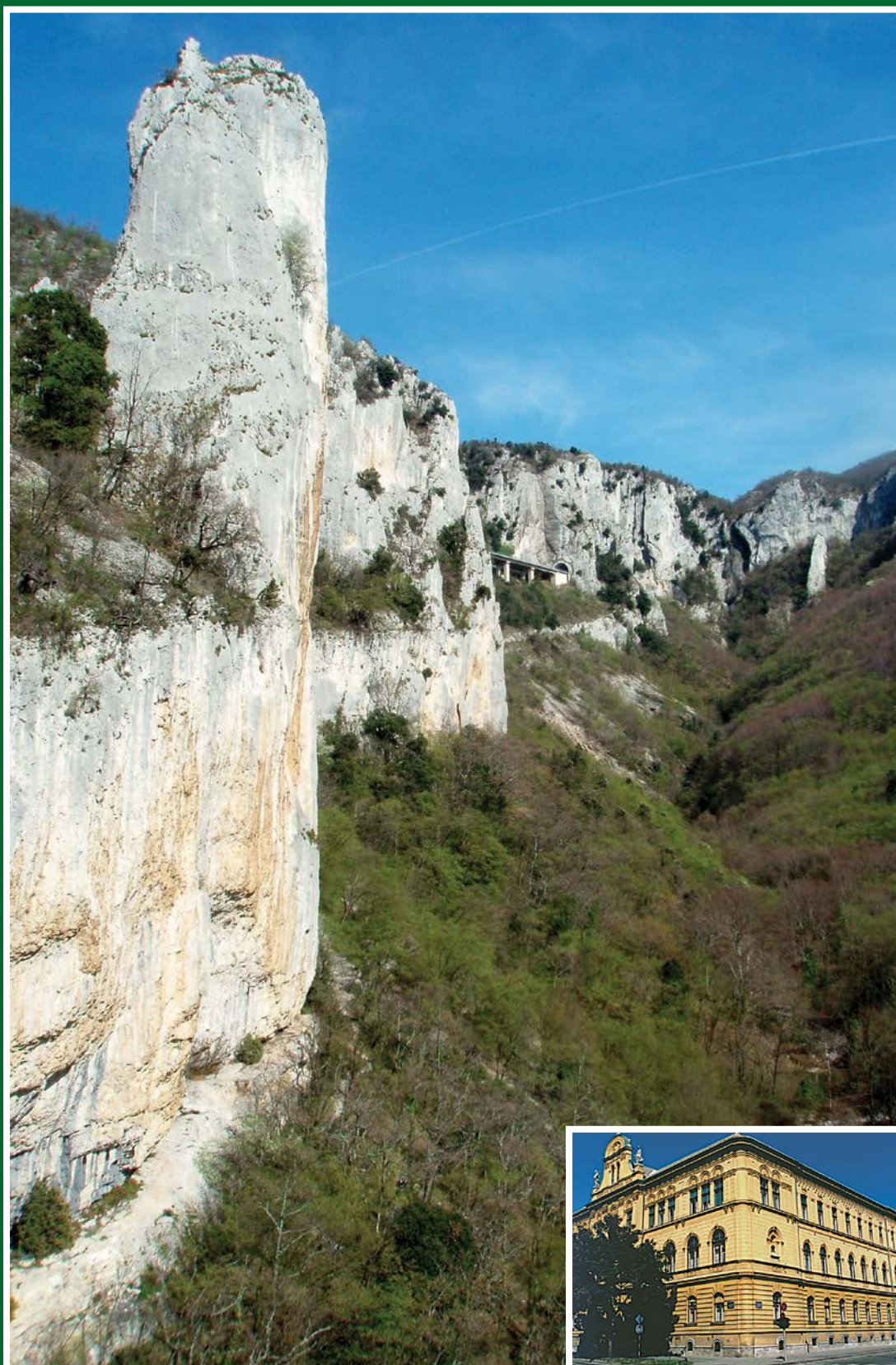


ŠUMARSKI LIST

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO



UDC 630*
ISSN
0373-1332
CODEN
SULIAB



3-4

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
mail: hsd@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

142. godina neprekidnog izlaženja
1081 svezaka na 81926 stranica
15777 članaka od 2884 autora

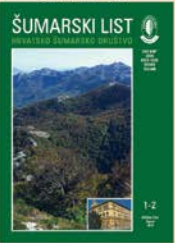
DIGITALNA ŠUMARSKA BIBLIOTEKA

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



EFN HŠ ŠF HŠI
HKISD DHMZ



Naslovna stranica – Front page:

Park prirode Učka – kanjonska udolina
Vela draga na zapadnim obroncima Učke
(Foto: Branko Meštrić)

Učka Nature Park - the Vela Draga canyon
valley on the western slopes of Mount.
Učka (Photo: Branko Meštrić)

Naklada 1650 primjeraka

Uredništvo ŠUMARSKOGA LISTA

HR-10000 Zagreb
Trg Mažuranića 11

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

Šumarski list online:
www.sumari.hr/sumlist

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

Izdavač:
HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO

Suizdavač:
Hrvatska komora inženjera šumarstva
i 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* 188 (*Alnus incana* L.)(001)
Vukelić, J., D. Baričević, I. Poljak, M. Vrčec, I. Šapić
Fitocenološka analiza šuma bijele johe (*Alnus incana* /L./ Moench subsp. *incana*) u Hrvatskoj – Phytocoenological analysis of grey alder (*Alnus incana* /L./ Moench supsp. *incana*) forests in Croatia 123
- UDK 630* 181.8 + 111 (001)
Andrić, I., A. Jazbec, V. Pintar, D. Kajba
Modelling the timing of leaf unfolding in pedunculate oak (*Quercus robur* L.) clonal seed orchard – Modeliranje vremena listanja u klonskoj sjemenskoj plantaži hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) 137
- UDK 630* 831 (001)
Šafran, B., M. Jug, K. Radmanović, M. Hasan, K. Augustinović, K. Vučković, S. Risović
Doprinos istraživanju svojstava peleta od drva turopoljskog kraja – Contribution to the research on wood pellet characteristics from Turopolje area 149
- UDK 630* 451 (001)
Győző F. HORVÁTH and Dániel TÓTH
Abundance of bank vole (*Myodes glareolus* Schreb.) as an indicative factor of different forest structure and management in the Drava plain region – Brojnost šumske voluharice (*Myodes glareolus* Schreb.) kao indikativni faktor strukture šuma i utjecaja šumarskog gospodarenja u aluvijalnoj nizini Drave 161
- UDK 630* 443 + 453 (001)
Nève Repe, A., M. De Groot, M. Jurc
Assemblages of ophiostomatoid fungi vectored by *Ips amitinus* (Coleoptera: Scolytinae) on Norway spruce depend on colonization time, position on the host tree and development stage – Vektorski odnos ofiostomatoidnih gljiva i *Ips amitinus* (Coleoptera: Scolytinae) na smreci ovisno o vremenu naseljavanja, položaju na stablu i fazi razvoja 171

Prethodno priopćenje – Preliminary communication

- UDK 630* 453
Dautbašić, M., K. Zahirović, O. Mujezinović, J. Margaletić
Prvi nalaz hrastove mrežaste stjenice (*Corythucha arcuata*) u Bosni i Hercegovini – First record of oak lace bug (*Corythucha arcuata*) in Bosnia and Herzegovina 179

Pregledni članci – Reviews

- UDK 686 + 383
Dražić, S., M. Danilović, D. Stojnić, V. Blagojević, R. Lučić
Openness of Forests and Forest Land in the Bosnia and Herzegovina Entity Republic of Srpska – Otvorenost šuma i šumskog zemljišta u Bosni i Hercegovini, entitetu Republici Srpskoj 183

