jedanaestom poglavlju (*Tlo u gospodarenju terestričnim ekosustavima*) koje je opsega 67 stranica, u pet podpoglavljja opisano je tlo u prostornom planiranju, gospodarenje šumskim tlama, tla u poljoprivrednoj proizvodnji, tla u uređenju krajobraza i proizvodnost tala. Podpoglavljje proizvodnost tala obuhvaća melioracije tla, obradu tla, navodnjavanje i gnojidbu tala.

Zadnje dvanaesto poglavlje (*Degradacija tla i mjere njegove zaštite*) koje je opsega 63 stranice, sadrži podpoglavljja kao što su antropogena erozija tla, eolska erozija tla, distrofikacija, dehumizacija, alkalizacija, acidifikacija i onečišćenje tla, zbijanje tla, utjecaj šumskih požara na tlo i propisi o zaštiti tala. Distrofikacija i dehumizacija se odnose na smanjenje hranjiva i humusa u tlu.

Knjiga pod naslovom *Tlo nastanak, značajke, gospodarenje* autora prof. dr. sc. Nikole Pernara je vrhunsko znanstveno djelo, u kojemu je autor na sustavan način obradio vrlo raznoliko područje znanosti o tlu, odnosno pedologije, na temelju relevantnih i recentnih izvora znanstvene literature. Knjiga je opsega 818 stranica te sadrži 174 slike u boji i 87 tablica koje su vrlo prikladno uklopljene u tekst. Na kraju svakog poglavlja nalazi se popis literature, a u cijeloj knjizi autor je koristio 721 izvor literature. Neka od poglavljja u knjizi su opsega dovoljnog za posebnu knjigu, što je pokazatelj vrlo detaljne obrade navedenih tema. Isto tako autor je u knjizi naveo 1207 fusnota koje su izvrstan prilog i pojašnjenje teksta.

Knjiga svojim sadržajem pruža velike mogućnost stjecanja novih znanja o tlu i predstavlja jednu od najvrjednijih knjiga u hrvatskom šumarstvu u novije vrijeme.

PREGLED PISANJA ODABRANIH ČASOPISA U REDAKCIJSKOJ RAZMJENI ŠUMARSKOG LISTA



Branko Meštrić, dipl. ing. šum.

Šumarski list kao znanstveno i strukovno glasilo u hrvatskom znanstvenom okružju svoje mjesto potvrđuje suradnjom s nekolicinom srodnih časopisa, ali i određenim brojem izdanja koje možda nisu izravno vezani uz šume i šumarstvo. Ovim skromnim pregledom, ograničenim skromnim raspoloživim prostorom, želja nam je uspostaviti redovite preglede sadržaja barem nekolicine ključnih publikacija koje bi mogle biti od interesa za čitatelje Šumarskog lista.

Ukoliko bi neka tema nekoga posebno zainteresirala, pune tekstove iz gotovo svih ovih časopisa može pronaći na njihovim web stranicama, a relativno ažurne linkove na njih na stranicama www.sumari.hr/biblio na linku ČASOPISI U RAZMJENI.

Napomena: Kako časopisi izlaze na različitim jezicima, često s djelomičnim ili problematičnim prijevodima sažetaka ili sadržaja, moramo se ograditi od točnosti prijevoda naslova, pa ih dajemo samo orijentacijski, da bi naši čitatelji bar otprilike mogli pratiti o čemu časopis piše. Zainteresiranima svakako preporučujemo korištenje originalnih materijala na webu časopisa.

Pregled najnovijih izdanja znanstvenih šumarskih časopisa

GOZDARSKI VESTNIK

U posljednja dva broja protekle godine Gozdarski se vestnik bavi vječnim problemom šumara, odnosno lovaca. Kako usmjeravati razvoj šuma u opreci sa stanjem i brojnošću biljojedne divljači, a da bi se zadovoljile sve zainteresirane strane: šumovlasnici, lovci, šumari ali i brojne druge interesne skupine koje se bave šumom. Šuma je kompleksan i dugoživi ekosustav i trajno je podvrgnuta različitim, često nasuprotnim interesima.

Namjena je ovih priloga upravo uspostava dijaloga među zagovornicima nasuprotnih stajališta, navodi u uvodniku dr. Mitja Skudnik, urednik Gozdarskog vestnika.



Vol. 75 • br. 9

UVODNIK

Usmjeravanje razvojem šuma i biljojedi (Mitja SKUDNIK)

STRUČNA RASPRAVA

Pravna osnova za gospodarenje s divljači u Republici Sloveniji (Matevž ADAMIČ, Sašo NOVINEC)

PREGLEDNA ZNANSTVENA RASPRAVA

Uloga ekosustava, važnost i utjecaj divljih preživača (Boštjan POKORNY, Samar AL SAYEGH PETKOVŠEK, Katarina FLAJŠMAN)

Veliki biljojedni papkari, obnova, struktura i funkcija šuma u Sloveniji (Dušan ROZENBERGAR, Tom NAGEL, Gal FIDEJ, Jurij DIACI)

STRUČNA RASPRAVA

Nezadovoljavajuće pomlađivanje zbog previše biljojedne divljači je najveća prijetnja očuvanju slovenskih šuma (Živan VESELIČ)

Vol. 75 • br. 10**UVODNIK**

Može li trenutni optimizam u drvnoj industriji prijeći i u šumarstvo? (Mitja SKUDNIK)

ZNANSTVENA RASPRAVA

Učinci čimbenika okoliša na prostornu distribuciju europske srne (*Capreolus capreolus* L.) u lovnom području Gorénjsko (Miran HAFNER, Blaž ČERNE)

STRUČNA RASPRAVA

Iskustvo u usklađivanju šuma - divljač u Notranjskoj (Franc PERKO)

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

Od prošlog prikaza izašla su dva sveska ovog časopisa sa svega tri članka, sva tri vrlo zanimljiva. Prenosimo citat iz rada g. Orazia Cincia, predsjednika talijanske Šumarske akademije:

... Ova nova vizija prepoznaje šumu kao kulturnu i ekološku imovinu. Opisani su tehničke, znanstvene, epistemološke, estetske i etičke posljedice ove promjene paradigme. Praktična primjena sustavnog gospodarenja zahtijeva novi sustav upravljanja temeljen na prevladavanju linearnog koncepta uzgajanja i teorije normalne šume. Sustavno upravljanje temelji se na kreativnosti šumara i na slobodi interpretacije originalnosti i sklada svake pojedinačne šume. Zaključak je da se budućnost mora temeljiti na novoj kulturi šume, što ne

znači zamjenu kulture kontroliranja prirode s kulturom pokoravanja prirodi, već s kulturom poštovanja prirode.

Vol 72, No 3 (2017)

Prošlost, sadašnjost i budućnost gospodarenja šumama (Orazio Cincio)

Integrirani pristup karakterizaciji pojasa drevne šume; studija slučaja Monte Egitto (Federico Guglielmo Maetzel, Giovanni Spampinato, Guglielmo Lodi, Salvatore Vinciguerra)

Vol 72, No 4 (2017)

Toponimija šume Vallombrosa. Povijest područja za razumijevanje dinamike ekosustava i potrebe prostornog planiranja (Giovanni Galipò, Duccio Baldassini, Virginia Costagli)

**LEŚNE PRACE BADAWCZE / Forest
Research Papers**

Ovo poljsko izdanje pokriva raznorodna područja šumskih istraživanja, pa i u posljednjem broju 2017. godine bavi se mehanizacijom rada i tržištem drva, ali i brojnim biološkim temama od kojih je zanimljivo istraživanje o vitalnosti stabala i biomasi običnog bora koje potvrđuje njegovu veliku upotrebljivost pri sanaciji odlagališta otpada i drugih oštećenih dijelova prirode. Također bi za naše uvijete moglo biti egzaktno istraživanje o usporedbi troškova kod prirodne odnosno umjetne obnove hrasta lužnjaka, koje potvrđuje i više od pet puta veće troškove pri umjetnoj obnovi.

Pregled posljednjeg izdanja: **Leśne Prace Badawcze, 2017, Vol. 78, 4**

IZVORNI ZNANSTVENI RADOVI

Struktura radnog vremena i produktivnost strojeva pri uklanjanju panjeva drobljenjem (Gałęzia T.)

Utjecaj prirodnih katastrofa na tržištu drva (Sikora A.T.)

Kontinuitet florističkog sastava dviju biljnih zajednica - *Carici elongatae-Alnetum* i *Fraxino-Alnetum* (Czapiewska N., Paż S., Dyderski M.K., Jagodziński A.M.)

Sisavci u prehrani šumske sove *Strix aluco* u zapadnom dijelu šumskog područja Skierniewice (Središnja Poljska) (Gryz J., Krauze-Gryz D.)

Usporedba prirodne regeneracije smreke *Picea abies* (L.) Karst. u Kaszubskom pojezerju i na drugim područjima sjeverne Poljske (Szydlarski M., Modrzyński J., Stopiński M., Majewski M., Maras K.)

Analiza troškova umjetne i prirodne obnove hrasta u odabranim šumskim područjima (Kaliszewski A.)



Procjena vitalnosti stabala, biomase i morfologije korjenovog sustava običnog bora (*Pinus sylvestris* L.) koji raste na odlagalištu otpada iz flotacije olova i cinka (Pietrzykowski M., Woś B., Pająk M., Likus-Ciešlik J.)

PRETHODNA PRIOPĆENJA

Opažanje kasne pojave šišmiša *Barbastella barbastellus* (Chiroptera: Vespertilionidae) pomoću kutije s prorezom za šišmiše (Rachwald A., Gottfried I., Tołkacz K.)

Pojavnost lisnih minera hrasta lužnjaka *Quercus robur* L. u Bydgoszczu i okolici (D. Wrzesińska)

RASPRAVE

Spor oko šume Białowiecza u svjetlu spora oko zaštite prirode u svijetu (Witkowski Z.)

NOVA MEHANIZACIJA ŠUMARSTVA

Težište prošlogodišnjeg izdanja ovog časopisa je na članicima iz područja šumarskog transporta, od rekonstrukcije šumskih cesta, do optimizacije smještaja pomoćnih stovarišta i mreže šumskih cesta. Međutim, valja upozoriti na članke koji se bave npr. lidarskom izmjerom visine stabala, mikroklimom u šumama hrasta crnike ili prigodno, začetak oplemenjivanja božićnih drvaca u Hrvatskoj.

Pregled posljednjeg izdanja: **Godište 38, 2017**

IZVORNI ZNANSTVENI RADOVI

Usporedba podataka prikupljenih različitim metodama terenske izmjere pri rekonstrukciji šumske ceste (Ivica Papa, Tibor Pentek, David Janeš, Tomislav Šerić, Dinko Vusić, Andreja Đuka)

Otvorenost gospodarske jedinice Belevine, NPŠO Zalesina, i prijedlog daljnjega otvaranja (Andreja Đuka, Tibor Pentek, Tomislav Poršinsky, David Janeš, Mislav Starčević, Ivica Papa)

Određivanje srednje udaljenosti privlačenja drva pomoću GLS-a (Vladimir Petković, Dane Marčeta, Darko Ljubojević, Jovan Kuburić)

Usporedba lidarskih i terenskih podataka pri izmjeri visine stabala u urbanim područjima (Ante Seletković, Martina Kičić, Alen Berta, Renata Pernar, Mario Ančić, Jelena Kolić, Ivan Balenović)

Utjecaj strukture sastojina na mikroklimu šumskih ekosustava hrasta crnike (*Quercus ilex* L.) i alepskoga bora (*Pinus halepensis* Mili.) (Damir Ugarković, Ivica Tikvić, Martina Šporčić, Željko Španjol, Roman Rosavec)

STRUČNI RADOVI

Određivanje najpovoljnijih mjesta pomoćnih stovarišta i najpovoljnijega pružanja šumske ceste ponderiranim grafičkim algoritmom optimizacije (Aidin Parsakhoo, Majid Lotfalian)

Inovacijske nagrade u šumarstvu (Mario Šporčić, Matija Landekić, Mijo Ćosić, Matija Bakarić)

Začetak oplemenjivanja božićnih drvaca u Hrvatskoj (Saša Bogdan, Ivica Čehulić, Mladen Ivanković)

RADOVI ŠUMARSKOG FAKULTETA UNIVERZITETA U SARAJEVU / WORKS OF THE FACULTY OF FORESTRY UNIVERSITY OF SARAJEVO

Krajem prošle godine dobili smo i drugi svezak 46. godišta (2016.) ovog časopisa, čime smo kompletirali i ovo godište.

Volume 46, Issue 2:

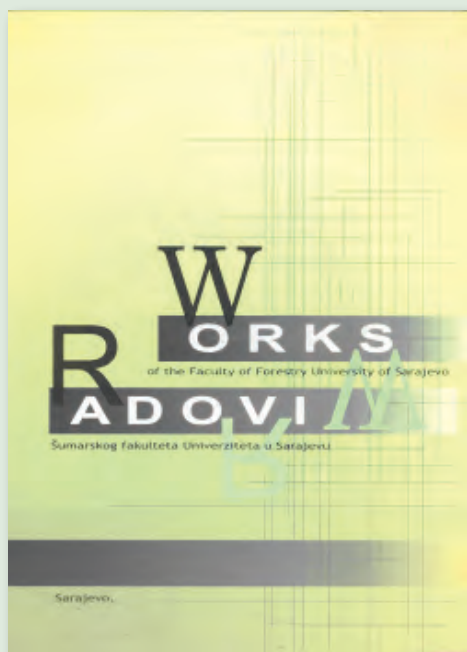
Fenološka varijabilnost nekih populacija obične jele (*Abies alba*, MILL.) u Bosni i Hercegovini (Memišević Hodžić M., Džakmić J., Ballian D.)

Evaluacija MLR i GWR regresionih modela zavisnosti tekućeg zapreminskog prirasta drvne produkcije od zalihe drvne mase, topografskih i spektralnih Landsat 8 podataka u mješovitim šumama sjeveroistočne Bosne (Čabaravdić A., Ibrahimspahić A., Osmanović M., Starčević M.)

Doprinos molekularno genetičkoj karakterizaciji *Helleborus multifidus* Vis. u Bosni i Hercegovini (Lasić L., Dorić S., Hanjalić J., Čakar J., Kalamujić Stroil B., Radosavljević G., Pojskić N.)

Korištenje lovniha stabala za praćenje i suzbijanje potkornjaka *Pityogenes chalcographus* (L.) na planini Zvijezdi (Demić N., Dautbašić M., Zahirović K., Mujezinović O.)





Komparativna analiza epilitskih dijatomejskih zajednica u izvorima i potocima planine Konjuh (Bosna i Hercegovina) (Kamberović J., Kišić J., Hafner D., Plenković-Moraj A.)

Mikrobiološke karakteristike vode jezera Bistarac i jezera Vidara (Hodžić S., Širanović S., Avdić A., Husejnagić D., Djedović A., Vuković N.)

REVUE FORESTIERE FRANÇAISE

Prispjela su dva izdanja Francuskog šumskog pregleda i to brojevi 1 i 2 za 2017. Od većeg broja zanimljivih članaka izdvajamo zanimljiv prikaz povjesti IUFRO organizacije, u ko-



joj su značajno participirali i hrvatski šumari, zatim dva operativna članka koja se bave evaluacijom šumarskih postupaka, i to kulturom tkiva kao načinom očuvanja biološke raznolikosti smreke u Quebecu, odnosno radom na prilagodbi šumarskih praksa radi ublažavanja klimatskih promjena.

U svjetlu naše šumarske prakse možda je zanimljiv članak koji propituje zašto se u francuskoj šumarskoj praksi ne prihvaća previše teritorijani ustroj.

Francuska šumska politika javna je povijesna baština koja se temelji na sektorskoj i centraliziranoj osnovi. U kontekstu teritorijalne reforme, cilj ovog članka je analizirati kako je pitanje "teritorijalizacije" problematizirano i politizirano u šumskom sektoru. Pokazujemo da postoje brojne promjene u korist veće supsidijarnosti i subnacionalne diferencijacije šumske politike, ali da njihovi promotori u velikoj mjeri dominiraju akteri koji aktivno podržavaju konvergentni nacionalni model.

RFF - Numéro 1 - 2017

POLITIKE I INSTITUCIJE

Pravi način: 125. obljetnica Međunarodne unije šumarskih instituta (IUFRO) (Janina Radny, Konstantin von Teuffel)

BIOLOGIJA I EKOLOGIJA

Prilagodba šumarske prakse radi ublažavanja učinaka klimatskih promjena. Rezultati za francuske plantaže hrasta kitnjaka temeljeni na uzgojnom pokusu u dvije mreže (François Lebourgeois, Raphaël Trouvé, Jean-Daniel Bon-temps, Catherine Collet, Sébastien Daviller, Fabien Spicher, François Ningre, Daniel Rittié, Claudine Richter, Ingrid Seynave)

ALATI I METODE

Koja je pouzdanost vizualne procjene debljinskih klasa u opisu sastojine? (Sylvain Gaudin, Sophie Bertin, Noa Nicolas, Loïc Ottinger)

POVIJEST I TERITORIJE

Stabla ginkga u Bordeauxu (Jean-François Larché)

RFF - Numéro 2 - 2017

POLITIKA I INSTITUCIJE

Zašto francuska šumska politika ne želi ništa učiniti s teritorijalnim pristupom? (Arnaud Sergent)

BIOLOGIJA I EKOLOGIJA

Trideset godina kasnije ... Je li sekvoja još uvijek dobar pokazatelj stanja očuvanja planinskih šuma? (Damien Marage, Guy Lemperera, Christophe Voreux)

ALATI I METODE

Optimiziranje operativne integracije somatskih klonova reznica bijele smreke (*Picea glauca*) u Quebecu (Mohammed

S. Lamhamedi, Josianne Deblois, Mario Renaud, Jean Beaulieu)

OKOLIŠ, KULTURA I DRUŠTVO

Diversifikacija upravljanja privatnim obiteljskim šumama u Francuskoj (Bernard Elyakime, Alain Cabanettes).

SOUTH-EAST EUROPEAN FORESTRY (SEEFOR)

Osim većeg broja radova koji se dotiču računskih i GIS metodologija u šumarstvu, novi SEEFOR donosi nekoliko zanimljivih osvrti i prikaza šuma komparativnih prikaza šumarskih praksi u Hrvatskoj i njenom okruženju: Slovenija, Austrija, Mađarska, Češka, Bosna i Hercegovina, Kosovo, Albanija, a za naglasiti je komparativna studija dominantnih poplavnih šuma u Češkoj i Hrvatskoj.