Zaštita prirode – Nature protection

- Arač K.:
Siva žuna (*Picus canus* Gmelin) 197
- Martinić I.:
Zaštićena područja
Kratka povijest rendžerske službe – ideja, uzori i razvoj 198

Aktualno – Current news

- Gallo C.
Šuma šumarum (Šumovi u poimanju šume) 201

Knjige i časopisi – Books and journals

Meštrić, B.:

Pregled pisanja odabranih časopisa u redakcijskoj razmjeni Šumarskog lista 205

Kajba, D.:

Znanstvena monografija

Prof. dr. sc. Dalibor Ballian i dr. sc. Gregor Božić

„Biokemijska varijabilnost smreke (*Picea abies* Karst) u Bosni i Hercegovini“ 209

Novi doktori znanosti – New doctors of science

Kajba, D.:

Dr. sc. Ivan Andrić. 213

Znanstveni i stručni skupovi – Scientific and professional meetings

Franjić, J.:

Neke zanimljivosti s puta u Rim 214

Glavaš, M.:

III. seminar integralna zaštita šuma s međunarodnim učešćem. 218

Međunarodna suradnja – International cooperation

Perić, S., M. Đodan:

COST Akcija FP1206

Mreža mješovitih europskih šuma

European mixed forests integrating scientific knowledge in sustainable forest management – EuMIXFOR. 220

Aščić, I.:

Drveće mediterana 223

RIJEČ UREDNIŠTVA

ŠUMARSKI PROPISI I POLITIKA

Prijedlog zakona o šumama prošao je prvo čitanje u Saboru Republike Hrvatske. Njegova priprema trajala je skoro dvije godine. U povjerenstvu za izradu sudjelovali su predstavnici svih relevantnih sektorskih institucija, a prijedlog zakona prošao je i e-savjetovanje, nakon kojega je dio primjedbi usvojen. Na saborskom Odboru za poljoprivredu bilo je dosta rasprave o iznosu naknade za općekorisne funkcije šuma, čija bi se stopa trebala zadržati na postojećoj razini od 0,0265 %, ali s oslobođanjem plaćanja naknade svim pravnim i fizičkim osobama koje ostvaruju godišnji prihod do tri milijuna kuna. Vezano za raspodjelu sredstava iz naknade OKFŠ-a buru među šumarskim znanstvenicima i stručnjacima izazvao je prijedlog pravilnika sa smanjenjem financiranja znanstveno-istraživačkih radova sa sadašnjih 5 % na samo 1 %, što bi u praksi značilo da se samo oko milijun i pol kuna raspodjeljuje za šumarsku znanost. Svjesni svih ugroza koje trenutno vladaju u hrvatskim šumama, ovakav prijedlog je stvarno nerazuman i podcjenjivački. Valja se nadati da će kritički komentari i prijedlozi uroditi plodom te da će se znanstveno-istraživačkim radovima propisati traženih 10 % od ukupnih sredstava iz fonda OKFŠ-a. Novi pak Pravilnik o nedrvnim šumskim proizvodima unosi nepotrebno i golemo administriranje zbog izdavanja dozvola za besplatno sakupljanje šumskih plodova za vlastite potrebe, bez mogućnosti kvalitetne kontrole ulaska u šumu na temelju kojega mogu nastupiti i značajne štete za dio šumskog ekosustava, a povećana je i opasnost od šumskih požara.

Nedavno najavljeno osnivanje sedamnaeste podružnice Hrvatskih šuma u Slatini, za područje Virovitičko-podravske županije, možda je prošlo nekako nezapaženo i ne previše glasno komentirano u šumarskoj javnosti. Međutim, sama realizacija te ideje otvorila bi Pandorinu kutiju iz koje ne znamo što bi sve izašlo, a po mitologiji iz te kutije je izašlo zlo. Raspodjela državnih šuma i šumskih zemljišta u Republici Hrvatskoj ne prati političke granice županija i općina. To je davno napušteno. Trgovačko društvo Hrvatske šume d.o.o. u stopostotnom je vlasništvu Republike Hrvatske i

brine se o gospodarenju državnim šumama, ne gledajući na lokalne granice, jer je interes šume u prvom planu. Naravno da lokalno stanovništvo treba imati koristi od resursa kojima raspolaže, ali to se rješava kroz zapošljavanje u Hrvatskim šumama d.o.o., prodaju ogrjeva, sakupljanje nedrvnih proizvoda i slično. Najavljena korist za Virovitičko-podravsku županiju osnivanjem nove podružnice kosi se s današnjim ustrojem i upravljanjem Hrvatskim šumama. Nijedna županija ne radi razvojne planove za Hrvatske šume d.o.o., no suradnja s jedinicama lokalne uprave posvuda postoji, jer su šumari oduvijek bili dio zajednice u kojoj su djelovali. Ne samo da je najava upravljanja eventualnom novom podružnicom iz županije nemoguća, nego bi se time otvorila mogućnost prekrajanja granica i ostalih podružnica po županijskim granicama. Neke podružnice mogle bi biti ukinute, a neke bi se proširile izvan povijesnih i tradicijskih granica. Svaki ustroj ima svojih nedostataka i ne može se reći da je sadašnji idealan, ali sa svakom najavom promjena, posebice ako nisu cjelovite nego parcijalne, provedbom istih dolazi do sukoba u kojima glavnu ulogu ne igraju racionalni gospodarski razlozi, nego trenutna politička moć. Trenutno postoji 21 županija s gradom Zagrebom, ali već godinama se vode rasprave treba li smanjiti broj tih administrativnih jedinica. Za koju godinu će možda postojati samo nekoliko regija. Da li bi onda ponovno trebalo prekrajati granice podružnica unutar Hrvatskih šuma d.o.o.? Današnje poslovanje trgovačkog društva u državnom vlasništvu, iako ima monopolistički položaj, nikako ne određuje tržišno poslovanje, nego državom uvjetovana raspodjela sirovine po dugo vremena najnižim cijenama u regiji, ali i u čitavoj Europskoj uniji. Najveću cijenu „darivanja“ državnog resursa plaća šuma kojoj se ne vraća ono osnovno kroz dostatne šumsko-gospodarske zahvate, a kamoli da joj se poboljšava stanje sanacijom uslijed elementarnih nepogoda, promjene klime, pojave novih štetnika i drugih ugroza. U takvoj situaciji razmišljati o stvaranju nove podružnice zbog zadovoljavanja lokalnih apetita nikako nije mudro ni racionalno.

Uredništvo

EDITORIAL

FOREST REGULATIONS AND POLITICS

The forest law proposal has gone through the first reading in the Sabor of the Republic of Croatia. It has been prepared for almost two years. The conflict of interest committee was participated by the representatives of all relevant sector institutions; the Law proposal also underwent an e-consultation after which a part of the comments were accepted. At the Board of Agriculture there was considerable discussion on the amount of reimbursement for the nonprofit forest functions, the rate of which should be retained at the present level of 0.0265%, though with the exemption from payment granted to all legal and physical persons with a yearly income up to three million Kunas. In connection with the distribution of the means from the OKFŠ (nonprofit forest functions) fund, the proposed regulations that would reduce the finances for the scientific research from the present 5% to only 1% have caused a turmoil among the scientists; this would practically mean that only about 1.5 million Kunas would be allotted to forestry science. Considering the many current threatening issues related to the Croatian forests, a proposal of this kind is irrational and degrading. We hope that the critical comments and suggestions will support the efforts toward achieving the required 10% of the OKFŠ fund for scientific research. On the other hand, the new Regulations on the non-wood forest products are causing the unnecessary huge administration due to the issuing licences for free uncontrolled collection of forest fruits for personal use, which could lead to considerable damage to one part of the ecosystem; besides, this would increase the already high danger of forest fires. The recently announced foundation of the 17th branch office of the Croatian Forests in Slatina for the region of the Virovitica/Podravina county has been almost unnoticed and only marginally commented in the forestry environment. However, the realisation of the idea would open the Pandora's box, out of which who knows what would emerge; the myth says, all the evils of the world. The distribution of state forests and forest areas in the Republic of Croatia does not coincide with the political borders of the counties and municipal areas, as it used to be for a long time. The trading company Croatian Forests Ltd. is entirely owned by the Republic of Croatia, so that the state takes care of the manage-

ment of its forests without considering the local border lines. The care for the forest comes first. The local population should benefit from the forest resources, which is achieved through employment in Croatian Forests Ltd., sale of fuelwood, collecting the non-wood products, etc. The announced benefit for the Virovitica/Podravina county through the foundation of the new branch is in conflict with the present constitution and management of the Croatian Forests. No county makes development plans in the name of the Croatian Forests Ltd.; however, there is a collaboration among the units of the local management because foresters have always been a part of the community in which they have been active. Not only that the announcement of the management of a new branch office in a county is unacceptable, but it would also open a possibility of changing the borders of other branch offices, some of which could then be cancelled, others would cross outside of the historical traditional borders. With all the disadvantages of the present constellation, we cannot claim that the present one is ideal; with every proposed change, particularly such that is not global but particular, its implementation usually results in conflicts, not caused by rational economic reasons, but by current political power. There are now twenty-one counties, including the City of Zagreb. Disputes have been going on for years on whether the number of these administrative units should be reduced. In a few years, there may be only several regions. Should the borders of the branch offices be then again changed within the borderlines of the Croatian Forests Ltd? Though monopolistic, the present business management of the trading company owned by the state is not defined by the market but by the distribution of raw materials at the lowest prices in the region and all European Union over a long time. The highest price of "giving away" the state resources has been paid by the forest without reimbursing it with what is fundamental - satisfactory forest management operations, not to speak of improvements by recovery after damages, climate change, new pests and other threats. At this time the opening of new branch offices in order to satisfy local appetites is neither wise nor rational.

Editorial Board

FITOCENOLOŠKA ANALIZA ŠUMA BIJELE JOHE (*Alnus incana* /L./ Moench subsp. *incana*) U HRVATSKOJ

PHYTOCOENOLOGICAL ANALYSIS OF GREY ALDER (*Alnus incana* /L./ Moench subsp. *incana*) FORESTS IN CROATIA

Joso VUKELIĆ¹, Dario BARIČEVIĆ^{1*}, Igor POLJAK², Mario VRČEK³, Irena ŠAPIĆ¹

Sažetak

U članku su prikazani rezultati fitocenoloških istraživanja i analize šumskih sastojina bijele johe (*Alnus incana* /L./ Moench subsp. *incana*) u Hrvatskoj. Na temelju 11 novih i 37 fitocenoloških snimaka iz prijašnjih istraživanja analizirane su sastojine iz Gorskoga kotara uz rijeku Kupu i njezine pritoke opisane u okviru asocijacije *Lamio orvalae-Alnetum incanae* Dakskobler 2010 te sastojine iz sjeverozapadne Hrvatske uz rijeku Dravu definirane kao *Equiseto hyemali-Alnetum incanae* Moor 1958. U radu se analizira njihov međusobni odnos, a opširnije florni sastav i dinamika promjena u sastojini bijele johe sa zimskom preslicom u sjeverozapadnoj Hrvatskoj.

KLJUČNE RIJEČI: *Alnus incana*, *Lamio orvalae-Alnetum incanae*, *Equiseto hyemali-Alnetum incanae*, florni sastav, Hrvatska

UVOD INTRODUCTION

Vegetacijska istraživanja poplavnih i močvarnih šuma, a među njima i šumâ bijele johe, u posljednje su vrijeme u Europi vrlo učestala. Opisani su i analizirani različiti vegetacijski tipovi na razini pojedinih zemalja (Oberdorfer 1992; Willner i Grabherr 2007; Douda 2008; Sburlino i dr. 2012; Slezak i dr. 2013; Pielech 2015; Coldea i Ursu 2016; i dr.), zatim pojedinih regija (Dierschke 1984; Schwabe 1985; Döring-Mederake 1990; Amigo i dr. 2004; i dr.), a sintetski radovi (Douda i dr. 2016) objedinjuju ih na razini Europe. I u nas se provode opsežna vegetacijska istraživanja tih šum-

skih tipova, a rezultate smo prikazali u dvama člancima (Vukelić i dr. 2012, 2017). U središtu istraživanja bila su fitocenološka obilježja sastojine bijele johe (*Lamio orvalae-Alnetum incanae* var. geogr. *Helleborus dumetorum*) u dinarskom području Hrvatske.

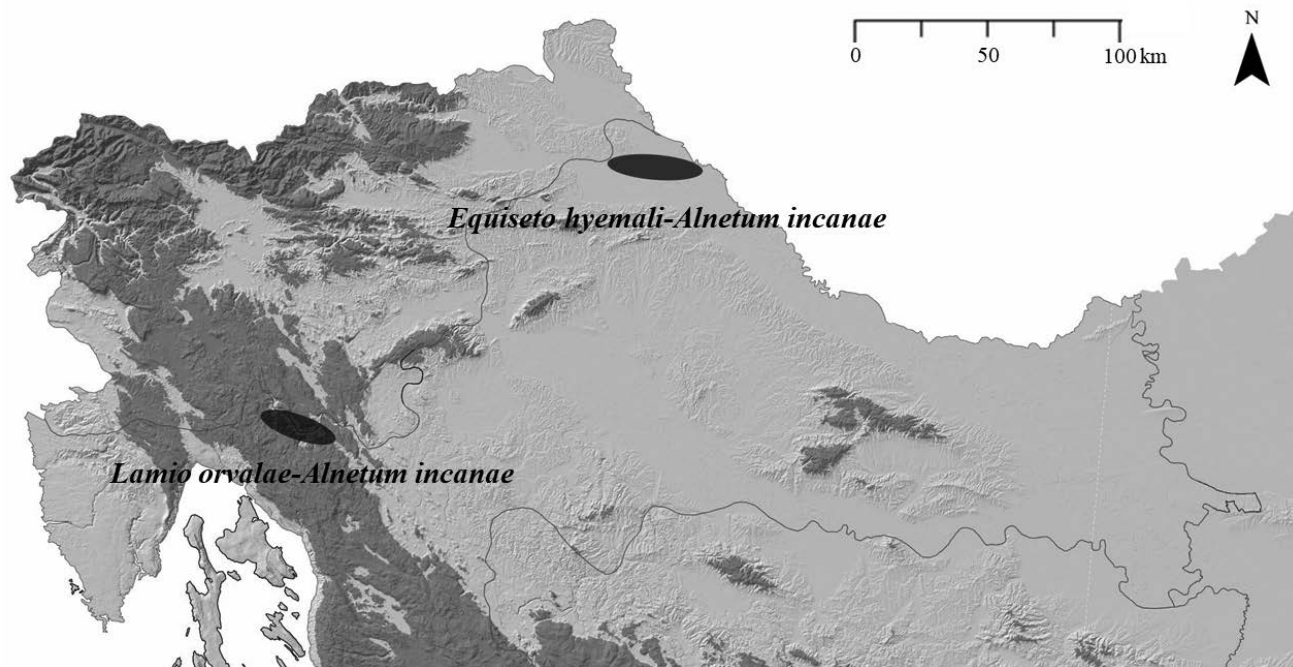
Bijela joha u šumskoj vegetaciji Hrvatske raste u dvama orografski i fitogeografski jasno ograničenim arealima: u sjeverozapadnom, nizinskom dijelu Hrvatske na nadmorskoj visini od 100 do 190 m uz tok rijeke Drave, te u gorskom, alpsko-dinarskom području uz rijeku Kupu i njezine pritoke od 220 do 550 m nadmorske visine (slika 1). Pojedinačna stabla bijele johe uz rijeku Petrinjčicu na Zrinskoj