Pregled posljednjeg izdanja: **SEEFOR Vol 8 No 2 (2017)**

IZVORNI ZNANSTVENI RADOVI

Biogeokemijsko modeliranje naspram izmjere godova – usporedba procijenjenih dinamika rasta u dvije šume hrasta lužnjaka u Hrvatskoj (Ostrogović Sever MZ, Paladinić E, Barcza Z, Hidy D, Kern A, Anić M, Marjanović H)

Prostorna i vremenska varijacija hrasta munike (*Pinus heldreichii* Christ.) uzduž gradijenta geografske širine u Kosovu i Albaniji (Bojaxhi F, Toromani E)

Smanjivanje rizika nepogoda primjenom GIS-a na primjeru sliva rijeke Čadavice (Ristić R, Polovina S, Malušević I, Radić B, Milčanović V, Ristić M)

Prostorna analiza dostupnosti površine prilikom gašenja požara na primjeru otoka Visa (Lepoglavec K, Žaček J, Nevečerel H, Seletković A, Pandur Z, Bačić M)

Evaluacija fotogrametrijskog digitalnog modela površine dobivenog bespilotnom letjelicom niske kvalitete temeljem usporedbe s LiDAR digitalnim modelom površine (Gašparović M, Seletković A, Berta A, Balenović I)

Struktura, prirast i urod žira hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u poplavnim šumama Republike Češke i Hrvatske (Dobrovolný L, Martiník A, Drvodelić D, Oršanić M)

PRETHODNA PRIOPĆENJA

Programi stručnog osposobljavanja o održivom gospodarenju šumama u Austriji, Hrvatskoj i Sloveniji (Krajter Ostoić, Huber P., Curman M., Wolfslehner B., Jandl R., Bogataj N., Rogelja T., Breznikar A., Krajnc N., Horvatinčić K., Tišma S., Horvatić M., Vuletić D.)

Prvi nalaz organizma za biološku kontrolu *Torymus sinensis* (Hymenoptera; Torymidae) u Bosni i Hercegovini (Matosević D., Mujezinović O., Dautbašić M.)

STRUČNI RAD

Pregled plantažnog uzgajanja kultivara običnog bagrema (*Robinia pseudoacacia* L.) u Mađarskoj (Rédei K., Keserű Zs., Csiha I., Rásó J.)

SYLWAN

U razdoblju od prvog prikaza prispio nam je iz Poljske oveći paket prošlogodišnjih izdanja, pa ćemo ovom prilikom predstaviti sadržaj tri posljednja broja ovog časopisa.

Od velikog broja članaka raznorodne tematike teško je nešto izdvojiti, ali možda bi bilo korisno pogledati šumarsko-političke teme koje se bave odnosom nacionalne šumarske politike i inicijative Šume Europe, potom pravnim aspektima urbanih šuma u Poljskoj ili zgodnom temom kolika je stvarna rekreacijska vrijednost šume, a koliko prihoda, odnosno troškova te šume zaista ostavljaju u bilanci šumarija.

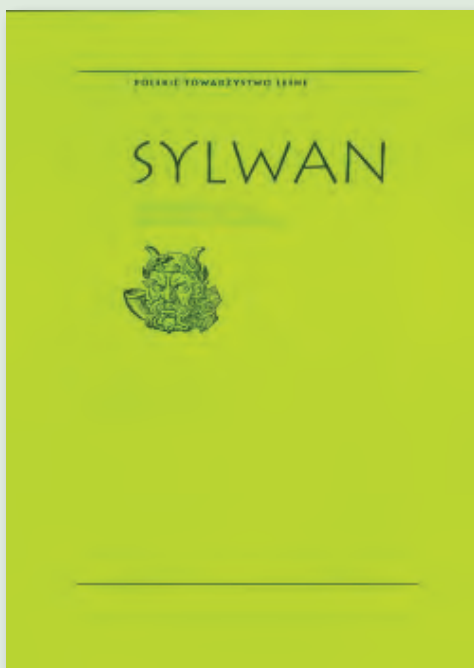
Možda je zgodno pogledati i kako škanjci, jastrebovi i gavrani biraju stabla za gnježđenje ili kakav je utjecaj šumskouzgojnih zahvata na šišmiše.

Pregled sadržaja broja: 8 (2017)

Pojava, biologija i ekonomska važnost oštrozubog potkornjaka *Ips acuminatus* (Gyllenhal, 1827) (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae) u Poljskoj (Radosław Plewa, Tomasz Mokrzycki)

Eutypella parasitica – novi patogen koji uzrokuje rak na deblima *Acer* spp. u Poljskoj (Tadeusz Kowalski, Bartłomiej Bednarz)





Zdravlje topola u plantažama u zonama sanitarne zaštite talionica bakra Legnica i Głogów (Hanna Kwaśna)

Ciljevi i prioriteti "Nacionalne šumske politike" u svjetlu inicijative Šume Europe (prije MCPFE) (Adam Kaliszewski, Wojciech Gil)

Pravni aspekti urbanog šumarstva u Poljskoj (Roman Jaszczak, Bohdan Ważyński, Sandra Wajchman-Świtalska)

Odabir stabala za gniježđenje škanjca, jastreba i gavrana u šumi Augustów (Grzegorz Zawadzki, Dorota Zawadzka)

Utjecaj šumskog požara na vrijeme kašnjenja izravnog otjecanja kiše u malom slivu u Kalabriji (Vanessa Cogliandro, Adam Krajewski, Agnieszka Rutkowska, Paolo Porto, Kazimierz Banasik)

Utjecaj vlažnosti i vrsta drva na cijepanje (Jacek Brzózko, Przemysław Samoraj, Urszula Błuszkowska, Monika Aniszewska)

Drveni akordofoni u poljskim arheološkim zbirkama (Dorota Popławska, Hubert Lachowicz)

Pregled sadržaja broja: 9 (2017)

Procjena odabranih obilježja borovih sastojina na temelju točkastih oblaka izvedenih iz automatskog podudaranja aviosnimaka (Paweł Hawryło)

Točnost određivanja volumena na razini slojeva starosnih klasa u slojevitom uzorkovanju (Jan Banaś, Marek Drozd, Leszek Bujoczek, Stanisław Zięba, Robert Zygmunt)

Rast sastojina bora u stadiju koljika s obzirom na metodu kultivacije na pošumljenom poljoprivrednom zemljištu

(Władysław Barzdajn, Wojciech Kowalkowski, Jędrzej Szyguła)

Dugoročni učinci različitih intenziteta proreda u mladim borovim sastojinama (Tadeusz Zachara)

Utjecaj šumskih uzgojnih zahvata na šišmiše (Piotr Burgiełł)

Rekreacijske šume u godišnjoj bilanci šumskih okruga u usporedbi s procijenjenom rekreativnom vrijednosti šuma (Tomasz Dudek)

Karakteristična tehnička svojstva drva sibirskog bora (*Pinus sibirica* Du Tour.) (Agnieszka Jankowska, Bogusław Andres, Bartłomiej Mastyna)

Utjecaj podzemnih voda u gospodarenju šumama u perspektivi klimatskih promjena (Andrzej Boczoń, Anna Kowalska, Radosław Gawryś)

Analiza fosfora u šumskom glejskom podzolu u neplavljivoj terase rijeke Słupia (Jerzy Jonczak, Krzysztof Sztabkowski)

Brojnost i struktura vrsta kukaca balegara u regeneracijskom ciklusu borovih sastojina u šumi Człuchów (Pomeransko jezersko područje) (Adam Byk, Artur Rutkiewicz)

Pregled sadržaja broja: 10 (2017)

Usporedba velikih defekata drva u normizaciji zemalja Europske unije (Bigniew Malinowski, Marek Wieruszewski)

Poboljšanje učinkovitosti šumske inventarizacije stratificiranim uzorkovanjem (Jan Banaś, Marek Drozd, Stanisław Zięba, Leszek Bujoczek)

Zalihe malolisne lipe (*Tilia cordata* Mill.) u državnim šumama (Wojciech Gil, Grzegorz Zająckowski)

Pojednostavljeni model distribucije promjera za jednodobne šume bora (*Pinus sylvestris* L.) (Radosław Jagiełło, Cezary Beker)

Jednadžbe za određivanje starosti bagrema (*Robinia pseudoacacia* L.) na temelju opsega stabla (Andrzej Węgiel, Tomasz Maliński, Jan Bocianowski, Grzegorz Rączka, Damian Sugiero)

Optimizacija prijevoza drva nabavljenog u jedinicama Državnih šuma (Bronisław Kłapeć, Wiktor Tracz, Krzysztof Janeczko)

Tehnička kvaliteta drva 35-godišnje smreke (*Picea abies* L. H. Karst) koja se uzgaja na eksperimentalnoj parceli na pokusnoj šumi Rogów (Anna Bieniasz, Hubert Lachowicz, Włodzimierz Buraczyk, Tadeusz Moskalik)

Procjena zdravstvenog statusa iglica bora (*Pinus x rhaetica*) u Nacionalnom parku Góry Stołowe (Katarzyna Patejuk, Wojciech Pusz)

Patogeni oomycetes iz roda *Phytophthora* - nova prijetnja šumama u Europi (Marta Ajchler, Małgorzata Łobocka, Tomasz Oszako).

Prof. dr. sc. SEAD VOJNIKOVIĆ

ZAŠTIĆENA ŠUMSKA PODRUČJA U BOSNI I HERCEGOVINI

Prof. dr. sc. Vladimir Beus, prof. emeritus

U izdanju Šumarskog fakulteta Univerziteta u Sarajevu, krajem mjeseca studenog 2017. godine, tiskana je knjiga *Zaštićena šumska područja u Bosni i Hercegovini*, autora prof. dr. sc. Seada Vojnikovića. Na 220 stranica ove knjige, monografskog karaktera, autor je sistematski obradio, u okviru sedam cjelina, relevantne podatke, pojmove, definicije i klasifikacijske kategorije zaštićenih područja. Najveći dio u ovoj knjizi odnosi se na pregled i opis zaštićene šumske vegetacije u Bosni i Hercegovini odnosno opisu određenih kategorija zaštite..

U uvodu autor ističe činjenicu da je u Bosni i Hercegovini sačuvan velik broj prirodnih vrijednosti, posebno u planinskim područjima Dinarida. Heterogenost i bogatstvo biljnih šumskih zajednica i njihovo florističko bogatstvo su kvalitete koji nameću potrebu njihovog očuvanja i zaštite. Uz ove činjenice, Bosna i Hercegovina ima relativno mali postotak zaštićenih prirodnih područja. Tablično je prikazao stanje različitih kategorija zaštite prirode i njihove površine, te karta postojećih i planiranih zaštićenih područja u Bosni i Hercegovini. Autor podvlači da šumarska znanost i struka imaju posebnu odgovornost kod izdvajanja, zaštite i povećanja površina zaštite svih izuzetno vrijednih šumskih i drugih prirodnih cjelina.

U dijelu knjige „Povijest zaštite prirode u svijetu i Bosni i Hercegovini“, autor detaljno iznosi brojne podatke o formiranju zaštićenih područja, institucijama za zaštitu prirode, usvajanju međunarodnih konvencija i dokumenata vezanih za zaštitu prirode. Posebno detaljno iznosi podatke o stanju u Bosni i Hercegovini kroz povijesna razdoblja, od Austrougarske vladavine kada počinje zaštita prirodnih vrijednosti i pokreću se ideje za izdvajanje pojedinih šumskih kompleksa kao prirodnih rezervata. Detaljno su opisane aktivnosti na zaštiti prirode preko razdoblja Prvog svjetskog rata i nakon njega, te poslije Drugog svjetskog rata, u razdoblju u kojemu je izdvojeno nekoliko prašuma, među kojima je prašuma Perućica od posebnog značenja. I prvi zakon o kategorizaciji zaštićenih područja u Bosni i Hercegovini, Zakon o zaštiti prirode donesen je 1961. godine.

U dijelu teksta „Pojam i definicije zaštićenih (šumskih) područja i ciljevi zaštite prirode“, autor daje detaljno obrazlo-

ženje pojmova „zaštite prirode“ i „zaštite okoliša“ te „zaštićena područja“ odnosno „zaštićena prirodna dobra“. Poseban dio odnosi se na definicije i kategorizacije zaštićenih područja u različitim normativnim aktima i od strane različitih autora. Kao osnovni cilj zaštite prirode uopće, a posebno šuma, autor ističe očuvanje i/ili obnovu biološke raznolikosti i prirodne ravnoteže uz usklađene odnose s raznim gledištima ljudskog djelovanja i zahtjevima ljudskog društva.

U dijelu o klasifikacijama zaštićenih (šumskih) područja autor je dao detaljan opis najvažnijih klasifikacijskih stavova koji se koriste u svijetu i u Bosni i Hercegovini.

Poseban dio u ovoj knjizi odnosi se na okvire za gospodarenje šumskim ekosustavima u zaštićenim šumskim područjima. Autor ističe da se planiranje i gospodarenje treba temeljiti na pouzdanim podacima fizičkih, ekoloških, vegetacijskih i florističkih karakteristika područja, kao i na njihovo društveno, kulturno i ekonomsko značenje. Datom shemom prikazan je model inventure podataka o staništima i vrstama od interesa za zaštitu. Posebna pozornost posvećena je zoniranju zaštićenih područja radi zadovoljenja različitih funkcija zaštićenih područja (zaštitnih i utilitarnih). Date su karakteristike, elementi i sadržaji finalnog izgleda gospodarskih planova zaštićenih područja.

Sektorski plan za gospodarenje šumskim resursima unutar zaštićenih područja je tema kojoj je autor posvetio posebnu pozornost. Sektorski plan gospodarenja šumskim ekosustavima mora prostorno i vremenski biti povezan s različitim planovima za gospodarenje šumama u zaštićenim šumskim područjima. Navode se gospodarski ciljevi za pojedine kategorije zaštite u okviru gospodarenja šumama, te tablično prikazane aktivnosti koje su (ne)dozvoljene u odgovarajućim režimima zaštite prema MCPFE klasifikaciji.

Pregledu zaštićene šumske vegetacije u Bosni i Hercegovini pripada najveći dio ove knjige. Autor je detaljno opisao pojedine kategorije zaštićenih područja: prašumske rezervate, rezervate Pančićeve omorike, nacionalne parkove, spomenike prirode, zaštićene pejzaže/krajolike, parkove prirode, te posebna područja zaštite: specijalne botaničke

rezervate. U ovom dijelu knjige autor je također obradio područja klekovine bora, kanjone i klisure kao mjesta zaštite šuma, sjemenske sastojine, zaštitne šume unutar vodozaštitnih zona.

U opisu pojedinih prašumskih rezervata prezentirani su podaci o aktu(ima) proglašenja prašumskih rezervata, površini, geografskom položaju, geološkim i pedološkim karakteristikama, florističkim i vegetacijskim karakteristikama - sintaksonomiji zastupljenih zajednica s kartama i/ili pregledom biljnih zajednica, te rijetkim i ugroženim biljnim vrstama.

Rezervati Pančićeve omorike također su prikazani detaljno: navedena su rješenja o zaštiti ovih šuma, istraživači koji su se bavili istraživanjem ove vrste, karte areala ove vrste. Posebno su obrađena područja disjunktnog areala ove vrste s karakteristikama njezinih sastojina i staništa u višegradskom, rogatičkom, srebreničkom, vlaseničkom, goraždanском i fočanskom području.

Za nacionalne parkove „Sujeska“, „Kozara“ i „Una“ date su karakteristike slično kao i za prethodne kategorije zaštićenih objekata. I za ostale kategorije zaštićenih područja: Spomenike prirode, Zaštićeni pejzaž/krajolik, Park prirode navedeni su podaci po istoj matrici. Posebna područja zaštite - Specijalni botanički rezervati također su obrađeni na sličan način, sa težištem na florističke karakteristike ovih rezervata.

Među zaštićenim šumskim područjima, autor je posebnu pozornost posvetio zaštiti klekovine bora. Navedeni su podaci o njenom rasprostranjenju na planinama Bosne i Hercegovine, stanišnim uvjetima, sintaksonomskim odlikama, zastupljenosti vrsta biljaka iz crvene liste, kao rijetke i/ili ugrožene biljke.

Kanjoni i klisure vodotoka i rasjedne zone, kao geomorfološki fenomeni, odlikuju se specifičnim florističkim i vegetacijskim obilježjima. Ova staništa predstavljaju rezervoare biodiverziteta i genofonda, često su refugijalnog karaktera, zbog čega su zaštićena, a i po prirodi stvari su izvan negativnih antropogenih utjecaja. Navedene su šumske zajednice koje su zastupljene u ovim specifičnim staništima.

Sjemenske sastojine, kao šume sa posebnom namjenom za proizvodnju sjemena, Zakonom o sjemenu i sadnom materijalu šumskih i hortikulturnih vrsta drveća i grmlja imaju karakter zaštićenih šumskih područja. Autor navodi da su sjemenske sastojine u Bosni i Hercegovini zastupljene s površinom od 2600 ha.

Unutar vodozaštitnih zona ograničenjima gospodarenja šumama indirektno se zaštićuju i šume. Navode se ograničenja gospodarenja šumama u vodozaštitnim zonama u Bosni i Hercegovini, aktivnosti vezane za šumarstvo i razina ograničenja njihove primjene po pojedinim zaštitnim zonama.

Autor je za pisanje ovoga djela, uz znanja i iskustva o problematici zaštićenih prirodnih područja, posebno šuma, koristio velik broj relevantnih literaturnih izvora, što je rezultiralo izvrsnom kvalitetom ove knjige. Iza navoda literature dana je lista akronima koji su korišteni u ovoj knjizi.

Knjiga Zaštićena šumska područja u Bosni i Hercegovini, autora prof. dr. sc. Seada Vojnikovića predstavlja izuzetno vrijedno djelo poznavanju vrsta, zastupljenosti, stanja i karakteristika različitih kategorija zaštićenih šumskih područja u Bosni i Hercegovini. Ova knjiga je prva ove vrste u Bosni i Hercegovini i predstavlja velik doprinos znanstvenoj literaturi iz oblasti zaštićenih šumskih područja odnosno zaštite prirode.

Izuzetno sadržajna, ova knjiga će imati širok krug korisnika, uz studente i stručnjake šumarstva, među njima su stručnjaci različitih institucija iz oblasti prirodnih znanosti, vladine i nevladine organizacije, čija su zanimanja u sferi zaštite prirode. Korištenjem podataka koje ova knjiga sadrži, otklonit će se netočni navodi i tvrdnje o zaštićenim šumskim područjima u Bosni i Hercegovini iz različitih institucija i od strane nekompetentnih pojedinaca, često nažalost, na odgovornim funkcijama.



Prof. dr. sc. DALIBOR BALLIAN

“ZEMLJA PLANINA BOSNA I HERCEGOVINA”

Prof. dr. sc. Davorin Kajba

U Sarajevu je nedavno promovirana monografija „Zemlja planina Bosna i Hercegovina“ u izdanju Franjevačkog medijskog centra *Svjetlo riječi*. Monografija sadrži 231 stranicu i bogato je ilustrirana s više stotina autorskih fotografija.