¹ Prof. dr. sc. Joso Vukelić, prof. dr. sc. Dario Baričević, dr. sc. Irena Šapić, Zavod za ekologiju i uzgajanje šuma, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Hrvatska

² Dr. sc. Igor Poljak, Zavod za šumarsku genetiku, dendrologiju i botaniku, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Hrvatska

³ Mario Vrčec, Priroda d.d., Vladimira Nazora 157, 42206 Petrijanec, Hrvatska

*dopisni autor, E-adresa: dario.baricevic@zg.htnet.hr



Slika 1. Istraživano područje.

Figure 1. Researched area

gori zabilježili su Šegulja i dr. (1974) i Šapić (2012), a uz rijeku Savu do Jakuševca Horvat i dr. (1974).

Prva fitocenološka istraživanja šumâ bijele johe u Hrvatskoj započela su u drugoj polovici prošloga stoljeća (Horvat 1962; Trinajstić 1964, 1973). Horvat (1962) opisuje sastojine bijele johe u Gorskom kotaru, a prva fitocenološka istraživanja šumâ bijele johe u panonskom dijelu njezina areala provodi Trinajstić (1964). Trinajstić (1964) analizira 13 fitocenoloških snimaka i navedene sastojine svrstava u asocijaciju *Equiseto hyemali-Alnetum incanae* rasprostranjenu u širem alpskom području. Nešto kasnije, i to na temelju istih podataka, raspravlja o njezinu sistematskom položaju te o njezinoj pripadnosti unutar viših sintaksonomskih kategorija (Trinajstić 1973). Budući da je otada prošlo pedesetak godina, mnoge su sastojine iskrčene, antropogeni zahvati promijenili su vodni režim, a staništa i florni sastav biljnih zajednica doživjeli su mnoge promjene (Vrček 2011; Vukelić 2012; Poljak i dr. 2014, 2018).

Cilj je ovoga rada: (1) prikazati rezultate novih istraživanja asocijacije *Equiseto hyemali-Alnetum incanae*, (2) usporediti ih sa sastojinama iz Gorskoga kotara i (3) definirati ih u kontekstu novih europskih shvaćanja sintaksonomije poplavnih i močvarnih šuma.

MATERIJAL I METODE

MATERIAL AND METHODS

Istraživanja su provedena prema načelima standardne srednjoeuropske fitocenološke škole (Braun-Blanquet 1964).

Analizirano je ukupno 48 fitocenoloških snimaka, po 24 iz svakoga područja. U analizu je uključeno i 11 novih snimaka s varaždinskoga područja. Osam istraživanih ploha nalazilo se uz rubne dijelove Ormuškoga i Varaždinskoga jezera, a tri uz staro korito rijeke Drave. Svi snimci uneseni su u bazu podataka Turboveg (Hennekens i Schaminee 2001). Za klasifikaciju snimaka korištena je klasterijska analiza pomoću programskoga paketa PC-ORD 5.0. (McCune i Mefford 2006). Provedenom klasterijskom analizom dobiveno je hijerarhijsko stablo, pri čemu je za udruživanje klastera korištena Wardova metoda (*Ward's method*), a za definiranje udaljenosti između istraživanih objekata Sorensenova (Bray-Curtis) udaljenost.

Znanstveni nazivi viših biljaka usklađeni su prema bazi podataka *Flora Croatica Database* (Nikolić 2015), a mahovina prema Athertonu i dr. (2010). Mahovine nisu evidentirane u svim istraživanjima pa nisu uzete u obzir u statističkoj analizi. Sintaksonomska nomenklatura dijelom slijedi ICPN (Weber i dr. 2000), a dijelom višedimenzionalnu razdiobu vegetacijskih jedinica prema Matuszkiewicz i Matuszkiewicz (1981). Sociološka pripadnost vrsta određena je prema Vukeliću (2012).

REZULTATI

RESULTS

Rezultati istraživanja u tablici 1 prikazuju nove fitocenološke snimke asocijacije *Equiseto hyemali-Alnetum incanae*. U flornom sastavu (tablica 1) evidentirano je 99 vrsta višega

Tablica 1. Florni sastav asocijacije *Equiseto hyemali-Alnetum incanae*.
Table 1. Floral composition of the association *Equiseto hyemali-Alnetum incanae*.

Broj snimke – Number of relevé	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Br. snimke u dendrogramu na slici 2 – Nr. in Fig. 2	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Površina snimke – Relevé area (m ²)					400						
Nadmorska visina – Altitude (m)	165	163	178	180	182	162	189	189	163	185	187
Pokrovnost – cover (%) – drveće – tree layer (a)	60	80	80	80	60	95	80	80	95	100	95
grmlje – shrub layer (b)	75	50	60	70	80	50	80	80	80	50	80
prizemno rašće – herb layer (c)	90	60	100	100	90	85	100	100	60	50	70
Alnion incanae											
<i>Alnus incana</i>	a	3	4	3	+	3	3	3	4	3	3
<i>Ulmus laevis</i>		2	1	1	1	+	1	.	.	.	1
<i>Ulmus minor</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	+	+
<i>Rubus caesius</i>	b	2	1	3	.	2	.	4	3	4	1
<i>Viburnum opulus</i>		+	1	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Alnus incana</i>		1	.	1	.	.	+	.	+	.	.
<i>Ulmus minor</i>		+	+	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Ulmus laevis</i>		.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Quercus robur</i>		.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Quercus robur</i>	c	.	+	.	.	.	.	+	+	+	.
<i>Equisetum hyemale</i>		3	3	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Festuca gigantea</i>		.	1	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Rubus caesius</i>		.	.	.	2	.	1	.	.	.	.
<i>Stellaria nemorum</i> agg.		+	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Carex remota</i>		.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Impatiens noli-tangere</i>		.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Fraxinus angustifolia</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>		.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Alnus incana</i>		.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Ulmus minor</i>		.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
Salicetalia purpureae											
<i>Populus alba</i>	a	1	.	.	3	.	.	+	.	.	+
<i>Salix alba</i>		.	.	+	+	.	.	2	1	.	.
Alnetea glutinosae											
<i>Prunus padus</i>	a	+	+	3	2	2	.	+	.	1	.
<i>Alnus glutinosa</i>		.	.	+	1	.	1	.	.	3	3
<i>Prunus padus</i>	b	2	2	1	1	+	1	+	+	2	2
<i>Humulus lupulus</i>		+	.	.	+	1	+	.	+	+	.
<i>Carex vesicaria</i>	c	+	.	.	.	.	.	1	+	.	2
<i>Humulus lupulus</i>		+	.	.	.	.	.	+	.	.	+
<i>Cardamine pratensis</i>		.	1	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Prunus padus</i>		.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
Carpinion, Erythronio-Carpinion											
<i>Acer campestre</i>	a	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Lonicera caprifolium</i>	b	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Acer campestre</i>		+	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Galanthus nivalis</i>	c	3	.	5	3	4	3	2	+	.	.
<i>Primula vulgaris</i>		+	.	.	.	.	+	.	.	.	.
Fagetalia											
<i>Sambucus nigra</i>	b	1	1	3	3	3	2	3	3	2	1
<i>Pulmonaria officinalis</i>	c	1	+	+	1	1	+	+	.	1	1
<i>Paris quadrifolia</i>		+	+	+	+	1	2	+	.	+	1
<i>Arum maculatum</i>		+	.	1	1	+	+	+	+	.	+
<i>Anemone ranunculoides</i>		+	.	+	+	.	2	+	1	.	.
<i>Brachypodium sylvaticum</i>		1	+	.	.	.	1	.	.	+	+
<i>Symphytum tuberosum</i> agg.		1	.	+	+	+	+	.	.	.	+