Planine u Bosni i Hercegovini zauzimaju 42 % njezinog teritorija, no kako navodi autor prijeti im ekološka kataklizma budući da su već dugi niz godina izložene sustavnom uništavanju. Do problema dolazi zbog neplanske urbanizacije, izgradnje turističkih naselja bez potrebne infrastrukture i izgradnjom malih hidrocentrala, te neprimjerene sječe i sabiranja ljekovitog bilja, kao i krivolov koji je već dobro narušio populacije faune. Planine Bosne i Hercegovine sa svojim šumama predstavljaju složeni ekosustav, očuvanu biološku raznolikost, izvore vode i rijeka, sa brojnim endemičnim i rijetkim vrstama te spadaju među najznamenitija prirodna područja Europe. Autor navodi i potencijalne mogućnosti iskorištavanja planinskog bogatstva u funkciji razvoja turizma i jačanja ekonomskoga potencijala zemlje, odnosno opstanka stanovništva na pojedinim planinskim lokalitetima. Boraveći dugi niz godina na ovim planinama i radeći istraživanja vezana za oplemenjivanje i očuvanje šumskog drveća, autor je upoznao i najskrovitija mjesta do kojih mnogi nisu uspjeli stići. Iz tog razloga apelira da se pod zaštitu stave brojni prirodni fenomeni i rariteti planinskih masiva, pećina, spilja, atraktivni vodotoci, kao i rijetke i ugrožene biološke vrste. Monografija sadrži stručni pregled za ukupno 45 planina s brojnim informacijama do kojih je autor došao istraživanjem. Većina podataka prikupljena je iz razgovora s lokalnim šumarima, lovcima i mještanima. Opis navedenih planina zasniva se na geografskom položaju, visini vrhova, geološkim i klimatskim karakteristikama, prisutnoj flori i fauni, kao i isticanju pojedinih endemskih i zaštićenih vrsta tog područja. Također mogu se pronaći osnovni podaci o morfologiji, poziciji i ekologiji svake pojedine planine, kao i praktične i osnovne znanstvene spoznaje o flori i fauni, a posebice o šumama. Autor je izložio i poneke zanimljivosti: legende, povijesne događaje, prirodne fenomene, tradicijske običaje, što je dodatno oplemenilo tekstove i monografiju u cjelini. U podnaslovima, uz ime pojedine planine, nalazi se i njezin karakterističan kratki opis koji je specifičan za taj vrh ili planinu. Uobičajeno je da se objavljuju monografije koje opisuju jednu planinu te je raritetno da se pojavi monogra-

fija koja uključuje veći broj planina neke regije ili države i iz tog razloga ova monografija predstavlja iznimno djelo. U monografiji je i jedan manji dio podataka koji se prvi put objavljuje, a do kojih je sam autor došao svojim radom i promatranjima na terenu. Autor je u opisu koristio kratke i jasne rečenice, izbjegavši stručnu terminologiju, koju je sveo na razumnu mjeru i tako se još više približio čitatelju, koristeći lokalne nazive za biljne vrste. Na kraju monografije navedena je opsežno korištena literatura i sažetak na engleskom jeziku.

U predgovoru monografije autor navodi kako se s pričama o planinama susreo vrlo rano uz svog djeda i oca. Oni su kao planinari i lovci, prepričavali priče o svojim planinarskim pothvatima iz sredine prošloga stoljeća, kada su se planinarenjem bavili samo stvarni zaljubljenici u planine. Još kao dječak autor je s ushićenjem slušao te priče i maštao kako će i on jednoga dana planinariti te vidjeti sve te ljepote. U to vrijeme nije znao da će cijeli radni vijek biti vezan za planine i šumu, nešto najljepše što nas okružuje. S početkom školovanja autor je iskazao veliko zanimanje za prirodu te je počeo učiti o šumama, što je kasnije preraslo i u njegovu profesiju. Nakon školovanja cjelokupan svoj radni angažman vezao je uz šumu i planine. Navodi da još uvijek nije posjetio sve planine i da se nada da će to učiniti u idućem razdoblju, kako bi možda nastavio i pisati o njima.

Mora se naglasiti da je ova monografija, jedinstveni primjer i hvalevrijedno djelo nastalo kao plod višegodišnjeg boravka i izučavanja autora na području planina i šuma, toga velikog prirodnog bogatstva Bosne i Hercegovine. Monografija je bogato ilustrirana brojnim slikovnim priložima, koji prikazuju velik dio onoga što je opisano tekstom. Smatram da će monografija biti značajan doprinos pozitivnom odnosu ljudi prema prirodi, planinama i šumi te da će poslužiti kao poticaj da se u Bosni i Hercegovini posveti veća pozornost ovakvim prirodnim posebnostima. Monografija je namijenjena istraživačima i ljubiteljima prirode, speleologima, planinarima, ribolovcima, alpinistima, skupljačima ljekovitog bilja i šumskih plodova, svim rekreativcima i turistima, kao i šumarskoj znanstvenoj javnosti. Predstavlja bitan doprinos pozitivnom odnosu ljudi prema prirodi i planinama. Pritom je svaka spoznaja o planini ustvari spoznaja o ljepoti i surovosti sadašnjeg i budućeg života u tom prirodnom bogatstvu.

ODRŽANA GODIŠNJA SKUPŠTINA AKADEMIJE ŠUMARSKIH ZNANOSTI

Akademik Igor Anić

Godišnja skupština Akademije šumarskih znanosti održana je u utorak, 19. prosinca 2017., u zgradi Hrvatskog šumarskoga doma u Zagrebu.

U radnom dijelu skupštine usvojeni su zapisnici s prethodnih skupština održanih u prosincu 2016. i srpnju 2017., izvješće predsjednika o radu u proteklom razdoblju, izvješća o poslovanju za 2016., rebalans financijskog plana za 2017. te plan rada i financijski plan za 2018. godinu.

Akademik Igor Anić, predsjednik Akademije šumarskih znanosti, u svom je izvješću o radu u protekom razdoblju istaknuo sljedeće.

Akademija šumarskih znanosti je osnovana 29. veljače 1996. godine. Postala je time, uz Akademiju medicinskih znanosti Hrvatske, Akademiju pravnih znanosti Hrvatske, Akademiju tehničkih znanosti Hrvatske i nedavno osnovanu Akademiju poljoprivrednih znanosti Hrvatske, jedna od pet strukovnih znanstvenih udruga koje danas djeluju u Republici Hrvatskoj.

Prema odredbi Članka 3. Pravilnika o izboru u članstvo Akademija šumarskih znanosti može imati najviše 50 redovitih i izvanrednih članova, 40 članova suradnika, 10 počasnih članova i neograničen broj članova savjetnika.

Na dan održavanja skupštine Akademija šumarskih znanosti ima 63 člana, od čega je 18 redovitih članova, 6 počasnih članova, 14 izvanrednih članova, 19 članova suradnika i 6 članova savjetnika.

Redoviti članovi su: akademik Igor Anić, prof. dr. sc. Andrija Bogner, prof. dr. sc. Jura Čavlović, prof. dr. sc. Jozo Franjić, prof. dr. sc. Milan Glavaš, prof. dr. sc. Marijan Grubešić, prof. dr. sc. Ivica Grbac, prof. dr. sc. Boris Hrašovec, prof. dr. sc. Ante Krpan, prof. dr. sc. Boris Ljuljka, akademik Slavko Matić, prof. dr. sc. Josip Margaletić, prof. dr. sc. Šime Meštrović, prof. dr. sc. Tibor Pentek, prof. dr. sc. Renata Pernar, prof. dr. sc. Zvonko Seletković, dr. sc. Vlado Topić i prof. dr. sc. Joso Vukelić.

Počasni članovi su: prof. dr. sc. Paula Durbešić, dr. sc. Marija Halambek, dr. sc. Miroslav Harapin, prof. dr. sc. Ana Pranjić, prof. dr. sc. Milan Saniga (Slovačka) i prof. dr. sc. Karl Stampfer (Austrija).

Izvanredni članovi su: prof. dr. sc. Dario Baričević, prof. dr. sc. Ružica Beljo-Lučić, izv. prof. dr. sc. Mario Božić, prof.

dr. sc. Danko Diminić, prof. dr. sc. Marilena Idžojtić, dr. sc. Vice Ivančević, prof. dr. sc. Vladimir Jambrečković, prof. dr. sc. Davorin Kajba, prof. dr. sc. Milan Oršanić, prof. dr. sc. Nikola Pernar, dr. sc. Stjepan Petrović, prof. dr. sc. Tomislav Poršinsky, dr. sc. Boris Vrbek i dr. sc. Dijana Vuletić.

Članovi suradnici su: prof. dr. sc. Dalibor Ballian, dr. sc. Lukrecija Butovac, doc. dr. sc. Damir Drvodelić, dr. sc. Tomislav Dubravac, dr. sc. Mladen Ivanković, izv. prof. dr. sc. Krešimir Krapinec, dr. sc. Dinka Matošević, doc. dr. sc. Stjepan Mikac, dr. sc. Sanja Perić, dr. sc. Milan Pernek, izv. prof. dr. sc. Stjepan Posavec, dr. sc. Nenad Potočić, izv. prof. dr. sc. Ante Seletković, dr. sc. Ivan Seletković, izv. prof. dr. sc. Mario Šporčić, izv. prof. dr. sc. Marijan Šušnjar, doc. dr. sc. Damir Ugarković, doc. dr. sc. Zoran Vlaović i prof. dr. sc. Željko Zečić.

Član savjetnik je nova kategorija članova Akademije. Uvedena je odlukom Skupštine, 2. prosinca 2016. godine, usvajanjem izmjena i dopuna Pravilnika o izboru članova. U članove savjetnike Akademije šumarskih znanosti prevedeni su dosadašnji redoviti članovi: 1. dr. sc. Joso Gračan, 2. dr. sc. Stevo Orlić, 3. prof. dr. sc. Ivo Trinajstić, 4. prof. dr. sc. Stjepan Tkalec, 5. prof. dr. sc. Stanislav Sever, 6. prof. dr. sc. Božidar Petrić i 7. prof. dr. sc. Mladen Figurić.

Tijekom 2017. godine preminuli su dr. sc. Joso Gračan, član savjetnik i jedan od utemeljitelja Akademije šumarskih znanosti te dr. sc. Marinko Prka, član suradnik.

Djelatnost Akademije se ostvaruje u njezina četiri odsjeka: Odsjek za uzgajanje šuma (tajnik prof. dr. sc. Davorin Kajba), Odsjek za uređivanje šuma i šumarsku politiku (tajnik prof. dr. sc. Renata Pernar), Odsjek za zaštitu šuma i lovstvo (tajnik prof. dr. sc. Milan Glavaš) i Odsjek za iskorištavanje šuma i uporabu drva (tajnik prof. dr. sc. Andrija Bogner).

Na temelju Sporazuma o znanstvenoj i stručnoj suradnji Akademija medicinskih znanosti Hrvatske, Akademija pravnih znanosti Hrvatske, Akademija tehničkih znanosti Hrvatske i Akademija šumarskih znanosti konstituirale su 12. lipnja 2014. godine Savjet i Koordinaciju akademija. Akademiju šumarskih znanosti u Savjetu akademija predstavljaju akademik Igor Anić, predsjednik, prof. dr. sc. Jura Čavlović, glavni tajnik i prof. dr. sc. Ivica Grbac, dopred-

sjednik. U Koordinaciji akademija naš predstavnik je prof. dr. sc. Jura Čavlović, glavni tajnik.

Članovi Akademije šumarskih znanosti sudjelovali su u radu Znanstvenog vijeća za poljoprivredu i šumarstvo Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti (HAZU) kojega vodi akademik Slavko Matić, Znanstvenog vijeća za zaštitu prirode HAZU te Znanstvenog vijeća za daljinska istraživanja HAZU, čija je dopredsjednica naša redovita članica i tajnica Odsjeka uređivanje šuma i šumarsku politiku prof. dr. sc. Renata Pernar.

Suradnja s Hrvatskim šumarskim društvom (HŠD) ostvarivala se kroz aktivno članstvo našeg predstavnika u Upravnom odboru, akademika Slavka Matića. Uz njega, naši članovi, akademik Igor Anić, dr. sc. Lukrecija Butorac, prof. dr. sc. Milan Glavaš, prof. dr. sc. Josip Margaletić, prof. dr. sc. Ivica Grbac i dr. sc. Dijana Vuletić su također članovi Upravnog odbora HŠD.

Suradnja sa Šumarskim fakultetom Sveučilišta u Zagrebu ostvarena je kroz suorganizaciju međunarodnog znanstvenog skupa „ICWST – Primjena znanosti u drvoprerađivački sektor“, koji je održan 7. i 8. prosinca 2017. godine. U prigodi obilježavanja Dana inženjera Republike Hrvatske na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, 2. ožujka 2017. godine, održana je svečanost na kojoj je akademik Igor Anić, predsjednik Akademije šumarskih znanosti, održao predavanje pod naslovom „Stanje i perspektiva šuma i šumarstva Hrvatske“. Šumarski fakultet pomogao je donacijom krajem 2016. godine rad Akademije, na čemu se zahvaljujemo.

Suradnja s Hrvatskim šumarskim institutom ostvaruje se kroz suorganizaciju međunarodnog znanstvenog skupa „Natural resources, green technology and sustainable development/3 – GREEN 2018“, koji će se održati u Zagrebu,

6. – 8. lipnja 2018. godine. Osim toga, Akademija je prihvatila poziv Hrvatskog šumarskog instituta za suorganizaciju znanstvenog skupa „Šumarska znanost: sjećanje na prošlost, pogled u budućnost“ koji će se održati 9. veljače 2018. godine. Na tom skupu prisjetit ćemo se istaknutih šumarskih znanstvenika, djelatnika Hrvatskog šumarskog instituta i Šumarskoga fakulteta, članova Akademije šumarskih znanosti, koji su poginuli prije 20 godina u prometnoj nesreći.

Na temelju javnog poziva Hrvatske komore inženjera šumarstva i drvne tehnologije, članovi Akademije pozvani su za prijavu tema za održavanje seminara – predavanja za članove Hrvatske komore inženjera šumarstva i drvne tehnologije (HKIŠDT), u sklopu programa stručnog usavršavanja za 2017. godinu. Treba istaknuti da je prof. dr. sc. Tomislav Poršinsky, izvanredni član Akademije, ujedno i predsjednik HKIŠDT. Prof. dr. sc. Tibor Pentek, izvanredni član, predsjedava Razredom inženjera šumarstva, a prof. dr. sc. Vladimir Jambrečković, izvanredni član, predsjedava Razredom inženjera drvne tehnologije. HKIŠDT je krajem 2016. godine pomogla rad Akademije inicijalnim sredstvima za pripremu znanstvene monografije o poljskom jasenu, na čemu se zahvaljujemo.

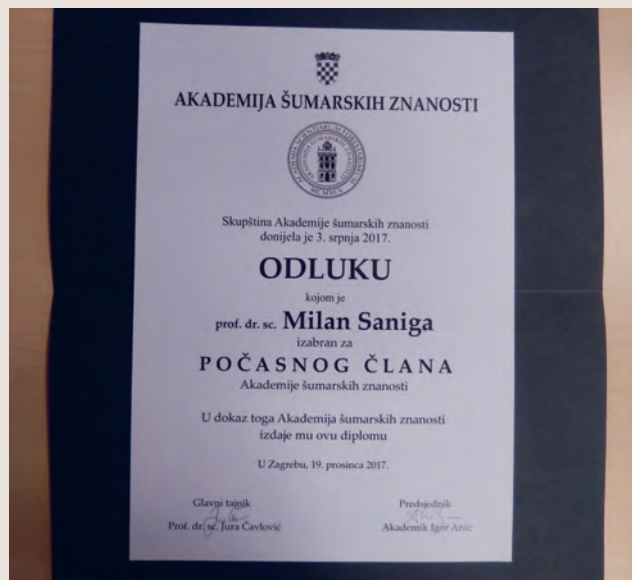
Naši članovi su održali mnoga javna predavanja od kojih ovom prilikom ističemo dva: prof. dr. sc. Josip Margaletić, Šumski ekosustavi Hrvatske kao prirodna staništa uzročnika zoonoza, predavanje održano 28. ožujka 2017. godine, u Akademiji medicinskih znanosti Hrvatske, te prof. dr. sc. Nikola Pernar, Tlo šumskih ekosustava posebice u svjetlu suvremene antropogenizacije okoliša, predavanje održano 5. prosinca 2017. u Velikoj dvorani Matice Hrvatske.



Godišnja Skupština Akademije šumarskih znanosti, 19. prosinac 2017., velika dvorana Hrvatskog šumarskog doma u Zagrebu



Dio novoizabranih članova Akademije šumarskih znanosti s članovima predsjedništva skupštine



Diploma novoizabranog počasnog člana, prof. dr. sc. Milana Sanige, redovitog profesora uzgajanja šuma na Šumarskom fakultetu u Zvolenu, Slovačka

Uredništvo znanstvene monografije „Poljski jasen (*Fraxinus angustifolia* Vahl) u Hrvatskoj“ sastalo se 12. travnja 2017. i 7. studenog 2017. godine. Na sjednicama se raspravljalo o sadržaju i tehničkom uređenju knjige. Donešene su odluke, a ovih dana uputit će se pisma potencijalnim glavnim autorima, sa zamolbom za pripremu rukopisa s prilogom do kraja mjeseca ožujka 2018. godine. Očekujemo kako ćemo tijekom 2018. godine intenzivirati sve aktivnosti na izradi novog značajnog znanstvenog monografskog izdanja Akademije šumarskih znanosti.

Na svečanom dijelu skupštine promovirani su novoizabrani i reizabrani članovi Akademije šumarskih znanosti koji su zvanja stekli izborom na Skupštini održanoj 3. srpnja 2017.

Novi članovi AŠZ:

- a) počasni član, Odsjek za uzgajanje šuma
 1. prof. dr. sc. Milan Saniga, Tehničko sveučilište Zvolen, Šumarski fakultet, Slovačka
- b) izvanredni član, Odsjek za iskorištavanje šuma i uporabu drva
 1. prof. dr. sc. Tomislav Poršinsky, Sveučilište u Zagrebu Šumarski fakultet
- c) član suradnik, prvi izbor, Odsjek za uzgajanje šuma
 1. dr. sc. Lukrecija Butorac, Institut za jadranske kulture i melioraciju krša, Split
 2. doc. dr. sc. Damir Drvodelić, Sveučilište u Zagrebu Šumarski fakultet
 3. doc. dr. sc. Stjepan Mikac, Sveučilište u Zagrebu Šumarski fakultet

d) član suradnik, prvi izbor, Odsjek za iskorištavanje šuma i uporabu drva

1. izv. prof. dr. sc. Marijan Šušnjar, Sveučilište u Zagrebu Šumarski fakultet
2. doc. dr. sc. Zoran Vlaović, Sveučilište u Zagrebu Šumarski fakultet
3. prof. dr. sc. Željko Zečić, Sveučilište u Zagrebu Šumarski fakultet

Reizabrani dosadašnji članovi suradnici:

a) Odsjek za uzgajanje šuma

1. dr. sc. Mladen Ivanković, Hrvatski šumarski institut, Jastrebarsko
2. dr. sc. Sanja Perić, Hrvatski šumarski institut, Jastrebarsko
3. dr. sc. Nenad Potočić, Hrvatski šumarski institut, Jastrebarsko
4. dr. sc. Ivan Seletković, Hrvatski šumarski institut, Jastrebarsko

b) Odsjek za zaštitu šuma i lovstvo

1. prof. dr. sc. Krešimir Krapinec, Sveučilište u Zagrebu Šumarski fakultet
2. dr. sc. Milan Pernek, Hrvatski šumarski institut, Jastrebarsko

U članove savjetnike Akademije šumarskih znanosti prevedeni su dosadašnji redoviti članovi:

1. dr. sc. Joso Gračan
2. dr. sc. Stevo Orlić
3. prof. dr. sc. Ivo Trinajstić
4. prof. dr. sc. Stjepan Tkalec
5. prof. dr. sc. Stanislav Sever
6. prof. dr. sc. Božidar Petrić
7. prof. dr. sc. Mladen Figurić.