Broj snimke – Number of relevé	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Br. snimke u dendrogramu na slici 2 – Nr. in Fig. 2	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Površina snimke – Relevé area (m ²)					400						
Nadmorska visina – Altitude (m)	165	163	178	180	182	162	189	189	163	185	187
Pokrovnost – cover (%) – drveće – tree layer (a)	60	80	80	80	60	95	80	80	95	100	95
grmlje – shrub layer (b)	75	50	60	70	80	50	80	80	80	50	80
prizemno rašće – herb layer (c)	90	60	100	100	90	85	100	100	60	50	70
<i>Circaea lutetiana</i>	.	.	2	1	.	2	.	.	+	+	+
<i>Ranunculus ficaria</i>	+	.	2	2	1	.	.	.	.	.	.
<i>Asarum europaeum</i>	+	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.
<i>Heracleum sphondylium</i>	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Lamium galeobdolon</i>	.	.	1	1	.	+	.	.	.	.	.
<i>Adoxa moschatellina</i>	.	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.
<i>Allium ursinum</i>	.	.	.	4	+	.	.	.	+	.	.
<i>Dryopteris filix-mas</i>	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.
<i>Viola reichenbachiana</i>	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+
<i>Salvia glutinosa</i>	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Geranium robertianum</i>	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Scrophularia nodosa</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Lamium orvala</i>	.	.	1	3	.	.	.	.	.	.	.
<i>Leucosium vernum</i>	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex sylvatica</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.
<i>Gagea lutea</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rhamno-Prunetea											
<i>Cornus sanguinea</i>	a	.	.	.	.	+	.	.	+	.	+
<i>Cornus sanguinea</i>	b	2	2	1	3	2	1	1	+	1	2
<i>Euonymus europaeus</i>		+	.	+	.	+	.	+	1	2	+
<i>Ligustrum vulgare</i>		3	1	.	1	+	2	.	.	1	.
<i>Crataegus monogyna</i>		+	+	.	.	.	+	.	.	.	1
<i>Clematis vitalba</i>		.	+	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Clematis vitalba</i>	c	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+
<i>Cornus sanguinea</i>		.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Ligustrum vulgare</i>		.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Euonymus europaeus</i>		.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
Quercus-Fagetea											
<i>Corylus avellana</i>	b	+	.	.	.	.	+	+	.	.	+
<i>Lonicera xylosteum</i>		.	1	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Hedera helix</i>	c	.	.	.	.	.	+	2	4	+	+
<i>Tamus communis</i>		.	.	.	.	.	+	+	.	+	+
<i>Lonicera xylosteum</i>		.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Moehringia trinervia</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
Galio-Urticetea											
<i>Lamium maculatum</i>	c	+	+	2	1	+	2	1	1	+	1
<i>Aegopodium podagraria</i>		2	1	3	3	4	1	2	3	2	.
<i>Galium aparine</i>		.	+	3	1	2	.	+	1	+	+
<i>Urtica dioica</i>		+	.	2	+	1	+	1	1	.	+
<i>Glechoma hederacea</i>		+	.	1	1	+	+	.	.	+	+
<i>Solidago gigantea</i>		1	1	.	.	.	.	1	.	1	1
<i>Geum urbanum</i>		+	.	.	+	+	.	.	+	.	+
<i>Solanum dulcamara</i>		.	1	.	.	.	.	+	+	.	.
<i>Alliaria petiolata</i>		.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Veronica hederifolia</i>		.	.	+	+	.	.	.	.	.	.

1. N-46°19'7.98 E-16°26'12.72
2. N-46°19'7.98 E-16°26'7.86
3. N-46°22'20.58 E-16°13'9.12
4. N-46°22'24.06 E-16°13'9.06
5. N-46°22'23.10 E-16°13'12.12
6. N-46°19'8.76 E-16°25'58.50
7. N-46°23'1.44 E-16°10'7.44
8. N-46°23'0.54 E-16°10'9.24
9. N-46°19'6.12 E-16°26'1.32
10. N-46°22'40.26 E-16°10'51.30
11. N-46°22'21.00 E-16°10'45.90

Tablica 2. Razlikovne vrste s postotnim udjelom u sastavu asocijacije *Equiseto hyemali-Alnetum incanae*: 1. Trinajstić 1964; 2. Naša istraživanja.

Table 2. Differentiating species with the percentage of presence in the composition of the association *Equiseto hyemali-Alnetum incanae*: 1. Trinajstić 1964; 2. Our research.

Broj stupca – Number of column		1	2
Broj snimaka – Number of relevés		13	11
<i>Salix alba</i>	a,b	69	36
<i>Salix purpurea</i>		30	-
<i>Equisetum hyemale</i>	c	46	27
<i>Valeriana dioica</i>		46	9
<i>Angelica sylvestris</i>		30	-
<i>Myosoton aquaticum</i>		30	-
<i>Ulmus laevis</i>	a	4	64
<i>Alnus glutinosa</i>		7	55
<i>Populus alba</i>		-	36
<i>Acer campestre</i>	a,b	-	18
<i>Sambucus nigra</i>	b	38	100
<i>Humulus lupulus</i>		30	73
<i>Ligustrum vulgare</i>		23	64
<i>Corylus avellana</i>		-	36
<i>Lonicera xylosteum</i>		-	27
<i>Pulmonaria officinalis</i>	c	38	91
<i>Lamium maculatum</i>		-	91
<i>Paris quadrifolia</i>		38	91
<i>Arum maculatum</i>		-	82
<i>Galium aparine</i>		30	82
<i>Stachys sylvatica</i>		7	73
<i>Galanthus nivalis</i>		15	64
<i>Hedera helix</i>		-	55
<i>Circaea lutetiana</i>		-	55
<i>Anemone ranunculoides</i>		-	55
<i>Ranunculus ficaria</i>		7	36
<i>Carex vesicaria</i>		-	36
<i>Allium ursinum</i>		-	27
<i>Asarum europaeum</i>		-	27
<i>Dryopteris filix-mas</i>		-	27
<i>Heracleum sphondylium</i>		-	27
<i>Equisetum arvense</i>		-	27
<i>Adoxa moschatellina</i>		-	27
<i>Primula vulgaris</i>		-	18
<i>Lamium orvala</i>		-	18

bilja, od toga 19 u samo jednom snimku s pokrovnošću +. U sloju drveća bijela joha ima edifikatorsku ulogu, a po učestalosti vrlo je rasprostranjena sremza te nešto manje brijest vez i crna joha. U sloju grmlja osim tih vrsta u preko 80 % ploha ističu se *Cornus sanguinea*, *Sambucus nigra* i *Rubus caesius*. U prizemnom je rašću samo 11 vrsta prisutno u više od 60 % snimaka, što govori o heterogenosti staništa. U sociološkom smislu florni je sastav izrazito raznolik, a najproširenije su vrste iz sveze *Alnion incanae* Pawl. in Pawl. et al. 1928 te zatim one iz reda *Fagetalia* Pawl. in Pawl. et al. 1928