KONFERENCIJA „POŽARI U HRVATSKOJ: OBRANA I PREVENCIJA“

CILJ JE POTAKNUTI DIJALOG KAKO NAM SE NE BI PONOVILO 2017. GODINA

Goran Vincenc, dipl. ing. šum., Mr. sc. Irena Devčić

Velika konferencija u organizaciji Jutarnjeg lista i Hrvatskih šuma pod nazivom „Požari u Hrvatskoj: Obrana i prevencija“ održana je sredinom studenog u zagrebačkoj Laubi. Na konferenciji se okupilo tristotinjak sudionika iz gospodarskog, obrambenog i vatrogasnog sektora koji su raspravljali o ključnim temama vezanim uz organizaciju vatrogasnih postrojbi, problematiku požara u 2017. godini te na koji način poboljšati preventivu požara i sanaciju opožarenih područja.

Želja organizatora bila je potaknuti dijalog oko, po mnogima, najgore protupožarne sezone od hrvatske samostalnosti koja nas je zadesila ovoga ljeta u kojoj je sudjelovalo oko 9.700 vatrogasaca, 12 protupožarnih aviona, dva transportna helikoptera, 1.390 vojnika, pripadnici HGSS-a, policije i Hrvatskih šuma.

Uz sudjelovanje velikog broja visokih državnih, lokalnih i vatrogasnih dužnosnika, ali i pilota, vatrogasaca i šumarskih stručnjaka koji na terenu odrađuju velik dio posla, među panelistima i govornicima bili su predsjednica Republike Hrvatske Kolinda Grabar Kitarović, ministar poljoprivrede Tomislav Tolušić, ministar unutarnjih poslova Davor Božinović, ministar obrane Damir Krstičević, predsjednik Hrvatske vatrogasne zajednice Ante Sanader, predsjednik Uprave Hrvatskih šuma Krunoslav Jakupčić i brojni drugi.

U svome uvodnome govoru, predsjednik Uprave Hrvatskih šuma Krunoslav Jakupčić, istaknuo je prevažnu ulogu šume u krškim predjelima glede ekoloških i socijoloških funkcija te se dotaknuo OKFŠ-a i uputio apel svim prisutnima da ne ukidaju tu naknadu, jer je ona jamstvo da će se postojeći sustav obrane od požara održati i unaprijediti. Napomenuo je kako unatoč svemu, u Hrvatskoj za razliku od mnogih drugih zemalja u kojima su ove godine bjesnili požari, nije izgubljen niti jedan ljudski život.

– Na milijun kuna prihoda, pravne osobe plaćaju 265 kuna koje osiguravaju obnovu šuma, čiste izvore vode i funkcioniranje vatrogastva, naglasio je Jakupčić.

Ministar poljoprivrede Tomislav Tolušić naglasio je kako se o idućoj protupožarnoj sezoni konačno počelo raspravljati u pravo vrijeme, jer sada je trenutak za donošenje ključnih odluka. Usporedivši Istru i Dalmaciju rekao je kako je u Istri bilo neusporedivo manje požara, iako su klimatske prilike bile vrlo slične, no u Istri postoji video-nadzor, dok u Dalmaciji ne.

– Dužnost je ministarstva poljoprivrede i Hrvatskih šuma da osiguraju video-nadzor na području cijele Dalmacije. Tolušić se dotaknuo i zapuštenog poljoprivrednog zemljišta koje predstavlja možda i najveći problem u protupožarnoj zaštiti, stoga je najavio novi Zakon o poljoprivrednome zemljištu.

Na konferenciji su održane i 4 prezentacije te dva panela. Na prezentacijama izdvajamo predavanje zapovjednika Protupožarne eskadrile 93. zrakoplovne baze Hrvatskog ratnog zrakoplovstva Davora Turkovića, koji je govorio o mogućnostima i svrsi protupožarne eskadrile, pojasnivši pritom da nabavka novih zrakoplova nema nekog velikog smisla ukoliko se ne poradi na organizaciji cijelog sustava.

Vatrogasni zapovjednik i savjetnik francuske vlade Christophe Frersona pojasnio je način i organizaciju kojom se Francuska bori s požarima. Sustav je vrlo kompleksan ali i učinkovit, što se moglo zaključiti iz prezentacije, gdje je predstavio sinergiju svih čimbenika, od civila, šumara, vatrogasaca, preko policije do pravosuđa.

U svojoj prezentaciji, zamjenik glavnog vatrogasnog zapovjednika RH Željko Sutlar dao je pregled protupožarne sezone. Naglasio je kako su požarno najopterećenije županije Šibensko – kninska, Zadarska te Splitsko – dalmatinska dok je najviše opožarenih površina evidentirano na području Zadarske županije. Ukupno opožarene površine do 1. rujna nešto su veće od Međimurske županije, što dovoljno govori o razmjerima opasnosti koja je ovoga ljeta harala našim priobaljem.

Mate Botica direktor tvrtke Odašiljači i veze predstavio je njihovo rješenje integriranog protupožarnog video-nad-



zora nastalog u suradnji s Fakultetom elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje iz Splita.

Uslijedila je panel diskusija na temu „Što smo naučili od požara u ljeto 2017.“ na kojoj su sudjelovali ministar obrane Krstičević, ministar unutarnjih poslova Božinović, ministar poljoprivrede Tolušić, predsjednik HVZ Sanader, predsjednik uprave Croatia osiguranja Damir Vandelić te voditeljica Službe za agrometeorologiju dr. sc. Višnjica Vučetić.

– Glavna lekcija je da se treba formirati jedinstveno operativno zapovjedništvo u Divuljama koje će imati strukturu samostalnog donošenja odluka te kroz tehnologiju imati uvid u situaciju na terenu, naglasio je ministar Krstičević.

Ministar Tolušić je napomenuo kako je šteta bila manja tamo gdje su poljoprivredne površine bile uređene. Šteta

od požara iznosi 2,3 milijarde kuna te je pozvao poljoprivrednike na osiguranje svoje imovine i usjeva, jer država pokriva 70 % osiguranja. Vandelić je dodao kako je osiguranje imovine općenito spada među jeftinija osiguranja.

Ministar Božinović je na pitanje o piromanima i većim kaznama rekao kako je policija općenito ove godine bila učinkovitija te je otkrio kako je 13 od 30 okrivljenika namjerno potpaljivalo požar.

Panel „Sanacija opožarenih područja i prevencija požara“ bila je šumarskoj struci najzanimljivija, jer su u njoj sudjelovali Krunoslav Jakupčić predsjednik Uprave HŠ, akademik Igor Anić sa Šumarskog fakulteta, dr. sc. Vlado Topić sa Jadranskog instituta za melioraciju krša, Božidar Longin župan Zadarske županije te Ivan Melvan voditelj Uprave



šuma podružnice Split. Panel je otvorio Krunoslav Jakupčić, naglasivši kako je ovo prilika da se čuje i posluša glas šumara i glas struke i stručnjaka. Naime, gotovo svakog ljeta na optuženičkoj klupi završi alepski bor i trgovačko društvo Hrvatske šume. Istovremeno malo tko za mišljenje u tim situacijama pita šumarskog stručnjaka, profesora s fakulteta ili znanstvenika s instituta.

Kada se govori o zapuštenim i zakrčenim putevima potrebno je znati kako se uglavnom radi o zapuštenim poljoprivrednim zemljištima koja se ne mogu izvlastiti, a ne o državnom zemljištu. Osim o „zapuštenim“ poljskim putevima najveća rasprava vodi se oko pošumljavanja, točnije oko vrste koja se koristi za pošumljavanje, ponajprije alepskog bora.

Kako je rekao dr. sc. Vlado Topić, Institut za jadranske kulture i melioraciju krša već 50 godina sustavno radi na problemu izbora vrsta prilikom pošumljavanja krša.

– Osnovali smo eksperimentalne objekte na submediteranu pokraj Sinja te u eumediteranskim uvjetima pokraj Šibenika, gdje smo u submediteranu eksperimentirali s 11, a u eumediteranu s 15 vrsta. Bitno je naglasiti kako su alepski i crni bor predvrste koje pripremaju stanište za dolazak autohtonih vrsta. Utvrdili smo da je temeljna vrsta submediterana hrast medunac, kao klimatogena vrsta. Međutim pokazalo se da ta vrsta u teškim uvjetima i na teškim terenima jednostavno ne može doći u prvoj fazi pošumljavanja, ponajprije zbog izmijenjenih stanišnih prilika. U isto vrijeme i na istim stanišnim uvjetima crni bor uspijeva značajno bolje. To sve govori, ne samo sa stajališta produkcije, nego i sa stajališta melioracijskog učinka. Naime poanta pošumljavanja na suhom kršu je poboljšanje staništa odnosno tla, kako bi dobili poboljšano meliorirano stanište koje može osigurati dolazak stabilne i kvalitetnije autohtone zajednice, zaključio je dr. sc. Topić.

Na situaciju u Zadarskoj županiji osvrnuo se župan Božidar Longin. Zadar je ove godine imao tri velike pošasti:

sušu, požare, a na kraju i poplave. Sve tri nepogode uzrokovale su goleme štete i gubitke.

O velikom požaru na području Splita govorio je voditelj Uprave šuma podružnice Split, Ivan Melvan. Kako i sam kaže, požar kod Splita zasigurno se ubraja u drugi najveći požar na ovom području.

Akademik Igor Anić objasnio je postupak sukcesije vegetacije nakon požara. U šumarstvu svi procesi dugo traju i često se konverzija ne može dogoditi, jer nam ista šuma do temelja izgori svakih 10 ili 15 godina. Nakon požara sukcesija ide točno određenim slijedom u dugim razdobljima. Ona mora proći pionirsku vrstu, prijelaznu vrstu, da bi na kraju došla do klimatogene šume. Tu konačnu ili klimatogenu šumu u našem priobalju čini hrast crnika, odnosno u zaobalju hrast medunac. Ali da bi došli do te zajednice drveća, bez obzira prepustili mi to prirodi ili umjetno utjecali na čitav postupak obnavljajući požarište sadnicama, mora proći faza pionirske i prijelazne vrste u kojoj dominira bor, u priobalju alepski u zaobalju crni bor, kazao je akademik Anić

– Kao prvo moramo reći i naglasiti da alepski i crni bor nisu alohtona već autohtona vrsta, domaća hrvatska autohtona vrsta, glavni pioniri i nezaobilazni pioniri u našem priobalju. Čitav proces može trajati kraće tamo gdje je tlo dublje i plodnije, međutim na teškim terenima gdje je tlo isprano, kao što će sada biti na obroncima Mosora i Peruna, ne može uspjeti ništa drugo nego bor. Dobar primjer zrele šume bora u kojoj se može napraviti konverzija prema klimatogenoj šumi hrasta crnike je park šuma Marjan u Splitu, koja je pošumljena prije 130-140 godina, neometano je rasla, na sreću nije izgorjela, bor je svoje odradio i došlo je vrijeme da se bor pomalo uklanja. No sada, pazite taj apsurd, s jedne strane da spomenete uklanjanje bora na Marjanu Splitsani bi vas razapeli, a nekoliko kilometara niže u Žrnovnici bor je smrtni neprijatelj, slikovito je opisao akademik Anić.

Foto: Goran Vincenc

12. HRVATSKI DANI BIOMASE (ZNANSTVENO-STRUČNI SKUP “ZNAČAJ OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE U POTRAJNOJ OPSKRBI ENERGIJOM”)

Mr.sc. Josip Dundović

U dvorani „Emaus“ Franjevačkog samostana sv. Antuna Padovanskog u Našicama 8. rujna 2017. godine Hrvatska udruga za biomasu (sekcija HŠD-a) organizirala je sa trgo-

vačkim društvom „Hrvatske šume“ d.o.o. Zagreb 12. hrvatske dane biomase. U sklopu manifestacije održan je Znanstveno-stručni skup pod nazivom “Značaj obnovljivih

izvora energije u potrajnoj opskrbi energijom". U suorganizaciji skupa sudjelovali su Ogranak Matice Hrvatske Našice, Svjetska udruga za biomasu, Europska udruga za biomasu (AEBIOM), Austrijska udruga za biomasu, Hrvatska komora inženjera šumarstva i drvne tehnologije, Hrvatski savez udruga privatnih šumovlasnika, UNIKOMERC-uvoz d.o.o. Velika Gorica i NEXE Grupa d.d. Našice. Pokrovitelj skupa bilo je Ministarstvo poljoprivrede Republike Hrvatske. Moto skupa je glasilo „Opskrba energijom ima za svaku zemlju strateški značaj“. Ovogodišnji hrvatski dani biomase održani su u sklopu 17. festivala „Dani slavonske šume“ i 5. srednjoeuropske konferencije o biomasi (Graz, siječanj 2017. godine) na kojoj je donesena Gradačka deklaracija 2017. i smjernice za razvoj bioenergije u Europi nakon Pariškog sporazuma. Na 12. hrvatskim danima biomase sudjelovalo je oko 130 sudionika iz područja politike, znanosti i gospodarstva, lokalne uprave i medija (Fotografija 1).

U ime domaćina nazočne je pozdravio fra Zoran Bibić, gvardijan Franjevačkog samostana Našice koji je između ostaloga istaknuo da je sam papa Franjo progovorio o važnim temama i posljedicama čovjekovog neodgovornog ponašanja prema prirodi te o moralnom pustošenju svijeta kojemu je više uzroka, kao i nezasitnoj želji za manipulacijom i nadzorom nad ograničenim dobrima planeta i pohlepom za neograničenim izvlačenjem zarade. U svom obraćanju gvardijan je citirio dio izjave koju su početkom rujna potpisali ekumenski patrijarh Bartolomej i papa Franjo u Vatikanu na temu očuvanja prirode: *„Zemlja nam je povjerena kao uzvišeni dar i naslijeđe za koje smo svi odgovorni sve dok na kraju sve na nebu i na zemlji ne bude obnovljeno u Kristu. Znači ljudsko dostojanstvo i dobrobit duboko su povezani s našom brigom za čitav stvoreni svijet. Onima koji su na važnim položajima u društvu, gospodarstvu, politici i kulturi upućujemo hitan apel da odgovorno osluhnu krik zemlje i da odgovore na potrebe marginaliziranih, ali prije svega da odgovore na molbu mnogih i podrže globalni konsenzus za oporavak našeg ranjenog svijeta. Uvjereni smo da nema iskrenog i trajnog rješenja za izazov ekološke krize i klimatskih promjena bez složnog i kolektivnog odgovora, bez zajedničke odgovornosti koje će svi voditi računa o do sada učinjenom te bez davanja prioriteta solidarnosti i služenju“*.

Pozdravljajući okupljene skupu se, u svojstvu glavnog organizatora, obratio i predsjednik Hrvatske udruge za biomasu sekcija HŠD-a mr. sc. Josip Dundović. Istaknuo je važnost 5. srednjoeuropske konferencije o biomasi i donošenje Gradačke deklaracije 2017. kojoj su ključni ciljevi smanjenje korištenja fosilnih goriva za polovinu do 2030. godine, te da se zatopljenje zemlje održi ispod 2°C. Glavna uloga bioenergije, energetsom uporabom biomase je zaštita klime i očuvanje prirode, sigurnost, zaposlenost, kvaliteta života i osiguranje socijalnog mira. Istaknuo je da Hrvatska svoj gospodarski rast treba temeljiti na načelima

potrajnog gospodarenja šumama i održivog razvoja poljoprivrede te s obzirom na energetske potencijale poljoprivredne i šumske biomase u Republici Hrvatskoj, smatra mogućim otvaranje više od 20.000 novih radnih mjesta do 2030. godine čime bi se zadržali stručni mladi ljudi u Domovini. Prema raspoloživim podacima iz kolovoza 2017. godine naglasio je da je kvota za Elektrane na biomasu 120 MW potrošena u 2016. godini. U Hrvatskoj ima 14 postrojenja na biomasu s kojima je HROTE sklopio ugovor i nalaze se u sustavu poticaja ukupne snage 28.955 kw, dok kod 46 Elektrana na biomasu za koje je HROTE sklopio ugovor, nisu još završene i nisu u sustavu poticaja. Njihova se snaga procjenjuje na 85.823 kw. Zakonski okvir (Zakon o OIE i visokoučinkovitoj kogeneraciji na snazi od 1. siječnja 2016.) trenutno nije u funkciji, jer Ministar još nije donio novi Pravilnik o obnovljivim izvorima energije (OIE) i time omogućio nove investicije u BE-TO. Mr. sc. Dundović smatra da bi Vlada RH do kraja 2018. godine trebala donijeti Strategiju niskougljičnog razvoja RH za razdoblje do 2030. godine s pogledom na 2050. godinu i Strategiju gospodarenja hrvatskih šuma do 2020.+ koja će predstavljati jednu zajedničku viziju i budućnost hrvatske šumarske politike (primjer Austrija). U svom je obraćanju naznačio da lokalne vlasti (načelnici i gradonačelnici) u Hrvatskoj, s Hrvatskom zajednicom županija, trebaju inicirati poticanje uporabe OIE i energetske učinkovitosti, te da kreiraju Studiju o izradi Energetskog koncepta autarkičnih/neovisnih regija do 60.000 stanovnika vodeći se sličnim primjerima u Austriji i dodatno motivirajući stanovništvo za energetske uporabu OIE. Istaknuo je dobre primjere iz domaće drvne industrije koje koriste OIE, a to su: „BE-TO DC Glina“ (oko 98 % opreme domaća proizvodnja); „Lika Energo Eko d.o.o.“, drvnoprerađivački pogon Slavonski hrast d.o.o., Slavonska bačvarija d.o.o. Našice, ali i HEP d.d. BE-TO Osijek, te BE-TO Sisak. Istaknuo je da i poduzeće „Hrvatske šume“ d.o.o. Zagreb trebaju sustavnije promišljati o rješavanju problema većeg energetskog korištenja biomase i aktivnijim pokretanjem kogeneracijskih postrojenja (BE-TO), proizvodnji briketa i peleta pozivajući se na Šumsko-gospodarsku osnovu područja (2016. – 2025.) kojom treba planirati radove njege i obnove, povećanje godišnjeg etata drva za energiju smanjenjem otpada u šumi s 40 % na 15 % i podizanjem „kultura kratkih ophodnji“ na šumskom zemljištu i zapuštenom poljoprivrednom zemljištu. Hrvatsko šumarstvo ima velike kadrovske i financijske potencijale te stvarne mogućnosti proizvodnje i uporabe drva za bioenergiju. U svom obraćanju mr. sc. Dundović je naznačio potrebu da hrvatski šumari na čelu s novom Upravom trgovačkog društva „Hrvatske šume“ d.o.o. Zagreb budu uspješni u korištenju fondova iz Europske unije za razvoj novih djelatnosti, kao što su „regionalno stvaranje novih radnih mjesta i dodane vrijednosti“ energetskim korištenjem drva za bioenergiju (bivša Uprava poduzeća na-

žalost nije bila zainteresirana). Ovo se posebno odnosi na područja Like, Gorskog Kotara, Banovine, Slavonije i drugih šumovitih krajeva naše Domovine. Istaknuo je želju da sudionici skupa saznaju nove dragocjene stručne informacije, kako bi korištenjem domaćih potencijala OIE smanjili rastuću ovisnost Europe i RH o visokom odljevu kapitala iz regije za kupnju fosilnih goriva te otvorili nove pogone i nova radna mjesta. Svoj govor završio je citatom zajedničkoga apela za zaštitu Zemlje koji su uputili Sveti otac Papa Franjo i Ekumenski carigradski patrijarh Bartolomej, koji su pozvali svjetske državnike da zajednički odgovore na klimatske promjene, poručivši da je naš planet u sve lošijem stanju i da će time prvo biti pogođeni oni najranjiviji: „Hitno pozivamo sve one koji su na društvenim, ekonomskim, političkim i kulturnim pozicijama da odgovore na Zemljin plač i pobrinu se za potrebe marginaliziranih“.

Skupu se potom obratio gradonačelnik Našice gospodin Josip Miletić pozdravivši sve nazočne i zaželjevši im dobrodošlicu na znanstveni skup i ugodan boravak u gradu.

Na kraju se uzvanicima skupa obratio i gospodin Krunoslav Jakupčić dipl. inž. šum., predsjednik Uprave trgovačkog društva „Hrvatske šume“ d.o.o. Zagreb koji je skupu nazočio i u svojstvu izaslanika ministra Ministarstva poljoprivrede gospodina Tomislava Tolušića. Pozdravljajući nazočne, posebno se obratio zahvalom gospodinu Dundoviću kao bivšem direktoru poduzeća „Hrvatske šume“ d.o.o. Zagreb na pozivu i organizaciji skupa istaknuvši njegovu stručnost, aktivnost, kreativnost i idejnost. Gospodin Jakupčić iznio je podatak da je trgovačko društvo „Hrvatske šume“ glavni dobavljač drvne sirovine za kogeneracijska postrojenja, proizvođačima drvnih ploča, peleta, briketa i cijepanog ogrijevnog drva. Napomenuo je da će poduzeće u 2017. godini isporučiti 1,8 milijuna metara kubnih drvne biomase za energetske uporabu.

U svom obraćanju istaknuo je pitanja zašto trgovačko društvo Hrvatske šume nije ranije ušlo u biznis sa OIE, te što je ostalo od ideje gradnje više desetaka kogeneracijskih postrojenja po manjim mjestima, gradićima i tako dalje. Nazačio je da će poduzeće „Hrvatske šume“ učiniti sve da u pregovorima, u partnerstvu s lokalnim zajednicama nađu tržište i ostvare ono što je bilo davno planirano, a to je gradnja do 1 MW električne snage kogeneracijskih postrojenja. Iznio je podatak da će u 2017. godini poduzeće ići na zamjenu šezdesetak peći na fosilna goriva pećima na pelete i time doprinijeti zapošljavanju, smanjenju emisija i kroz tu mjeru doprinijeti energetske neovisnosti Hrvatske.

Nakon pozdravnih i uvodnih riječi započet je radni dio Znanstveno-stručnog skupa, koji je bio podijeljen u tri dijela: 1. Globalno gledište (Zadnje je vrijeme, da se okrenemo od fosilnog energetskeg sustava) u kojemu su prezentirani rezultati Projekta izrade stručnih podloga za izradu Strategije niskougljičnog razvoja RH za razdoblje do

2030. godine s pogledom na 2050. godinu (projekt Ministarstva zaštite okoliša i prirode, gosp. dr. sc. Vladimir Jelavić, EKONERG d.o.o. Zagreb), BE-TO Našice 1000 kW – Proizvodnja peleta -Hladnjača-Sušara, Slavonska energija d.o.o. Našice i Slavonski peleti d.o.o. Našice, (gosp. Zoran Bartolović, Direktor projekata, Ekonex d.o.o., NEXE GRUPA Našice), te Gradečka deklaracija 2017 - Uloga bioenergije u EU nakon COP21 Pariz (mr. sc. Josip Dundović, predsjednik Hrvatske udruge za biomasu, sekcije HŠD-a); 2. Lokalne aktivnosti sa temama: Sufinanciranje projekata energetske učinkovitosti i obnovljivih izvora energije iz Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost (prof. dr. sc. Ljubomir Majdandžić, direktor FZOEU), Proizvodnja električne energije u postojećoj Biotoplani Pinkovac (gosp. DI Franz Jandrisits, Biotoplana Pinkovac, gosp. DI Dr. Mor-teza FESHERAKI, HERZ Energietechnik GmbH, Pinkafeld), Povećanje proizvodnje peleta kroz gradnju nove proizvodne kogeneracijske jedinice tipa ORC, snage 350 kW (Željko Lovrak, Lika Energo Eko d.o.o. Zagreb), BE-TO Osijek i BE-TO Sisak (mr. sc. Tomislav Virkes, HEP d.d. Zagreb), BE-TO DC Glina – kogeneracijsko postrojenje u drvenoj industriji (Vjekoslav Ribarević, voditelj projekta), Energetska valorizacija biomase kulture Sida hermaphrodita (doc. dr. sc. Vanja Jurišić i doc. dr. sc. Nikola Bilandžija Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu); 3. Nove tehnologije i inovacije s temama: Kogeneracijsko postrojenje na drveni plin i proizvodnja peleta, Nazarje, Slovenija (Dražen Lisjak, direktor Biomasa Grupa d.o.o. Ivanić – Grad), Proizvodnja dizel goriva iz električne energije vjetroenergana i fotovoltaike (DI dr. Richard Zweiler, Güssing Energy Technologies GmbH), Nove tehnologije u proizvodnji opreme Centrometal d.o.o. Macinec (Mladen Renato Martinac, direktor predstavništva u Zagrebu).

Nakon održanih predavanja i rasprave, zaključeno je kako je važna međunarodna suradnja Austrije, Slovenije i Hrvatske na ovom području, posebice što se našoj Domovini kao članici EU omogućuje korištenje fondova za razvoj novih djelatnosti, kao što su “regionalno otvaranje novih radnih mjesta i dodane vrijednosti” energetske korištenjem drva za bioenergiju. Zaključci skupa su definirani prijedlozima Vladi RH da do kraja 2018. godine donese Strategiju niskougljičnog razvoja RH za razdoblje do 2030. s pogledom na 2050. godinu, da donese Strategiju gospodarenja hrvatskih šuma do 2030.+, uvesti porez na CO₂ (Švedska s ugljičnim porezom od 121 EUR/toni CO₂ je primjer kako se može izvršiti brza i učinkovita transformacija energetskeg sustava.) i budući da je gotovo potrošena kvota za Elektrane na biomasu (BE-TO) 120 MW u 2016. godini, te da Zakonski okvir (Zakon o OIE je na snazi od 1. siječnja 2016.) trenutno nije u funkciji (nedonošenja novoga Pravilnika o OIE čime su onemogućene nove investicije u BE-TO i otvaranje više od 20.000 novih radnih mjesta do 2030. godine) Pravilnik o OIE treba pod hitno donijeti! Detaljne

Fotografija 1. Sudionici skupa u dvorani „Emaus“ Franjevačkog samostana sv. Antuna Padovanskog (foto: Snježana Fridl, novinarka Glasa Slavonije)



Fotografija 2. Zajednička snimka sudionika skupa (foto: Oliver Vlainić, predsjednik HŠD-a)



informacije o održanom skupu mogu se pročitati na adresi: www.sumari.hr/biomasa.

Uz zahvalu sudionicima skupa isti je zatvorio, u ime glavnog organizatora, mr. sc. Josip Dundović. Nakon zajedničkog ručka i skupne fotografije (Fotografija 2.) sudionici skupa su posjetili Stari vinski podrum Feričanci. Sljedećega

dana mr. sc. Dundović je zajedno sa DI Vladimirom Čambom (ministarskim savjetnikom u Austrijskom saveznom ministarstvu poljoprivrede, šumarstva, zaštite okoliša i vodnog gospodarstva) dao izjavu za Radio Našice o višegodišnjoj i uspješnoj suradnji na području bioenergije između Austrije i Hrvatske.

ZAPISNIK

2. SJEDNICE UPRAVNOG ODBORA HŠD-A 2017. GODINE, ODRŽANE 13. PROSINCA 2017. U 10:30 SATI U DVORANI ŠUMARSKOG DOMA U ZAGREBU

Mr. sc. Damir Delač

Nazočnici: Akademik Igor Anić, prof. dr. sc. Dario Baričević, Mario Bošnjak, dipl. ing., Davor Bralić, dipl. ing., Ivan Brezovac, dipl. ing. umjesto Zorana Šarca, dipl. ing., Goran Bukovac, dipl. ing., dr. sc. Lukrecija Butorac, mr. sc. Danijel Cestarić, mr. spec. Mandica Dasović, Domagoj Devčić, dipl. ing., mr. sc. Josip Dundović, prof. dr. sc. Milan Glavaš, prof. dr. sc. Ivica Grbac, mr. sc. Ivan Grginčić, mr. sc. Petar Jurjević, Tihomir Kolar, dipl. ing., Čedomir Križmanić, dipl. ing., Daniela Kučinić, dipl. ing., Darko Mikičić, dipl. ing., Boris Miler, dipl. ing., Marijan Miškić, dipl. ing., Damir Miškulin, dipl. ing., Martina Pavičić, dipl. ing., Davor Prnjak, dipl. ing., Ariana Telar, dipl. ing., prof. dr. sc. Ivica Tikvić, Davor Topolnjak, dipl. ing., Oliver Vlaineć, dipl. ing., dr. sc. Dijana Vuletić, Silvija Zec, dipl. ing., Marina Mamić, dipl. ing., Stjepan Blažičević, dipl. ing., dr. sc. Vlado Topić, Herman Sušnik, dipl. ing., Biserka Marković, dipl. oec. i mr. sc. Damir Delač.

Ispricani: Benjamino Horvat, dipl. ing., prof. dr. sc. Josip Margaletić i Zoran Šarac, dipl. ing.

Predsjednik Oliver Vlaineć utvrdio je kvorum i zahvalio se svima na odazivu. Posebno je pozdravio Davora Topolnjaka, dipl. ing., novoizabranog predsjednika ogranka Varaždin.

Nakon toga predložio je

Dnevni red:

1. Ovjerovljenje Zapisnika 1. sjednice Upravnog odbora HŠD-a
2. Obavijesti i aktualna problematika
3. Program rada i financijski plan za 2018. godinu
4. Šumarski list i ostale publikacije
5. Imenovanje Povjerenstva za popis imovine i potraživanja na dan 31. 12. 2017. godine
6. Pripreme za 121. Redovitu sjednicu Skupštine HŠD-a
7. Pitanja i prijedlozi.

koji je jednoglasno usvojen.

Ad. 1.

- Zapisnik 1. sjednice Upravnog odbora HŠD-a 2017. godine objavljen u ŠL 5-6/2017. jednoglasno je usvojen.

Ad. 2.

- Uoči Dana planeta Zemlje, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti u petak 21. travnja održala je znanstveni skup Dan planeta Zemlje – OČUVANJE PRIRODNIH

DOBARA. Skup je otvorio predsjednik HAZU akademik Zvonko Kusić.

- 25. travnja u Zalesini je održana radionica »Izazovi pribivanja drva« u organizaciji HKIŠDT i Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Radionica se odvijala u obliku predavanja te prezentacije rada šumskih strojeva i opreme. Terenska prezentacija na više stajališta u šumi organizirana je u suradnji s renomiranim proizvođačem šumarske opreme Tajfun Grupom.
- Na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, 5. svibnja, po prvi je puta održan Dan otvorenih vrata, koji je bio namijenjen učenicima osnovnih i srednjih škola te široj zainteresiranoj javnosti. Posjetitelji su kroz zanimljive radionice, predavanja i obilaske laboratorija upoznali znanstveno-istraživački rad, ali i stručnu djelatnost Fakulteta. Zainteresirani posjetitelji u predviđenim terminima obilazili su prostore, zavode i laboratorije Fakulteta, gdje su im nastavnici, znanstvenici, suradnici i studenti odgovarali na postavljene upite. Budući studenti koji možda žele odabrati Šumarski fakultet za studiranje, mogli su od studenata fakulteta dobiti korisne informacije o studentskim aktivnostima, pojedinom studijskom programu, terenskoj nastavi, ali i mnogim drugim specifičnostima koje Šumarski fakultet čine jedinstvenim.



- U srijedu, 24. Svibnja, u staroj pilani Bliznec, djelatnici Uprave šuma Podružnice Zagreb održali su prezentacije koje su za cilj imale široj javnosti i zainteresiranim prikazati radove koje će UŠP Zagreb i Šumarija Zagreb raditi u razdoblju od 1. lipnja do 30. rujna na području Parka prirode Medvednica.
- 5.-10. lipnja – održana je ekskurzija članova Pro Silve Švicarske u Hrvatskoj. Više o tome možete pročitati u ŠL 7-8/2017.
- 13. lipnja u Bjelovaru je organizirano otvorenje 13. bjelovarskog salona fotografije „Šuma okom šumara“.
- Isti dan je održana je Skupština Hrvatskog inženjerskog saveza, čiji smo članovi i u njoj imamo tri predstavnika.
- 17.-18. lipnja – U Salinovcu je održan 3. hrvatski festival kiparenja motornom pilom, na kojemu smo svjedočili stvaranju nevjerovatnih kreacija iz drveta.
- Povodom obilježavanja 20. lipnja, Dana hrvatskoga šumarstva na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu održan je Stručni skup, „Stanje privatnih šuma u Republici Hrvatskoj“ (opisano u ŠL 7-8 i ŠL 9-10/2017).
- 22.-25. lipnja održani su sportski susreti Hrvatskog sindikata šumarstva u Umagu, dok je istovremeno u Trogiru održan sportski susret Sindikata inženjera i tehničara šumarstva.
- Zavod za znanstveno-istraživački i umjetnički rad Koprivničko-križevačke županije u Križevcima Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti, Znanstveno vijeće za poljoprivredu i šumarstvo te Znanstveno vijeće za zaštitu prirode (koja se također nalaze u sastavu HAZU) organizatori su znanstvenog skupa pod nazivom „Đurđevački pijesci: Geneza, stanje i perspektive“ koji je otvoren u četvrtak 29. lipnja u Šumskom domu Peski u Đurđevcu.
- 16. kolovoza ispred upravne zgrade Šumarije Sveti Rok održano je svečano otkrivanje spomen-ploče povodom obilježavanja 140. obljetnice osnivanja Šumarije Sveti Rok, koja je treća po starosti u Lici, iza Šumarija Oštarije i Krasno.
- U sklopu festivala Dani slavonske šume u Pastoralnom centru Emaus u Našicama, 8. rujna, održani su 12. Hrvatski dani biomase. Tema ovogodišnjeg Znanstveno-stručnog skupa bila je „Značaj obnovljivih izvora energije u potrajnoj opskrbi energijom“. U ime domaćina, nazočnima su se na otvorenju obratili našički gvardijan fra Zoran Bibić i gradonačelnik Josip Miletić, a u ime organizatora, predsjednik Sekcije HŠD-a Hrvatske udruge za biomasu Josip Dundović.
- Na Danima slavonske šume u Našicama je 9. rujna održano Državno natjecanje šumarskih radnika sjekača. Više o tome možete pročitati u ŠL 9-10/2017.
- 11. listopada u organizaciji sekcije HŠD-a, ProSilva Croatia, HŠD-a ogranka Delnice, HKIŠDT i UŠP Delnice u Delnicama je održan terenski seminar „Šumskouzgojni radovi u sastojinama Gorskog kotara oštećenim ledolomom“. Više o tome možete pročitati u ŠL 11-12/2017.
- U petak 20. listopada s početkom u 11:00 sati održana je Svečana sjednica povodom obilježavanja dana Šumarskog fakulteta. Spomen je to na 20. listopada 1898. godine, kada je otvorena Šumarska akademija pri ondašnjem Mudroslovnom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Šumarski fakultet je jedan od najstarijih fakulteta na Sveučilištu u Zagrebu, pa je to bila 119. obljetnica plodnog rada. Svečana sjednica održana je u Velikom amfiteatru nove zgrade Šumarskog fakulteta pred oko tristotinjak sudionika, od čega preko dvjesto gostiju.
- 15. studenoga u Laubi u Zagrebu, u organizaciji Hrvatskih šuma i Hanza medije održana je konferencija za medije „Požari u Hrvatskoj: obrana i prevencija“, na kojoj su sudjelovali predsjednica Republike Kolinda Grabar Kitarović i potpredsjednik Vlade i ministar obrane Damir Krstičević, ministri Davor Božinović i Tomislav Tolušić, predsjednik Hrvatske vatrogasne zajednice Ante Sanader, predsjednik Uprave Hrvatskih šuma Krunoslav Jakupčić, akademik Igor Anić te ostali visoki predstavnici šumarske i vatrogasne znanosti i prakse.
- 20. studenoga – imenovana Uprava Hrvatskih šuma: Krunoslav Jakupčić, dipl. ing., predsjednik, Ante Sabljčić, dipl. ing., član i mr. sc. Igor Fazekaš, član, na mandat od 5 godina.
- 27. studenoga održana je konstituirajuća sjednica Nadzornog odbora Hrvatskih šuma, a članovi su Krunoslav Zmaić, Milan Devčić, Mladen Mikolčević, Davor Filipović i Željka Šikić.
- Znamo da je u postupku izrada novog Zakon o šumama, u povjerenstvu kojega je i naš predstavnik mr. sc. Petar Jurjević. U nekoliko navrata održani su sastanci povjerenstva u proširenom sastavu (dva su održana u Šumarskom domu) na kojemu su i ime HŠD-a sudjelovali i predsjednik, Oliver Vlanić, tajnik Damir Delač i Darko Posarić iz vinkovačkog ogranka. Svoje primjedbe na Prijedlog zakona dali su naši ogranci, središnjica i pojedinci putem e-savjetovanja ili izravnim slanjem na Ministarstvo. Naše primjedbe odnosile su se na brisanje pojma krša i šuma na sredozemnom kršu iz Zakona, zatim na članke koji su omogućavali zamjenu šuma i šumskih zemljišta, što otvara mogućnost raznim malverzacijama, zatim smo dali primjedbu na izbacivanje Godišnjeg plana gospodarenja u planiranju gospodarenja šumama, kao i na nepostojanje obveze izdvajanja sredstava za ispunjenje biološke reprodukcije šuma od strane šumoposjednika.
- Voditeljica financijske službe Biserka Marković, dipl. oec. izvijestila je o izvješću revizorske kuće koja ima uvid u poslovanje Hrvatskog šumarskog društva. Iako je izvješće u cjelini pozitivno uputili su nam neke primjedbe, a to su planiranje i izvršenje plana. U buduću kod planiranja

moramo sučeljavati prihode i rashode. Za sve aktivnosti koje planiramo moramo znati iznos i izvor financiranja. Kao što znamo, značajan dio aktivnosti naših ogranaka ovisi o donacijama. Kako ih je teško unaprijed planirati, morat ćemo raditi rebalans planova. Primjedbe su i na trošenje sredstava za stručne ekskurzije. Mora se unaprijed znati koliki iznos će se pokriti iz članarina, a koliki iz donacija. Postavljeno je i pitanje da li svi članovi ravnopravno participiraju u ekskurzijama. Pravdanje dobivanja proračunskih sredstava mora se ispuniti na propisanim obrascima u kojima se navode i svi ostali donatori za određenu namjenu. Sve to mora biti potkrijepljeno računima u kojima reprezentacija (jelo i piće) ne smije predstavljati značajniji udio. Prije pokretanja takvih aktivnosti na ograncima bilo bi poželjno kontaktirati financijsku službu u Središnjici.