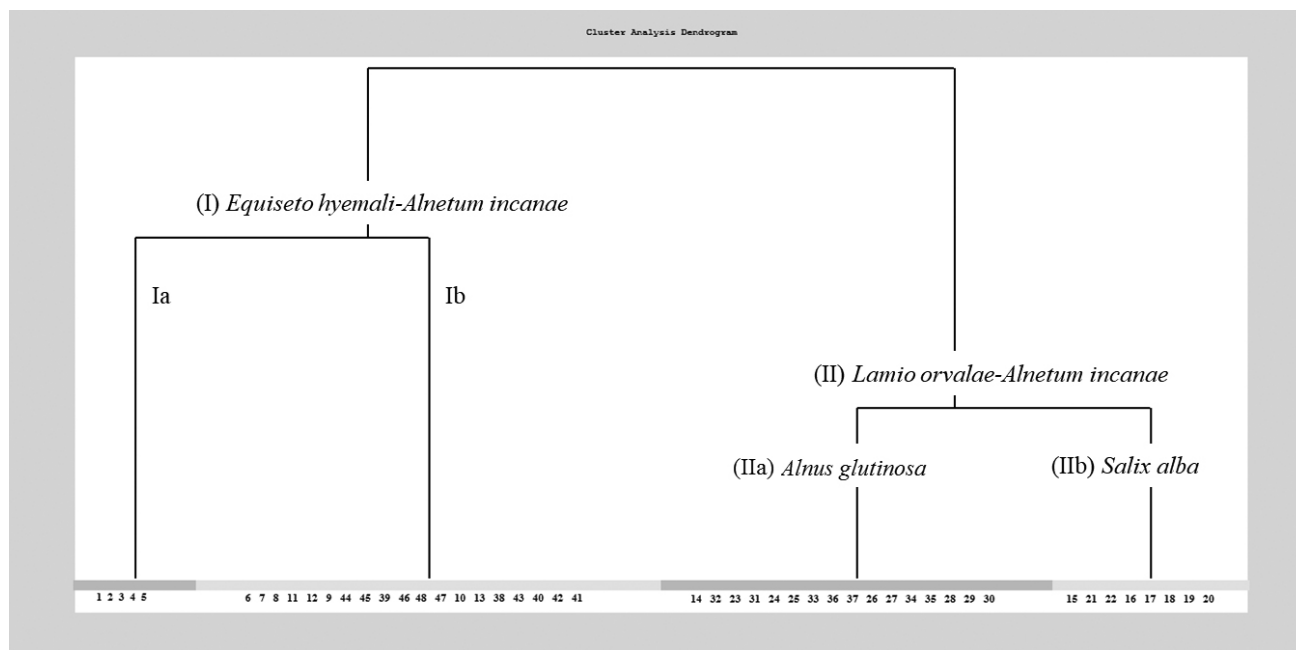
i razreda *Rhamno-Prunetea* Rivas Goday et Carbonell ex Tx. 1962. Taj je odnos u velikoj mjeri sukladan sastavu kolinske forme asocijacije *Equiseto hyemali-Alnetum incanae* koju u austrijskom području opisuju Willner i Grabherr (2007) na osnovi 207 snimaka.

Kako bismo utvrdili promjene u flornom sastavu sastojina bijele johe sa zimskom preslicom, naše smo fitocenološke snimke usporedili s onima iz 1964. godine (Trinajstić 1964). U tablici 2 izdvojeno je 35 vrsta koje upućuju na promjene u staništu i sastavu asocijacije. Iz tablice je jasno vidljivo da je smanjen broj higrofiti, a znatno povećan udio mezofilnih vrsta i vrstâ s manje mokrih staništa (stupac 2, tablica 2), i to posebice iz reda *Fagetalia* i razreda *Querco-Fagetea* Br.-Bl. et Vlieger 1937.

Asocijacija *Equiseto hyemali-Alnetum incanae* uspoređena je sa sastojinama iz Gorskoga kotara, odnosno sa zajednicom *Lamio orvalae-Alnetum incanae* var. geogr. *Helleborus dumetorum*, pri čemu je utvrđeno da su dinarske sastojine bijele johe znatno bogatije vrstama. Na istom broju snimaka u Gorskom kotaru nalazi se dvostruko veći broj vrsta višega bilja.

Diferencijacija navedenih sintaksona potvrđena je i rezultatima klusterske analize (slika 2). Na slici 2 jasno se vide dvije skupine snimaka, od kojih prva obuhvaća šume iz sjeverozapadne Hrvatske (I), a druga iz Gorskoga kotara (II). Nadalje, svaka je skupina razdvojena u dvije podskupine. Prva podskupina sastojina uz rijeku Dravu (Ia) obuhvaća pet snimaka iz varaždinskoga područja koje je Trinajstić (1964) izdvojio kao inicijalnu fazu asocijacije, dok druga podskupina (Ib) uključuje ostale snimke. U inicijalnoj fazi razvoja asocijacije izostaju vrste iz optimalne i terminalne faze, primjerice *Prunus padus* u sloju drveća i grmlja, zatim *Aegopodium podagraria*, *Paris quadrifolia*, *Pulmonaria officinalis*, *Ajuga reptans*, *Geum urbanum*, *Leucosium vernum* i *Ranunculus repens* u sloju prizemnoga rašća. Također je zabilježen veći udio pionirskih vrsta, kao što su *Salix purpurea* i *Solidago gigantea*. Sastojine uz rijeku Kupu dijele se na vlažniji podtip *Salix alba* (IIb, obale Kupe i polje uz zaselak Vode) i suši podtip *Alnus glutinosa* (IIa, ostali dio areala).

U tablici 3 izdvojeno je 76 razlikovnih vrsta: sedam za asocijaciju *Equiseto hyemali-Alnetum incanae* i 69 za asocijaciju *Lamio orvalae-Alnetum incanae*. Kriterij za njihovo izdvajanje bio je da rastu samo u jednoj asocijaciji barem s 20 % snimaka, ili da je razlika između rasprostranjenosti u asocijacijama veća od 35 %. Najviše je razlikovnih vrsta među mezofitima iz sveze *Aremonio-Fagion* (Ht. 1938) Borhidi in Törek et al. 1989, *Tilio-Acerion* Klika 1955, *Erythronio-Carpinion* (Ht. 1938) Marinček in Wallnöfer et al. 1993 i reda *Fagetalia* (ukupno 33 vrste). Treba još istaknuti da je najvažnija razlikovna vrsta po dravskih šuma *Prunus padus*.



Slika 2. Dendrogram uspoređivanih sastojina bijele johe: (I) *Equiseto hyemali-Alnetum incanae*, snimci 1–13 (Trinajstić 1964) i 38–48 – naša istraživanja; (II) *Lamio orvalae-Alnetum incanae*, snimci 15–22 podtip *Salix alba* (Vukelić i dr. 2017) i 14, 23–37 podtip *Alnus glutinosa* (Vukelić i dr. 2017).