- Silvija Zec, dipl. ing., tajnica HKIŠDT izvijestila je o svojoj nazočnosti na sastanku u Bruxellesu, na koju ju je kandidirala Hrvatska poljoprivredna komora. Teme dvodnevnog sastanka bile su grupa za civilni dijalog forestry & corp. i sastanci s odborom za šumarstvo s temom revizija i izrada nove šumarske strategije, LULUCF i izrada zajedničke poljoprivredne politike, kao i provedba Nature 2000 i Pariškog sporazuma. Na sastanku u vezi Nove šumarske strategije, zemlje članice izjasnile su se da podržavaju novu šumarsku strategiju, uz primjedbom da nije dovoljno vidljiva, posebice u odnosu na ruralne krajeve. Ističe se važnost Strategije za šume za druge strategije kao što su: biogospodarstvo, bioraznolikost, održivo gospodarenje i sl. Postoji dvojba da li šumarska strategija treba ostati i dalje ovisna o svakoj članici ili treba postati koherentnija. Prikazan je sustav praćenja šumskih požara, gdje je Hrvatska, s obzirom na prošlu požarnu godinu, nažalost bila jako uočljiva. Sve veći utjecaj na požare imaju i izražene klimatske promjene. Postavljen je sustav satelitskog praćenja ugroženih područja. U vezi Nature 2000, sve više se postavlja pitanje financijskog gledišta zaštićenih područja.
- Prof. dr. sc. Milan Glavaš najavio je obilježavanje 90. godišnjice osnivanja Šumarskog fakulteta u Sarajevu, u kojemu ćemo i mi kao HŠD vjerojatno sudjelovati. Enciklopedija ljekovitog bilja, čiji je on autor, pred završetkom je. Izdavač će vjerojatno biti Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, a za suizdavače predlaže da budu HŠD, AŠZ, HKIŠDT. Prof. Glavaš već je ranije najavljivao potrebu za tiskanjem knjižice koja će objediniti sve šumare koji se bave umjetničkom aktivnosti, bilo da je to proza, pjesništvo, likovna i glazbena umjetnost i sl.
- Iz ogranka Vinkovci primili smo zamolbu za financijsku pomoć od 5.000 kn za podizanje spomen-ploče povodom 145. godišnjice rođenja Mati Medvedoviću, nadšumaru, začetniku ideje o osnivanju Muzeja grada Vinkovci i idejnom autoru grba grada Vinkovaca. Pomoć je jednoglasno odobrena.

- Sa Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu primili smo zamolbu za financijsku pomoć pri izdavanju časopisa Drvena industrija. Kako se i naš Šumarski list financira dijelom iz proračuna RH i iz tog izvora nema prostora za donacije, a Šumarski dom još nije stavljen u funkciju da bi pokrivali troškove mimo održavanja zgrade, prisiljeni smo negativno odgovoriti na ovu zamolbu. Upravni odbor je, uz jedan glas protiv, podržao ovu odluku.

- Iz Hrvatskog šumarskog instituta primili smo zamolbu za suorganizaciju Znanstvene konferencije „Šumarska znanost: sjećanje na prošlost, pogled u budućnost“, organizirane povodom obilježavanja 20 godišnjice smrti tragično preminulih šumarskih znanstvenika. Upravni odbor odobrio je suorganizaciju HŠD-a ovoga skupa do iznosa od 15.000,00 kn.

- Tajnik mr. sc. Damir Delač izvijestio je o radovima na Šumarskom domu tijekom 2017. godine. Predstavnici Goethe instituta početkom godine iskazali su namjeru za daljnjim proširenjem zakupljenih prostora u Šumarskom domu za potrebe tečajeva, kao i preseljenja njihove biblioteke. Kako bi ustanovili stanje zgrade u smislu statike potrebne za tu namjenu, iz Njemačke su došli stručnjaci koji su sondirali zgradu i ustanovili da ona zadovoljava uvjete. U prvoj etapi proširenja radilo se o prostoru na dijelu I. etaže zgrade od 370,00 m², s njihovom željom da tečajevi u tom prostoru započnu početkom lipnja 2017. Unatoč želji predstavnika instituta Goethe Croatia za što ranijem potpisivanju Ugovora, odobrenja iz regionalnog ureda u Grčkoj i glavnog u Njemačkoj stigla su dosta kasno, tako da je Ugovor sklopljen tek 26. travnja 2017. godine. Ugovorom je objedinjen prostor u prizemlju (258,70 m²) i na I. etaži (370,00 m²), što je ukupno 628,70 m². Ugovorena cijena najma je 9,6 €/m².

Kako je Goethe institut već početkom lipnja namjeravao pokrenuti tečajeve u novom prostoru, morali smo u iznimno kratkom roku napraviti dogovorena preuređenja. Zahvaljujući razumijevanju naših izvođača, radovi preuređenja dovršeni su na vrijeme te je primopredaja napravljena 12. lipnja 2017. godine.

Izvršeni su građevinski radovi rušenje pregradnih zidova, izrada novog i rekonstrukcija postojećeg sanitarnog čvora, parketerski i stolarski radovi te preinake sustava grijanja i hlađenja, u ukupnom iznosu od 317.500,00 kn. Trošak je podmirio Goethe institut.

31. ožujka 2017. godine potpisan je Ugovoru o zakupu poslovnog prostora od 60 m² na II. etaži Šumarskog doma (ulaz Perkovićeve) s Hrvatskim šumarskim institutom. Napravljeni su radovi prostora: gletanje zidova, postavljanje knauf pregrada, brušenje, gletanje i lakiranje parketa u ukupnom iznosu od 36.200,00 kn.

Od ostalih radova u Šumarskom domu uređeno je Glavno stubište te stubišta s ulaza Mažuranićevog trga i Perkovićeve ulice u ukupnom iznosu od 87.000,00 kn.

Brušenje kamenih stubišta na Glavnom holu i stubišta na ulazu s Mažuranićevog trga – 46.500,00 kn.

Radovi preinaka grijanja na II. katu i podrumskom prostoru – 10.600,00 kn.

Kabliranje telefonije na svim etažama Šumarskog doma (Telefon servis) 9.400,00 kn.

Sveukupno je u 2017. godini utrošeno 535.600 kn.

- Voditeljica financijske službe Biserka Marković, dipl. oec. obrazložila je rebalans financijskog plana za 2017. godinu.

Upravni odbor jednoglasno je usvojio Rebalans financijskog plana HŠD-a za 2017. godinu

Ad. 3.

Prijedlog Programa rada HŠD-a za 2018. godinu

- Hrvatsko šumarsko društvo nastaviti će lobirati prema vladi RH i resornom ministarstvu, kako bi ponajprije vratili ime šumarstva u naziv resornoga ministarstva, ali i šumarskoj struci općenito vratili dignitet koji zaslužuje.
- Aktivno ćemo sudjelovati u donošenju najavljene nacionalne Šumarske strategije te nastojati da Zakon o šumama, koji je u završnoj fazi, usvoji naše primjedbe i dopune. Sudjelovat ćemo i pri izradi ostalih zakonskih i podzakonskih akata vezanih za šumarstvo i ostala područja koja utječu na šumarski sektor.
- Nastavit ćemo se boriti protiv političkog nepotizma, koji je kroz sve pore ušao u naše društvo. Jedino napredovanje temeljeno na znanju i zalaganju može unaprijediti sustav i vratiti nadu mladim ljudima.
- Kao krovna udruga, poticati ćemo članstvo da kroz sve šumarske institucije: resorno ministarstvo, Hrvatske

šume d.o.o., udruge privatnih šumovlasnika, Šumarski fakultet, Hrvatski šumarski institut, Hrvatsku komoru inženjera šumarstva i drvne tehnologije, predstavnike drvnog sektora te drugih srodnih institucija, djeluju na dobrobit šumarske struke i naših šuma. U tom cilju lobirat ćemo i kod naših kolega šumara saborskih zastupnika.

- Utjecat ćemo na Vladu i ostale relevantne subjekte društva da se Uprava Hrvatskih šuma d.o.o. ne vrednuje samo kroz ostvarenu financijsku dobit već ponajprije po odgovornom i potrajnom gospodarenju najvrednijim prirodnim resursom koji imamo, našim šumama.
- Ukazivat ćemo ne apsurdnost sadašnjeg načina raspodjele drvene sirovine, koja po netržišnim uvjetima otvara mogućnost protekcijonizma, a u konačnici ne rezultira željenom finalizacijom i povećanom dodanom vrijednosti, već upravo suprotno, izvozom trupaca, ili minimalno doručene drvene sirovine (daske). Na taj način izvozimo radna mjesta, a financijski gubitak društva zbog takvog načina „prodaje“ mjeri se u milijunima kuna.
- Ukazivat ćemo na potrebu decentralizacije sustava Hrvatskih šuma d.o.o. te vraćanju digniteta šumarskih stručnjaka, ponajprije revirnika, kao temeljnog radnog mjesta šumarskog inženjera.
- Prigodnim aktivnostima obilježiti ćemo Svjetski dana šuma, 21. ožujka i Dan planeta zemlje, 22. travnja. Na Svjetski dan šuma napraviti ćemo (napokon) promociju knjige o našem prof. dr. sc. Branimiru Prpiću. Po jedan primjerak knjige dobit će svaki član Šumarskog društva.
- Dan hrvatskoga šumarstva 20. lipnja, obilježiti ćemo prigodnim manifestacijama i aktualnom stručnom temom.
- Prigodnom svečanošću 20. listopada obilježiti ćemo 120. godišnjicu izgradnje Šumarskoga doma.

REBALANS FINANCIJSKOG PLANA 2017. GODINE

	PRIHODI	FINANCIJSKI PLAN	REBALANS PLANA
32	Članarine	621.600,00	598.000,00
34	Prihodi od imovine	991.750,00	1.315.000,00
35	Prihodi od donacija	711.000,00	481.100,00
36	Ostali prihodi	280.000,00	450.000,00
	UKUPNO PRIHODI:	2.604.350,00	2.844.100,00
	RASHODI		
41	Rashodi za radnike	750.000,00	755.000,00
42	Materijalni rashodi	2.704.600,00	2.453.700,00
43	Amortizacija	45.000,00	40.000,00
44	Financijski rashodi	23.000,00	23.000,00
46	Ostali rashodi	62.000,00	14.900,00
	UKUPNO RASHODI:	3.584.600,00	3.286.600,00
52	REZULTAT:	-980.250,00	-442.500,00
	Preneseni višak prihoda iz ranijih razdoblja	3.153.999,00	
	Procjena rezultata 31.12.2017.	-442.500,00	
	Ostatak viška iz prethodnih godina	2.711.499,00	

- Nastavit ćemo podržavati naše uobičajene međunarodne sportsko-stručne manifestacije EFNS i Alpe-Adria, kao i Međunarodni salon fotografija „Šuma okom šumara.
- Podržavat ćemo naše ogranke da nastave s aktivnostima promicanja šumarske struke kroz izdavaštvo, organizaciju stručnih skupova, radionica, okruglih stolova, druženja i stručnih ekskurzija. Posebice ćemo podržavati akciju podizanja spomen obilježja zaslužnim šumarima.
- Sekcije HŠD-a u skladu s idejom osnivanja trebaju okupljati specijaliste iz svojih područja i aktivno sudjelovati u svim događanjima vezanim za svoja područja. Središnjica će im pritom, u skladu s mogućnostima, pružiti potrebnu logističku podršku.
- U suradnji s HKIŠDT pripremat ćemo stručna predavanja i seminare s aktualnom problematikom.
- Podržavat ćemo i potpomagati rad naše znanstvene udruge, Akademije šumarskih znanosti.
- Putem naša dva člana u Hrvatskoj akademiji znanosti i umjetnosti, Znanstvenom vijeću za poljoprivredu i šumarstvo, sudjelovat ćemo u aktivnostima naše najviše znanstvene institucije.
- Aktivno ćemo sudjelovati u radu naše krovne udruge, Hrvatskog inženjerskog saveza (HIS).
- Zajedno s HKIŠDT na jesen planiramo organizirati stručnu ekskurziju u Argentinu, tragom našeg dr. sc. Josipa Balena i njegovih suradnika, koji su ostavili duboki trag u osnivanju šumarskog obrazovanja na tamošnjem Sveučilištu.
- I u svojoj 142. godini izlaženja, nastojat ćemo da naše znanstveno-stručno i staleško glasilo Šumarski list bude što kvalitetnije i da redovito izlazi u 6 dvobroja, kao i zadržati, ili još poboljšati visoki status A1 SCI bodovanja znanstvenih članaka.
- Sjednice Upravnog i Nadzornog odbora održavat ćemo uobičajenim kontinuitetom, a u skladu s aktualnom problematikom organizirat ćemo i tematske sjednice.
- Redovita godišnja sjednica Skupštine HŠD-a održat će se u prosincu, a u skladu s potrebama organizirat će se Elektroničke sjednice Skupštine.
- WEB sustav Hrvatskog šumarskog društva www.sumari.hr i nadalje će se održavati i nadopunjavati.
- Nastavit ćemo s popunjavanjem preostalih poslovnih prostora Šumarskog doma, tj. dijela prve i druge etaže te dijela potkrovlja zgrade. Kako je interes za te prostore pokazao Goethe institut, koji je već zakupio dio prizemlja i prve etaže, nadamo se da ćemo s tom institucijom, kao poželjnim partnerom, u 2018 godini sklopiti Ugovore o najmu za te prostore.
- Od radova održavanja zgrade predviđeni su izmjena krovnih prozora i popravci stolarije u dijelu zgrade koji koristi Institut za razvoj i međunarodne odnose, kao i sobosli-

FINANCIJSKI PLAN ZA 2018. GODINU

FINANCIJSKI PLAN ZA 2018. GODINU		
PRIHODI		
32	Članarine	632.640,00
34	Prihodi od imovine	1.110.000,00
35	Prihodi od donacija	613.500,00
36	Ostali prihodi	380.000,00
UKUPNO PRIHODI:		2.736.140,00
RASHODI		
41	Rashodi za radnike	755.000,00
42	Materijalni rashodi	2.231.650,00
43	Amortizacija	17.000,00
44	Financijski rashodi	25.700,00
46	Ostali rashodi	27.000,00
UKUPNO RASHODI:		3.056.350,00
52	REZULTAT:	-320.210,00
	Preneseni višak prihoda iz ranijih razdoblja	3.153.999,00
	Procjena rezultata 31.12.2017.	-442.500,00
	Pokriće planiranog manjka 31.12.2018.	-320.210,00
	Ostatak viška iz prethodnih godina	2.391.289,00

karski radovi u tim poslovnim prostorima. Uredit će se i Glavni ulaz u podrumski dio zgrade.

- Voditeljica financijske službe Biserka Marković, dipl. oec. obrazložila je Financijski plan za 2018. godinu.

Nakon obrazloženja Programa rada HŠD-a za 2018. godinu, tajnika mr. sc. Damira Delača i Financijskog plana voditeljice financijske službe Biserke Marković, dipl. oec, Upravni odbor jednoglasno ih je usvojio.

Ad. 4.

Umjesto Glavnog urednika Šumarskog lista prof. dr. sc. Josipa Margaletića izvješće je podnio Tehnički urednik Hranislav Jakovac, dipl. ing. Kako je upravo pred tiskanjem zadnji ovogodišnji broj Šumarskog lista 11-12/2017., Uredništvo je svoju obvezu za ovu godinu izvršilo. U 2017. godini objavljeno je 39 radova: 24 Izvorna znanstvena rada, 11 Prethodnih priopćenja, tri Pregledna i jedan Stručni članak. Ovom prigodom ponovno apeliramo na kolege iz šumarske prakse da objavljuju stručne članke. Od drugih rubrika objavljen je 71 tekst: Zaštita prirode 10, Izazovi i suprotstavljanja 1, Aktualno 3, Obljetnice 2, Knjige i časopisi 11, prikazi Znanstvenih i stručnih skupova 10, Priznanja 1, Iz povijesti šumarstva 1, Novi doktori znanosti 1, Natjecana 1, iz Hrvatskog šumarskog društva 11, In memoriam 15, Međunarodna suradnja 3, Popularizacija hrvatske flore 2. Sveukupno je u 2017. godini zaprimljeno 97 znanstveno-stručnih radova. 46 ih je odbijeno; i to 33 od Glavnog urednika i 13 od recenzenata. U pripremi za 2018. godinu već je popunjeno nekoliko dvobroja, a 20 radova je u postupku recenzije. Impact faktor (faktor relevantnosti i izvrsnosti nekog znanstvenog časopisa) Šumarskog lista porastao je od 0,23 iz 2015. godine na 0,49.

Ad. 5.

Predloženo je povjerenstvo za popis imovine i potraživanja na dan 31. 12. 2017. u sastavu: Hranislav Jakovac, dipl. ing.-predsjednik, Branko Meštrić, dipl. ing.- član, Ana Žnidarec - član, prof. dr. sc. Josip Margaletić - zamjenik predsjednika, Jolanda Vincelj, dipl. ing. - zamjenik člana, Ivan Krajačić, dipl. ing. - zamjenik člana.

Zapisnik sastavio

tajnik HŠD-a:

Mr. sc. Damir Delač, v.r.

Ad. 6.

Predsjednik Oliver Vlainić, dipl. ing. zaključio je kako su napravljene sve pripreme za uspješnu organizaciju 121. sjednice Skupštine HŠD-a, koja će se održati neposredno nakon ove sjednice Upravnog odbora. Svi članovi Skupštine dobili su radne materijale za raspravu i odlučivanje na Skupštini.

Ad. 7.

Po ovoj točki Dnevnoga reda nitko se nije javio za riječ

Predsjednik HŠD-a:

Oliver Vlainić, dipl. ing. šum., v.r.

ZAPISNIK

121. REDOVITE SJEDNICE SKUPŠTINE HRVATSKOGA ŠUMARSKOG DRUŠTVA

Mr. sc. Damir Delač

121. Redovita sjednica Skupštine Hrvatskoga šumarskog društva održana je 13. prosinca 2017. godine u Velikoj dvorani Šumarskog doma s početkom u 12,³⁰ sati.

12,⁰⁰ – 12,³⁰ h, dolazak i prijava delegata i uzvanika.

Dnevni red:

1. 12,³⁰ h - Otvaranje Skupštine i pozdravni govori
 - a) Usvajanje Dnevnoga reda
2. Izbor radnih tijela Skupštine:
 - a) Radnog predsjedništva (Predsjednik + 2 člana)
 - b) Zapisničara
 - c) Ovjerovitelja zapisnika (2 člana)
3. Izvješće o radu od prethodne Skupštine:
 - a) Izvješće Predsjednika
 - b) Izvješće Glavnog urednika Šumarskog lista
4. Aktualna problematika
5. Rasprava po izvješćima i zaključci
6. Usvajanje Programa rada i financijskog plana za 2018. godinu
7. Slobodna riječ.

14,⁰⁰ h, Domjenak i blagdansko druženje

Ad. 1.

- 120. Redovitu sjednicu Skupštine Hrvatskoga šumarskog društva otvorio je predsjednik HŠD-a Oliver Vlainić, dipl. ing. pozdravivši uvažene goste i delegate.

Posebice je pozdravio našeg doajena akademika Slavka Matića, akademika Igora Anića, predsjednicu Hrvatskog inženjerskog saveza (HIS) prof. dr. sc. Vjeru Krstelj, dekana Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (ŠF) prof. dr. sc. Vladimira Jambrekovića, ravnateljicu Hrvatskog šumarskog instituta (HŠI) dr. sc. Dijanu Vuletić, predsjednika Hrvatske komore inženjera šumarstva i drvne tehnologije (HKIŠDT) prof. dr. sc. Tomislava Poršinskog, predsjednika Uprave Hrvatskih šuma d.o.o. (HŠ) Krunoslava Jakupčića, dipl. ing. i ravnateljicu Parka prirode Medvednica mr. sc. Marinu Popijač.

Kako su od 98 delegata nazočna 92, zaključio je da postoji kvorum te se može otpočeti s radom i sve odluke donijeti pravovaljano.

Prije prelaska na rad po Dnevnom redu zamolio je uzvanike koji se žele obratiti skupu.

Prigodnim riječima skupštinarima su se obratili: predsjednik AŠZ akademik Igor Anić, predsjednik HKIŠDT prof. dr. sc. Tomislav Poršinsky, ravnateljica HŠI dr. sc.

Dijana Vuletić, dekan ŠF prof. dr. sc. Vladimir Jambrečković, predsjednik Uprave HŠ Krunoslav Jakupčić i predsjednica HIS-a prof. dr. sc. Vjera Krstelj.

a) **Dnevni red** je jednoglasno usvojen.

Ad. 2.

Predložena su sljedeća radna tijela Skupštine:

Radno predsjedništvo:

Predsjednik – Silvija Zec, dipl. ing.

Član – Goran Bukovac, dipl. ing.

Član – Daniela Kućinić, dipl. ing.

Zapisničar – mr. sc. Damir Delač

Ovjerovitelji zapisnika:

a) mr. sc. Ivica Milković

b) Hranislav Jakovac, dipl. ing.

Prijedlog je jednoglasno usvojen.

Ad. 3.

a) Nakon što je radno predsjedništvo zauzelo svoja mjesta za radnim stolom, nastavljen je rad po Dnevnom redu. Predsjednica Radnog povjerenstva Silvija Zec, dipl. ing. zahvalila se na povjerenju za vođenjem današnje Skupštine i pozvala je predsjednika HŠD-a Olivera Vlanića, dipl. ing. da podnese izvješće o radu HŠD-a od prethodne 120. redovite sjednice Skupštine HŠD-a.

Poštovane dame i gospodo, poštovani uzvanici i gosti, cijenjeni članovi Skupštine HŠD-a, drage kolegice i kolege !

Završava se još jedna godina, na čijem kraju rezimiramo planirano i učinjeno u cilju opstojnosti, razvoja, poboljšanja i promidžbe šumarske struke i udruge. Na posljednjoj redovitoj, ali i svečarskoj, 120. Skupštini Hrvatskoga šumarskog društva, u sklopu svečane akademije povodom 170. obljetnice osnutka HŠD-a i 140. godine izlaženja Šumarskoga lista, prikazali smo kratku povijest djelovanja HŠD-a, ali i nagradili najzaslužnije članove za njihov trud u proteklom desetljeću.

Protekle godine nastavili smo s održavanjem elektroničkih sjednica Upravnog odbora i Skupštine, kako bi na brži i racionalniji način u zakonskom roku usvojili godišnja izvješća o radu i financijskom poslovanju te donijeli potrebne odluke za funkcioniranje HŠD-a. Osim elektroničke sjednice Upravni odbor je održao još dvije sjednice, jednu terensku 7. i 8. travnja na području Istre te drugu u Šumarskom domu neposredno prije 121. Skupštine HŠD-a. Prvoga dana terenske sjednice u Umagu, gost sjednice bio je novi predsjednik Uprave trgovačkog društva Hrvatske šume Krunoslav Jakupčić, koji je članovima Upravnog odbora

prezentirao smjernice budućeg poslovanja Hrvatskih šuma. Domaćini sjednice, Uprava šuma Podružnica Buzet te bužetski ogranak HŠD-a, organizirali su u dva dana održavanja sjednice nekoliko stručnih i turističkih posjeta od Savudrijske vale do Pazina.

Dan hrvatskoga šumarstva 20. lipnja obilježili smo na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu stručnim skupom „Stanje privatnih šuma u Republici Hrvatskoj“. Uz HŠD, kao organizatora skupa, sudionici su bili Ministarstvo poljoprivrede, Savjetodavna služba, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Akademija šumarskih znanosti, Hrvatske šume d. o. o., Hrvatski savez udruga privatnih šumovlasnika te Hrvatska komora inženjera šumarstva i drvne tehnologije. S nezadovoljavajućim stanjem u privatnim šumama, većinom u malom šumoposjedu, koje se posljednjih godina i značajno pogoršalo povećavanjem nelegalnih i nestručnih sječa bez adekvatne obnove šuma, suglasili su se svi sudionici skupa. Treba reći da je država kroz ustrojavanje posebne službe za šume šumoposjednika napravila i pozitivne pomake u gospodarenju tih šuma, ali još uvijek postoji više nezadovoljavajućih elemenata s kojima će se trebati baviti kroz duže razdoblje, poput čuvanja šuma te inspeksijskog i stručnog nadzora, kojim bi se gospodarenje privatnim šumama dovelo u optimalno stanje. Makar na skupu nisu usuglašena sva stajališta, pojedinačna promišljanja svih sudionika kao prijedlozi zaključaka, uvršteni su uz opis skupa na stranicama Šumarskog lista. Na kraju su dani i objedinjeni zaključci. Zbog obimnosti materijala sve je prikazano u dva broja Šumarskog lista, 7-8 i 9-10/2017. Kao podsjetnik navest ću da se ove godine navršilo 20 godina kako je na 101. Skupštini HŠD-a 20. lipanj proglašen Danom hrvatskoga šumarstva te se obilježava svake godine od 1998. godine.

Drugi stručni skup koji smo organizirali 11. listopada bio je terenski seminar s temom „Šumskouzgojni radovi u sastojinama Gorskog kotara oštećenim ledolomom“. Nositelj organizacije bila je Sekcija HŠD-a Pro Silva Croatia, a suorganizatori delnička podružnica Hrvatskih šuma te Hrvatska komora inženjera šumarstva i drvne tehnologije. Voditelji seminara akademici Igor Anić i Slavko Matić na stajalištima u četiri šumarije UŠP Delnice, čiji su šumarski stručnjaci i bili na seminaru, pokazali su stanje smrekovo-jelovih, jelovo-bukovih i bukovih šumskih sastojina oštećenih ledolomom u veljači 2014. godine. Nakon analize stanja i rasprave predloženi su šumskouzgojni zahvati koje u sastojinama treba provesti. Smatram da ovakav način rada treba nastaviti i sljedećih godina, jer postoje brojna stručna pitanja kojima se treba zajednički baviti na terenu.

Naše članstvo sudjelovalo je i na brojnim znanstvenim i stručnim skupovima u organizaciji drugih institucija od Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti, Hrvatskoga

inženjerskog saveza, Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatskog šumarskog instituta, Hrvatske komore inženjera šumarstva i drvne tehnologije, Hrvatskoga drvnog klastera, do Hrvatskih šuma i Savjetodavne službe. Odazivali smo se i na manifestacije u organizaciji Hrvatskoga sindikata šumarstva te Sindikata inženjera i tehničara šumarstva. Središnjica se redovito odazivala i posjećivala skupštine ogranaka, kao i druge aktivnosti ogranaka te podupirala njihov rad. Jedna od takvih aktivnosti je i obilježavanje 140 godina osnutka šumarije Sv. Rok, kojom prilikom je gospički ogranak HŠD-a postavio spomen-ploču na zgradi šumarije. Isto tako pomogli smo vinkovačkom ogranku u podizanju spomen-ploče na zgradi Šumarskog doma u Vinkovcima šumaru Brodske imovne općine Mati Medvedoviću, autoru grba grada Vinkovaca i začetniku osnutka vinkovačkoga gradskog muzeja.

Krajem veljače u organizaciji Hrvatskoga inženjerskog saveza održan je okrugli stol „Uloga drvne tehnologije i šumarstva u kružnoj ekonomiji“. U ime HŠD-a održao sam prezentaciju „Hrvatsko šumarsko društvo – Utjecaj na javne politike“. Svoju prezentaciju imao je i dopredsjednik HŠD-a prof. dr. sc. Ivica Tikvić s temom „Općekorisne funkcije šuma“, kao i nekadašnji glavni urednik Šumarskog lista prof. dr. sc. Boris Hrašovec pod nazivom „Zaštita šuma – Aktualni problemi u šumama Hrvatske“. Nastavno na okrugli stol 2. ožujka obilježen je Dan inženjera Republike Hrvatske, a obilježavanje je održano na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Taj dan obilježava se u spomen kada je 1878. godine osnovan Klub inženjera i arhitekata u Zagrebu, preteča Hrvatskoga inženjerskog saveza. Dan inženjera iskorišten je kao prigoda za predaju našeg priznanja predsjednici HIS-a prof. dr. sc. Vjeri Krstelj, koje joj je dodijeljeno povodom 170 godina djelovanja HŠD-a.

Na tragu teme s okruglog stola, o utjecaju HŠD-a na javne politike, tijekom godine bilo je više kontakata s raznim institucijama, kao i nastupa u medijima. Sastanak s ministrom poljoprivrede Tomislavom Tolušićem, zatražen još tijekom 2016. godine, nikada nije održan, iako je i od samog ministra usmeno bilo potvrđeno održavanje sastanka, na kojemu smo htjeli iznijeti svoja stajališta o stanju u sektoru s mjerama za poboljšanje. Zato je u veljači u Ministarstvu gospodarstva održan sastanak s pomoćnikom ministrice gospodarstva mr. sc. Željkom Pravdićem na kojemu se razgovaralo o prodaji sirovine i stanju u našoj drvnj industriji. Ta tematika je jako aktualna i značajno utječe na odnose u sektoru. Nažalost iza toga sastanka nije došlo do poboljšanja po tome pitanju, ali neke aktivnosti će se intenzivirati u sljedećem razdoblju. Kako je opet bilo naznaka oko uklanjanja naknade za općekorisne funkcije šume zajedno s ostalim najvažnijim šumarskim institucijama, u ožujku

smo supotpisali pismo akademika Igora Anića kojim se obrazlažu razlozi za opstanak naknade za općekorisne funkcije šume. Pismo je poslano premijeru Vlade Andreju Plenkoviću, ministru poljoprivrede Tomislavu Tolušiću, ministrici gospodarstva Martini Dalić i predsjedniku saborskog Odbora za poljoprivredu Davoru Romiću.

Glavni urednik Šumarskog lista prof. dr. sc. Josip Margaletić, nakon konzultiranja sa središnjicom HŠD-a, u svom intervjuu u „Glasu koncila“ iznio je stavove o stanju u šumarstvu RH. S obzirom na čitanost Glasa koncila, kao i upućenost novinara u problematiku, što se moglo vidjeti iz njegovih pitanja, ovaj je intervju potaknuo brojne pozitivne komentare. Na tragu toga, prigodom obilježavanja Međunarodnog dana šuma, nastupio je u emisiji Hrvatske televizije „Društvena mreža“. Zajedno s prodekanom Šumarskog fakulteta prof. dr. sc. Stjepanom Mikcem nastupio je također na Hrvatskoj televiziji u emisiji „Treći element“. Ova emisija je znanstvenog karaktera, no bilo je i pitanja o stanju u šumarstvu. Prof. dr. sc. Ivica Tikvić nastupio je u emisiji „Eko zona“ na HTV-u 1. Na temu šumarstva na kršu i Park-šumi Marijan u Splitu, bila je emisija „Eko forma“ na TV Jadran, u kojoj je gostovao dr. sc. Vlado Topić. Mr. sc. Josip Dundović u članku tjednika „Privredni vjesnik“ elaborirao je temu vezanu za energetske uporabu biomase, a za poslovni tjednik „Lider“ dao je izjavu o novo potpisanoj Gradačkoj deklaraciji važnoj za očuvanje okoliša i prilagođenoj Pariškom sporazumu. Tajnik HŠD-a mr. sc. Damir Delač nastupio je u emisiji Hrvatskog radija „Znanost i društvo“ na temu šumarstva i aktualnostima u njemu, a s predsjednikom HŠD-a snimljen je razgovor o stanju u privatnim šumama. U panel diskusiji na velikoj konferenciji o požarima sredinom studenoga u Zagrebu u organizaciji Jutarnjeg lista i Hrvatskih šuma sudjelovali su šumari akademik Igor Anić, dr. sc. Vlado Topić, župan Zadarske županije Božidar Longin, predsjednik Uprave Hrvatskih šuma Krunoslav Jakupčić i voditelj UŠP Split Ivan Melvan. Na temu nekih članaka u nacrtu Zakona o šumama svoje viđenje kao predsjednik HŠD-a iznio sam u dnevnicima Večernji list, Novi list i Slobodna Dalmacija.

Dobar dio godine protekao je u radu na novom Zakonu o šumama koji je započeo 2016. godine. Osim predstavnika HŠD-a mr. sc. Petra Jurjevića u rad se uključila i središnjica na četiri posebno organizirana sastanka od strane Ministarstva poljoprivrede, od čega su dva sastanka bila organizirana u Šumarskom domu. Kroz e-savjetovanje uključili su se i ogranci, kao i pojedini članovi HŠD-a. Dio primjedbi koje smo uputili ugrađeni su u trenutni nacrt Zakona. Uspostavili smo komunikaciju s kolegama šumarima – saborskim zastupnicima u cilju zajedničkog lobiranja na dobrobiti šume i šumarstva u

proceduri donošenja zakonskih i podzakonskih akata vezanih za šumarstvo, ali i onih zakona koji se dotiču šumarstva, poput zakona o zaštiti prirode, cestama, vodama i poljoprivrednom zemljištu.

Odnosi s trgovačkim društvom Hrvatske šume nakon postavljanja nove Uprave Društva poboljšani su, a tijekom godine održano je i nekoliko sastanaka na više tema s predsjednikom Uprave i njegovim suradnicima. Hrvatske šume d.o.o. obnovile su pretplatu na Šumarski list, te je time ponovno povećana naklada lista.

Šumarski list, naše znanstveno-stručno i staleško glasilo izlazi urednom dinamikom. Nakon dogovora s Hrvatskom komorom inženjera šumarstva i drvne tehnologije, kao suizdavačem, osigurana je dostupnost Šumarskog lista struci, ali i financijska sigurnost. Financijsku potporu nastavilo je davati i Ministarstvo znanosti i obrazovanja Republike Hrvatske. U Šumarskom listu redovito se objavljuju aktivnosti HŠD-a.

Internetska stranica HŠD-a redovito se održava, digitalna biblioteka s trenutno 4.238 naslova dopunjuje se, dok se imenik hrvatskih šumara s preko 14 tisuća osoba dopunjuje i ažurira.

Naše sekcije također su bile aktivne tijekom godine. Sekcija Pro Silva Croatia, osim već navedenog terenskog seminara u Gorskog kotaru, organizirala je sedmodnevnu stručno-turističku ekskurziju za članove Pro Silve Švicarske. To je u biti bio uzvratni posjet nakon dvije ekskurzije naših članova u Švicarsku 2014. i 2015. godine. Gosti su kroz bogat program upoznali šume Gorskog kotara, Istre, Raba, Like i Slavonije, a turistički su obišli gradove Pulu, Rab i Zagreb, Memorijalni centar Nikola Tesla u Smiljanu, špilju Lokvarku, Park-šumu Golubinjak te nacionalne parkove Risnjak i Plitvička jezera. Sekcija za zaštitu šuma aktivno je sudjelovala na 61. seminaru biljne zaštite u Opatiji. Hrvatska udruga za biomasu, kao sekcija HŠD-a, organizirala je 12. Hrvatske dane biomase u Našicama sa znanstveno-stručnim skupom: „Značaj obnovljivih izvora energije u potrajnoj opskrbi energijom“, što se ove godine poklopilo s državnim natjecanjem šumskih radnika – sjekača u sklopu Festivala Dani slavonske šume. Uz to, sudjelovala je na skupovima o biomasi u Austriji i Hrvatskoj. Sekcija za kulturu, sport i rekreaciju bavila se svojim tradicionalnim aktivnostima poput bjelovarskog salona fotografije „Šuma okom šumara“ koji je dostigao 13. Izdanje, te kao i svake godine izložbama diljem Hrvatske promiče šumarsku struku. Nakon jedne godine izbivanja s europskog natjecanja šumara u nordijskom skijanju, hrvatska ekipa nastupila je na 49. EFNS-u u Latviji. U Sloveniji na zimskom natjecanju šumara Alpe-Adria nastupila je ekipa delničkog ogranka HŠD-a pojačana natjecateljima iz Karlovca i Zagreba. Ekipa lađara iz bjelovarskog

ogranka HŠD-a, koja nastupa pod nazivom „Šumari“, osvojila je do sada najbolje 6. mjesto na 20. neretvanskom maratonu lađa. Uz ove međunarodne aktivnosti bilo je više sportskih aktivnosti poput malog nogometa i biciklizma organiziranih od strane ogranka unutar Domovine. Ogranci su se također uključili u obilježavanje Međunarodnog dana šuma 21. ožujka. Pojedini ogranaci uključeni su u razne projekte koji se financiraju sredstvima iz EU projekata.

U rujnu je posjećena 5. Šumarijada Federacije Bosne i Hercegovine kojom prilikom su ostvareni kontakti s Hrvatskim šumarskim društvom iz Federacije BiH te Udruženjem inženjera i tehničara šumarstva Federacije BiH s kojima je dogovorena njihova ekskurzija na područje Hrvatske u proljeće sljedeće godine.

Ove godine na sam Dan hrvatskoga šumarstva 20. lipnja navršilo se punih 40 godina od proglašenja Zakona o vraćanju dijela zgrade Šumarskog doma HŠD-u nacionaliziranog nakon Drugoga svjetskog rata. Naš Šumarski dom od svoje izgradnje 1898. godine bio je okupljalište struke, a tako je i danas. Zbog njegovog značaja nastojimo se i dostojno skrbiti o njemu. Tako je, nakon značajne obnove prostora Šumarskog doma tijekom 2016. godine i primanja iste godine novog zakupnika Goethe instituta u prostor prizemlja, u lipnju 2017. godine proširen zakup s istim zakupcem na dio prvoga kata nakon dodatnog uređenja toga prostora. Osim toga manji dio prostora drugoga kata iznajmljen je od mjeseca travnja Hrvatskom šumarskom institutu. Uređena su i sva tri ulaza u zgradu. S Goethe institutom su nastavljeni pregovori oko zakupa preostalih dijelova prvoga i drugog kata. Krajem studenoga upućen je dopis Goethe institutu koji je urodio sastankom početkom prosinca i pismom namjere instituta o voljnosti za useljenjem u navedene prostore. U slučaju ostvarenja toga zakupa HŠD bi ponovno osigurao financijsku mogućnost za nesmetani rad, pa i pojačavanje svojih aktivnosti. Bojazan za financijsku budućnost HŠD-a, koja je vladala nakon odlaska Direkcije Hrvatskih šuma iz prostorija doma, time bi u potpunosti nestala.