Figure 2. Dendrogram of the compared grey alder stands: (I) *Equiseto hyemali-Alnetum incanae*, relevés 1–13 (Trinajstić 1964) and 38–48 – our research; (II) *Lamio orvalae-Alnetum incanae*, 15–22 subtype *Salix alba* (Vukelić et al. 2017) and 14, 23–37 subtype *Alnus glutinosa* (Vukelić et al. 2017)

RASPRAVA DISCUSSION

Dinarsko područje Dinaric area – as. *Lamio orvalae-Alnetum incanae* Dakskobler 2010 var. geogr. *Helleborus dumetorum* Vukelić et al. 2012

Asocijacija *Lamio orvalae-Alnetum incanae* ustanovljena je u dinarskom i predalpskom biogeografskom području zapadne Slovenije (Dakskobler 2007, 2010). Glavni dio njezina areala u Gorskom kotaru (var. geogr. *Helleborus dumetorum*) nalazi se uz povremeno plavljeno područje rijeke Kupe i njezinih pritoka, u dužini od tridesetak kilometara. Prosječni pad Kupe u području istraživanja iznosi 2 m/km. Rijeka mjestimično teče kroz kanjon, a na pojedinim se dijelovima uz nju nižu izdužene terase na kojima su šume u prošlosti iskrčene. Prosječna godišnja temperatura na istraživanom području iznosi oko 11 °C, a prosječna je količina oborina 2200 mm, od čega u vegetacijskom razdoblju padne 43 %.

Velik broj razlikovnih vrsta asocijacije *Lamio orvalae-Alnetum incanae* razvio se zbog više čimbenika. Asocijaciju obilježavaju dvije skupine vrsta: jednu skupinu čine vrste poplavnih i mokrih staništa, česte u sličnim vegetacijskim tipovima u Europi, a drugu mezofilne vrste okolnih zonalnih kitnjakovo-grabovih i bukavih šuma dinarskoga gorja (sveze *Erythronio-Carpinion* i *Aremonio-Fagion*). Među njima se posebno ističu vrste ilirskoga flornoga geoelementa: *Lamium orvala*, *Scopolia carniolica*, *Knautia drymeia*

subsp. *drymeia*, *Helleborus dumetorum*, *H. niger*, *Primula vulgaris* i druge. Biljne vrste zonalnih šuma često prodiru do obale rijeke Kupe, a prelaze i na otoke. Prisutnost vrsta ilirske rasprostranjenosti, pa i nekih termofilnijih elemenata, uglavnom je posljedica biogeografskoga položaja, orografskih čimbenika i refugijalnoga karaktera zapadnih Dinarida – jednoga od florno najbogatijih šumskih područja Europe. Uza sve to važan je i antropogeni čimbenik čiji se utjecaj ogleda u prisutnosti antropofita. Nadalje, veći broj vrsta sveze *Tilio-Acerion* rezultat je dubljega kanjanskoga toka rijeke Kupe, perhumidne klime i visoke zračne vlage. Mezofilne vrste iz zonalnih hrastovo-grabovih i bukavih šuma rastu na užim padinama i pojasima uz tok rijeke na kojima nema duljega zadržavanja vode. Te vrste prodiru s okolnih obronaka i miješaju se s higrofitima, a dio godine bez velike vlage u tlu omogućuje njihov nesmetani razvoj.

Zanimljivo je da se te šume uvelike razlikuju od šuma bijele johe istočnih i središnjih Dinarida (jugozapadna Srbija, sjeverna Crna Gora, središnja Bosna). Njihov je florni sastav, a samim time i fitocenološka pripadnost, sličan srednjoeuropskim šumama bijele johe, pa i sastojinama iz sjeverozapadne Hrvatske (Vukelić i dr. 2017).

Panonsko područje Panonian area – as. *Equiseto hyemali-Alnetum incanae* Moor 1958 (= *Alnetum incanae* Lüdi 1921 sensu Douda et al. 2016)

Šuma sive johe sa zimskom preslicom razvija se uz brze i aktivne vodotoke u širem alpskom prostoru, najčešće od

Tablica 3. Razlikovne vrste s postotnim udjelom između asocijacija *Equiseto hyemali-Alnetum incanae* (stupac 1) i *Lamio orvalae-Alnetum incanae* (stupac 2).

Table 3. Differentiating species with the percentage of presence between the associations *Equiseto hyemali-Alnetum incanae* (column 1) and *Lamio orvalae-Alnetum incanae* (column 2).

Asocijacija – Association			1	2
Broj snimaka – Number of relevés			24	24
Alnion incanae, Alnion glutinosae				
Ag	Prunus padus	a,b,c	88	-
	Ulmus minor		38	-
	Quercus robur		33	-
	Ulmus laevis		29	-
O	Solidago gigantea	c	58	13
	Equisetum hyemale		38	4
F	Anemone ranunculoides		25	-
Ag	Frangula alnus	b	-	21
	Festuca gigantea	c	8	67
	Impatiens noli-tangere		4	42
	Carex brizoides		-	42
	Chaerophyllum hirsutum		-	38
	Carex remota		4	38
	Cardamine impatiens		-	33
	Carex pendula		-	33
	Cerastium sylvaticum		-	25
AE Aremonio-Fagion, Erythronio-Carpinion				
	Lamium orvala	c	8	88
	Knautia drymeia		-	63
	Stellaria nemorum agg.		8	63
	Helleborus dumetorum		-	58
	Primula vulgaris		8	42
	Helleborus niger		-	33
	Scopolia carniolica		-	29
	Cardamine trifolia		-	25
	Vicia oroboides		-	21
	Omphalodes verna		-	21
TA Tilio-Acerion				
	Acer pseudoplatanus	a,b,c	-	79
	Ulmus glabra		-	50
	Lunaria rediviva	c	-	33
	Arum maculatum		-	33
	Aruncus dioicus		-	29
	Aconitum lycoct. vulparia		-	21
F Fagetalia, Carpinion				
	Fraxinus excelsior	a,b,c	-	79
	Carpinus betulus		-	54
	Fagus sylvatica		-	29
	Lamium galeobdolon	c	17	79
	Circaea lutetiana		25	67
	Asarum europaeum		13	63
	Carex sylvatica		8	58
	Salvia glutinosa		8	58
	Allium ursinum		13	50

	Mercurialis perennis	-	50
	Petasites albus	-	50
	Ranunculus lanuginosus	-	38
	Polygonatum multiflorum	-	33
	Cardamine bulbifera	-	29
	Campanula trachelium	-	25
	Mycelis muralis	-	21
	Phyteuma spicatum	-	21
QF	Quercu-Fagetea		
	Corylus avellana	ab	17 79
	Anemone nemorosa	c	4 46
	Carex digitata	-	21
	Galium sylvaticum	-	21
VP	Vaccinio-Piceetea		
	Aposeris foetida	c	- 33
	Oxalis acetosella	-	21
RP	Rhamno-Prunetea		
	Rhamnus cathartica	b	- 25
	Rubus plicatus	-	21
AD	Adenostyletalia		
	Senecio ovatus	c	- 63
	Athyrium filix-femina	-	46
	Doronicum austriacum	-	25
	Veratrum album	-	21
O	Ostale vrste – Other species		
	Equisetum arvense	c	13 75
	Lysimachia vulgaris		4 58
	Eupatorium cannabinum		4 54
	Deschampsia cespitosa		8 54
	Petasites hybridus		- 50
	Galeopsis speciosa		- 50
	Stachys sylvatica		4 50
	Poa trivialis		4 46
	Cirsium oleraceum		- 42
	Geranium phaeum		- 25
	Mentha longifolia		- 25
	Mentha aquatica		- 25
	Crepis paludosa		- 25
	Scirpus sylvaticus		- 25
	Juncus effusus		- 21

300 do 1400 m. Tako prati i tok rijeke Drave i ulazi u nizin-ski pojas sjeverozapadne Hrvatske na 190 m nadmorske visine. Taj je prostor svojevrsna dodirna zona alpske i p-anske vegetacije, što se odrazilo i na sastav šumâ bijele johe. Na tim područjima bijela joha raste na aluvijalnim naplavinama koje čine valutice različite veličine, a nastale su djelovanjem rijeke Drave. Tla su hidromorfna i manje ili više nerazvijena, neutralne ili slabo kisele reakcije. Pro-sječna je godišnja temperatura oko 10 °C, a količina oborina oko 900 mm. Bijela je joha rasprostranjena nizvodno Dra-



Slika 3. Šuma bijele johe sa zimskom preslicom kod Ormoškoga jezera. U prizemnom sloju dominira *Equisetum hyemale*.
Figure 3. Grey alder-scouring rush forest by Ormoško Lake. The ground layer is dominated by *Equisetum hyemale*.