Na kraju želim se zahvaliti svima članovima HŠD-a, zaposlenicima Stručnih službi i uredništvu Šumarskog lista koji su svojim djelovanjem doprinijeli bogatom radu HŠD-a u 2017. godini.

Koristim priliku da svim nazočnima na Skupštini zaželim puno poslovnih i osobnih uspjeha, zdravlja i sreće u nadolazećoj 2018. godini.

Zahvaljujem se na Vašem strpljenju i pozornosti !

- b) Umjesto Glavnog urednika Prof. dr. sc. Josipa Margaletića izvješće je podnio Tehnički urednik Hranislav Jakovac, dipl. ing. Izvješće po ovoj točki Dnevnoga reda izneseno je 2. sjednici Upravnog odbora HŠD-a i navedeno je u zapisniku te sjednice pa ga ovdje nećemo ponavljati.

Ad. 4.

a) Rebalans financijskog plana za 2017. godinu

Rebalans financijskog plana za 2017. obrazložila je Biserka Marković, dipl. oec.

Potreba za rebalansom pokazala se zbog značajnijeg odstupanja kako u planiranim prihodima tako i u planiranim rashodima.

Procjena je napravljena na temelju poznatih podataka knjiženih s 30. listopada poznatih stavki vezanih za središnjicu te dostavljenih podataka s ogranaka.

U planu za 2017.g. ukupni prihodi predviđeni su u ukupnom iznosu od 2,6 mil. kn dok u predloženom rebalansu stoji 2,8 mil. kn

Odstupanja se predviđaju po svim kategorijama prihoda.

Manji prihodi su u kategoriji članarine za 20.000 kn, kamata na oročena sredstva 25.000 kn, prihoda iz državnog proračuna 190.000 kn i donacija od HŠ d.o.o. 60.000 kn.

Istovremeno su veći prihodi od iznajmljivanja imovine za 350.000 kn; refundacije troškova preuređenja I. kata te povećanje mjesečne najamnine Goethe instituta od 10. lipnja za novo iznajmljeni prostor (330 m²) i Hrvatskog šumarskog instituta (60 m²).

Veći je i prihod pretplate Šumarskog lista ugovorom s HŠ d.o.o. od 100.000 kn, na što se nije moglo računati pri donošenju plana. Osim toga u prihode ulazi i 60.000 kn koje su prošle godine na temelju rješenja Gradskog komunalnog ušle kao trošak, no na temelju naše žalbe izdana su nova rješenja bez tog iznosa.

U planu za 2017. godinu rashodi su predviđeni u ukupnom iznosu od 3,58 mil. kn, dok su ostvareni 3,28 mil. kn.

Smanjenje ukupnih rashoda rezultat je očekivanih manjih troškova u kategoriji grafičkih usluga - 50.000 kn, 110.000 kn - u kategoriji ostalih grafičkih usluga (knjiga o prof. Prpiću koja nije realizirana), 25.000 kn - na investicijskom održavanju zgrade, 90.000 kn - u kategoriji komunalnih naknada i 110.000 kn - na stručnim putovanjima, te ostalim rashodima - 40.000 kn.

Veći se rashodi predviđaju u kategoriji reprezentacije i to za 90.000 kn i naknada osobama izvan radnog odnosa 15.000 kn.

Rezultat koji predviđamo rebalansom i dalje pokazuje manjak, ali smanjen s 980.000 kn predviđenih planom na 440.000 kn u rebalansu.

b) Stanje sa Šumarskim domom

Temu je iznio tajnik mr. sc. Damir Delač.

Da se prisjetimo, nakon napuštanja poslovnih prostora koje je u zgradi Šumarskog doma koristila Direkcija Hrvatskih šuma d.o.o. ukupne površine 1528,69 m²; i to 258,70 m² u prizemlju zgrade, 679,17 m² na I. etaži, 363,26 m² II. etaži

i 227,56 m² na III. etaži zgrade 12. travnja 2015. godine napravljen je Zapisnik o primopredaji.

Zaključeno je da su predmetni prostori uslijed dugogodišnjeg neulaganja u vrlo derutnom stanju.

Tijekom 2015. i 2016. godine temeljito su preuređeni prostori I. i II. etaže Šumarskog doma, a nakon kontakta s predstavnicima Goethe instituta, koji su ostvareni putem agencije za nekretnine „Poslovni kvadrati“, uređen je i prostor u prizemlju zgrade koji je koristila Uprava HŠ.

Za prostor od 258,70 m² 12. rujna 2016. godine sklopljen je Ugovor o zakupu s Goethe institutom.

Ukupna vrijednost obavljenih radova iznosila je 969.000,00 kn.

Početkom 2017. predstavnici Goethe instituta iskazali su namjeru za daljnjim proširenjem zakupljenih prostora u Šumarskom domu za potrebe tečajeva kao i preseljenja njihove biblioteke. Odnosilo se to na prostor na dijelu I. etaže zgrade od 370,00 m². Njihova želja bila je da tečajevi započnu početkom lipnja 2017. No, unatoč tomu, odobrenja za proširenje iz njihovog regionalnog ureda u Grčkoj i glavnog u Njemačkoj stigla su dosta kasno, tako da je Ugovor sklopljen tek 26. travnja 2017. godine. Tim Ugovorom objedinjen je prostor u prizemlju (258,70 m²) i na I. etaži (370,00 m²) što je ukupno 628,70 m². Zahvaljujući razumijevanju naših izvođača radovi preuređenja su dovršeni su na vrijeme te je Primopredaja novouređenih prostora napravljena 12. lipnja 2017. godine.

Izvršeni su građevinski radovi rušenje pregradnih zidova, izrada novog i rekonstrukcije postojećeg sanitarnog čvora, parketarski i stolarski radovi te preinake sustava grijanja i hlađenja.

31. ožujka 2017. godine potpisan je Ugovoru o zakupu poslovnog prostora od 60 m² na II. etaži Šumarskog doma (ulaz Perkovičeva) s Hrvatskim šumarskim institutom.

Od ostalih radova u Šumarskom domu uređeno je Glavno stubište te stubišta ulaza s Mažuranićevog trga i Perkovičeve ulice.

Od radova na ostalom dijelu zgrade napravljeno je brušenje kamenih stubišta na Glavnom holu i stubišta na ulazu s Mažuranićevog trga. Radovi preinaka grijanja na II. katu i podrumskom prostoru i kabliranje telefonije na svim etažama Šumarskog doma.

Sveukupno je u 2017. godini utrošeno je 535.600 kn.

Kako se tržište nekretnina u Zagrebu počelo buditi, tako smo i mi počeli dobivati upite za najam preostalog prostora Šumarskog doma. U tom smislu napisali smo pismo predstavnicima Goethe instituta, kao poželjnim partnerima, ne bi li od njih dobili konkretne stavove u vezi s njihovom namjerom za daljnje proširenje. Sve su naznake da se oni namjeravaju potpuno preseliti iz dosadašnjeg prostora u Vukovarskoj u Šumarski dom, a u prvoj fazi zakupili bi

preostali dio na I. etaži i dio II. etaže uz dio koji koristi IRMO. Radovi na prilagodbi toga prostora izvršit će se nakon potpisivanja Ugovora.

U 2018. godini planiramo renovirati poslovni prostor koji je u najmu IRMO-a (renoviranje parketa, bojanje zidova i stolarije, izmjena krovnih prozora).

Na ostalom dijelu obnoviti ćemo prolaz iz Glavnog hola prema dvorištu zgrade.

Tako će naš Šumarski dom dočekati svoj 120. rođendan, 20. listopada 2018. većim dijelom obnovljen, a nadamo se i u funkciji kojom će nam osigurati financijske uvjete za daljnje aktivnosti.

Ad. 5.

Delegati su jednoglasno usvojili:

- a) Izvješće o radu HŠD-a od prethodne 120. Redovite sjednice Skupštine HŠD-a.

Zapisnik sastavio

tajnik HŠD-a:

Mr. sc. Damir Delač, v.r.

- b) Izvješće Glavnog urednika Šumarskog lista.

- c) Rebalans financijskog plana za 2017. godinu.

Ad. 6.

Prijedlog programa rada HŠD-a i Prijedlog financijskog plana za 2018. godinu poslani su svim delegatima i objavljeni su u Zapisniku 2. sjednice Upravnog odbora 2017. te ih ovdje ponovno ne objavljujemo.

Prijedlog programa rada i financijskog plana HŠD-a za 2018. godinu jednoglasno su usvojeni.

Ad. 7.

Po ovoj točki Dnevnoga reda nitko se nije javio za riječ.

Nakon završetka radnog dijela 121. sjednice skupštinari i gosti uputili su se u podrumsku dvoranu Šumarskog doma, gdje je organiziran božićni domjenak i druženje.

Predsjednik HŠD-a:

Oliver Vlainić, dipl. ing. šum., v.r.

Ovjerovitelji Zapisnika:

mr. sc. Ivica Milković

Hranislav Jakovac, dipl. ing.

UPUTE AUTORIMA

Šumarski list objavljuje znanstvene i stručne članke iz područja šumarstva, odnosno svih znanstvenih grana pripadajućih šumarstvu, zatim zaštite prirode i lovstva. Svaki znanstveni i stručni članak trebao bi težiti provedbi autorove zamisli u stručnu praksu, budući da je šumarska znanost primjenjiva. U rubrikama časopisa donose se napisi o zaštiti prirode povezane uz šume, o obljetnicama, znanstvenim i stručnim skupovima, knjigama i časopisima, o zbivanjima u Hrvatskom šumarskom društvu, tijeku i zaključcima sjednica Upravnoga odbora te godišnje i izvanredne skupštine, obavijesti o ograncima Društva i dr.

Svi napisi koji se dostavljaju Uredništvu, zbog objavljivanja moraju biti napisani na hrvatskom jeziku, a znanstveni i stručni radovi na hrvatskom ili engleskom jeziku, s naslovom i podnaslovima prevedenim na engleski, odnosno hrvatski jezik.

Dokument treba pripremiti u formatu A4, sa svim marginama 2,5 cm i razmakom redova 1,5. Font treba biti Times New Roman veličine 12 (bilješke – 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 elektroničkom adresom (E-mail). Stranice treba obrojčati.

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

Priloge opisati dvojezično (naslove priloga, glave tablica, mjerne jedinice, nazive osi grafikona, slika, karata, fotografija, legende i dr.) u fontu Times New Roman 10 (po potrebi 8). Drugi jezik je u kurzivu. U tekstu označiti mjesta gdje se priložio moraju postaviti.

Rukopisi znanstvenih i stručnih radova, koji se prema prethodnim uputama dostavljaju uredništvu Šumarskoga lista, moraju sadržavati sažetak na engleskom jeziku (na hrvatskome za članke pisane na engleskom jeziku), iz kojega se može dobro indeksirati i abstrahirati 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 literature:

Članak iz časopisa: Prezime, I., I. Prezime, 2005: Naslov članka, Kratko ime časopisa, Vol. (Broj): str.–str., Grad

Članak iz zbornika skupa: Prezime, I., I. Prezime, I. Prezime, 2005: Naslov članka, U: I. Prezime (ur.), Naziv skupa, Izdavač, str.–str., Grad

Članak iz knjige: Prezime, I., 2005: Naslov članka ili poglavlja, Naslov knjige, Izdavač, str.–str., Grad

Knjiga: Prezime, I., 2005: Naslov knjige, Izdavač, xxxx str., Grad

Disertacije i magistarski radovi: Prezime, I., 2003: Naslov, Disertacija (Magisterij), Šumarski fakultet Zagreb. (I. = prvo slovo imena; str. = stranica)

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Forestry Journal publishes scientific and specialist articles from the fields of forestry, forestry-related scientific branches, nature protection and wildlife management. Every scientific and specialist article should strive to convert the author's ideas into forestry practice. Different sections of the journal publish articles dealing with a broad scope of topics, such as forest nature protection, anniversaries, scientific and professional gatherings, books and magazines, activities of the Croatian Forestry Association, meetings and conclusions of the Managing Board, annual and extraordinary meetings, announcements on the branches of the Association, etc.

All articles submitted to the Editorial Board for publication must be written in Croatian, and scientific and specialist articles must be written in Croatian and English. Titles and subheadings must be translated into English or Croatian.

Documents must be prepared in standard A4 format, all margins should be 2.5 cm, and spacing should be 1.5. The font should be 12-point Times New Roman (notes – footnotes 10). The text itself should be in normal type, the titles in bold and capital letters, the subheadings in bold and small letters, and the authors in bold and small letters without titles. Footnotes should contain the name of the author together with titles, address and electronic address (e-mail). The pages must be numbered.

A manuscript with all its components, including tables, graphs, figures (drawings and photographs) and maps, should not exceed 15 pages. Manuscripts exceeding 15 pages must be approved for publication by editors and reviewers. The attached drawings, photographs and maps should be in high resolution.

All paper components should be in two languages (titles of components, table headings, units of measure, graph axes, figures, maps, photographs, legends and others) and the font should be 10-point Times New Roman (8-point size if necessary). The second language must be in italics. Places in the text where the components should be entered must be marked.

Manuscripts of scientific and specialist papers, written according to the above instructions and submitted to the Editorial Board of Forestry Journal, must contain an abstract in English (or in Croatian if the article is written in English). The abstract should allow easy indexation and abstraction and must contain all the key parts of the article: a part of the introduction, description of research topic, method of work, research results, and the essentials from the discussion and conclusions. The summary must give an indication of bilingual components – tables, graphs and figures (drawings and photographs) from the article.

Rules for reference lists:

Journal article: Last name, F., F. Last name, 2005: Title of the article, Journal abbreviated title, Volume number: p.–p., City of publication

Conference proceedings: Last name, F., F. Last name, 2005: Title of the article, In: M. Davies (ed), Title of the conference, Publisher, p.–p., City of publication

Book article: Last name, F, 2005: Title of the article or chapter, Title of the book, Publisher, p.–p. City of publication

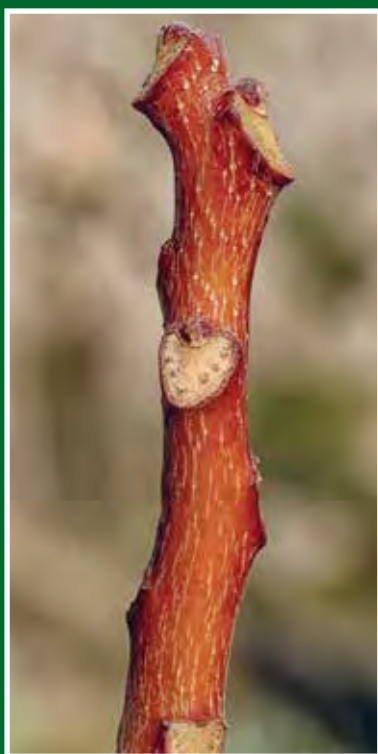
Book: Last name, F, 2005: Title of the book, Publisher, xxxx p., City of publication

Dissertations and master's theses: Last name, F., 2003: Title, Dissertation (Master's thesis), Faculty of Forestry, Zagreb (F. = Initial of the first name; p. = page)



Slika 1. Kora je siva, dugo glatka, kasnije uzdužno plitko izbrazdana i svjetlije isprugana. ■ Figure 1. Bark is grey, smooth for a long time, becoming longitudinally fissured with age.

Slika 3. Listovi su 40–60 (–90) cm dugački, neparno-perasto sastavljeni od 13–25 (–31) liske; liske su jajasto-kopljaste, dugačko šiljastog vrha, cijelog ruba, pri osnovi sa 2–4 zupca na svakom od kojih je žlijezda. ■ Figure 3. Leaves are 40–60(–90) cm long, odd-pinnately compound, containing 13–25(–31) leaflets; each leaflet is ovate-lanceolate, pointed at apex, with entire margins, with two to four glandular teeth near the base.



Slika 2. Izbojci su debeli, crvenkastosmeđi; pupovi su zavojito raspoređeni, sitni; ožiljak otpalog lista je vrlo velik, svjetlosmeđ. ■ Figure 2. Twigs are stout, reddish-brown; buds are spirally arranged and small; leaf scars are large, light brown.



Slika 4. Plodovi su duguljasto-eliptični, svjetlosmeđi, 3–5 cm dugački, okriljeni; dozrijevaju u rujnu i listopadu. ■ Figure 4. Fruits are oblong-elliptic, light brown, 3–5 cm long, winged; maturing in September to October.

***Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle – pajasen, obični pajasen, žljezdasti pajasen, kiselo drvo, Božje drvo, divlji orah (*Simaroubaceae*)**

Pajasen je listopadno, dvodomno, do 30 m visoko drveće kratkoga životnoga vijeka (može doživjeti 30 do 70 godina starosti). Potječe iz sjeverne i srednje Kine. U Europu (Pariz) unesen je 1740-ih godina te je bio često sađena vrsta drveća u europskim gradovima zbog brzoga rasta, otpornosti na niske temperature, nezahtjevnosti za njegom i tolerancije na nepovoljne uvjete okoliša. U mnogim je državama, uključujući Hrvatsku, postao široko rasprostranjena invazivna vrsta drveća. Dolazi na otvorenim, degradiranim, zapuštenim staništima u naseljima, uz prometnice i obale rijeka. Biljke je nakon zakorijenjivanja vrlo teško potpuno ukloniti, jer imaju sposobnost tjeranja izbojaka iz panja i iz bilo kojeg dijela korijena. Uz to, ženska stabla svake godine redovito i obilno polodonose. U Kini se pajasen koristi za ogrijevno drvo, za izradu šibica, za proizvodnju namještaja (drvo odraslih stabala je žućkasto-bijele boje, srednje teško, razmjerno trajno, teško se cijepa, malo se uteže pri sušenju i ima lijepi sjaj), različiti dijelovi biljke koriste se u medicini, od kokona jedne vrste svilenog moljca koji se hrani lišćem pajasena dobiva se čvrsta i trajna svila, a biljke se koriste i za sprječavanje erozije tla.

***Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle – Tree of Heaven, Stink Tree (*Simaroubaceae*)**

Tree of heaven is a deciduous, dioecious, up to 30 m in height, short-lived tree species, with life span ranging from 30 to 70 years. It is native to northern and central China. It was introduced to Europe (Paris) in the 1740's. Due to the rapid growth rate, hardiness, little care and ability to tolerate unfavourable environmental conditions, it soon became one of the commonly planted ornamental trees in European cities. It has become widely distributed invasive tree in many countries including Croatia. It invades open, disturbed, neglected sites in urban areas, sites along roads and riverbanks. Once it has been established, it is very difficult to eradicate, for it can sprout from the stumps and on any portion of a root. Additionally, female trees annually produce a large amount of fruits. In China it has been used for firewood, match wood, furniture (the wood is yellowish-white, moderately heavy, rather durable, and difficult to split, does not shrink in drying and has a beautiful lustre), for medicine, silk industry (coarse and durable silk obtained from the cocoons of the Shantung silk moth) and for soil erosion control.

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