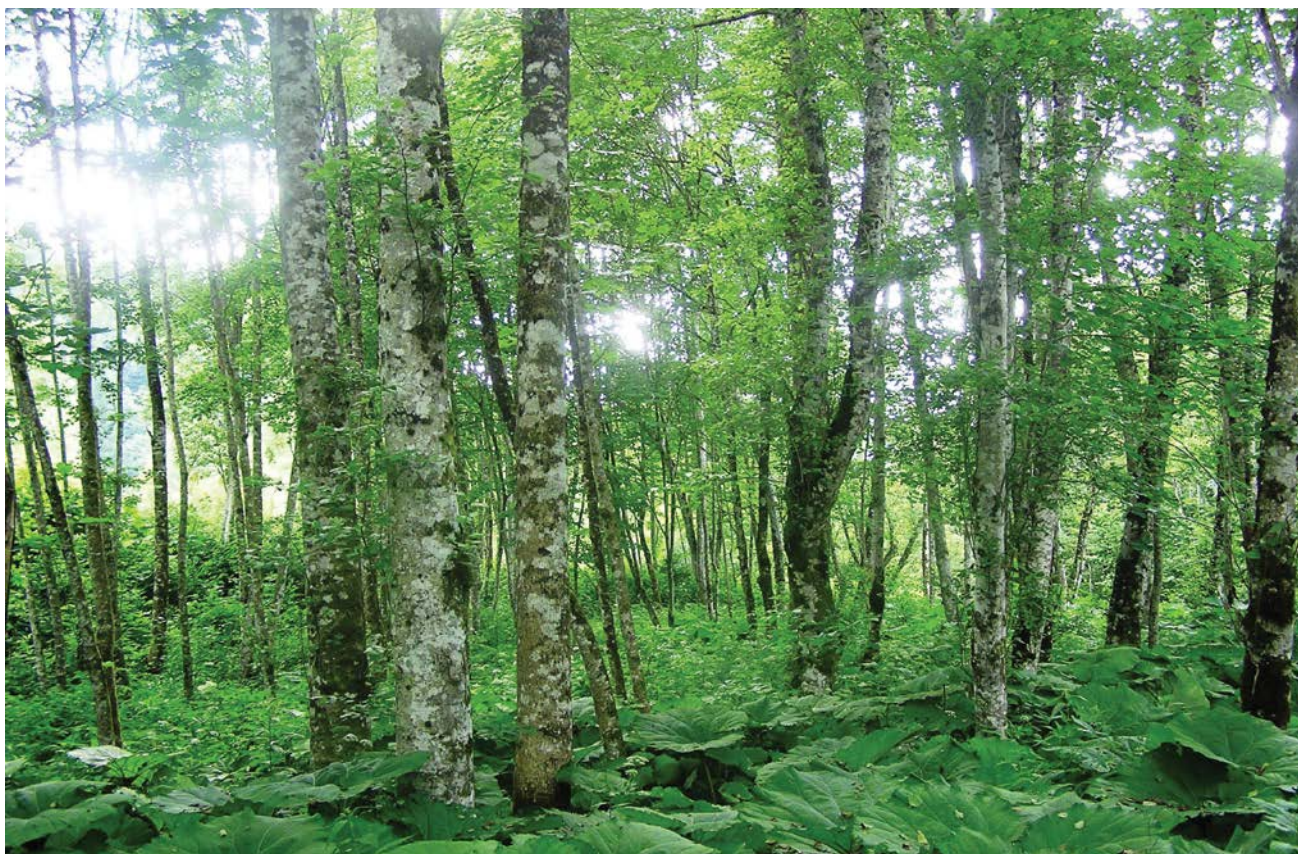
vom preko Pažuta, Slatinskih podravskih šuma do Donjega Miholjca, ali ne više kao edifikator u asocijaciji sa zimskom preslicom (Vukelić i dr. 1999; Vrček 2011; Poljak i dr. 2018).

Equiseto hyemali-Alnetum incanae primarno je pionirska zajednica u trajnom stadiju, no nastaje i sukcesijom na zajednicama rakite i ostalih uskolisnih vrba. U flornom sastavu prevladavaju vrste povremeno poplavnih i mokrih staništa, mezofiti su rijetki i učestalo se javljaju u višim položajima ili pak u terminalnoj fazi razvoja ove asocijacije (Trinajstić 1964). U dijagnostičkom smislu posebno se ističu *Equisetum hyemale*, *Prunus padus*, *Rubus caesius*, *Sambucus nigra*, *Humulus lupulus*, a s uzvišenjem terena i sušim uvjetima povećava se udio vrsta *Cornus sanguinea*, *Euonymus europaeus* i *Ligustrum vulgare*.

Visinski je raspon areala šume bijele johe sa zimskom preslicom veoma širok pa fitocenolozi u njem razlikuju nekoliko visinskih formi (Müller i Görs 1957; Oberdorfer 1992; Willner i Grabherr 2007). Na rubnim dijelovima Alpa najčešće razlikuju kolinsku (200–600 m n. v.) i montansku (600–1200 m n. v.) formu. Sastojine iz sjeverozapadne Hrvatske florno su vrlo slične kolinskoj formi u šumskoj vegetaciji Austrije (Willner i Grabherr 2007). Budući da sastojine bijele johe u Podravini rastu na nižim nadmorskim visinama, u njima izostaju ili su znatno manje rasprostra-

njene vrste: *Fraxinus excelsior*, *Lonicera xylosteum*, *Cardus perssonata*, *Picea abies*, *Anemone ranunculoides*, *Salvia glutinosa* i druge. S druge strane, u njima određeno diferencijalno značenje imaju: *Ulmus laevis*, *U. minor*, *Quercus robur*, *Fraxinus angustifolia*, *Populus alba*, *Valeriana dioica* i druge. Međutim, visok stupanj sličnosti flornoga sastava sa sastojinama bijele johe širega alpskoga područja pokazuje da pripadaju asocijaciji *Equiseto hyemali-Alnetum incanae*. Velika florna sličnost šuma bijele johe u širem europskom prostoru navela je fitocenologe da u pojedinim vegetacijskim pregledima asocijaciju *Equiseto hyemali-Alnetum incanae* shvate kao sinonim ranije opisane asocijacije *Alnetum incanae* Lüdi 1921 (Oberdorfer 1992; Mucina i dr. 1993; Chytrý 2013; Douda i dr. 2016).

Sastojine bijele johe sa zimskom preslicom u Podravini se nalaze u poljoprivredno razvijenom i najgušće naseljenom dijelu Hrvatske, s izgrađenim nasipima, iskopanim dubokim kanalima i akumulacijama (Vukelić 2012; Poljak i dr. 2014). Melioracijama se jako utjecalo na hidrološki režim cijeloga područja (Bušić 1997), što je rezultiralo promjenama u staništu, a u konačnici i nestankom površina koje su nekoć bile pod šumama bijele johe. To potvrđuju i promjene u flornom sastavu. Nekoć široko rasprostranjene vrste poput *Equisetum hyemale*, *Angelica sylvestris* i *Valeriana dioica* se povlače,



Slika 4. Šuma bijele johe s mrtvom koprivom kod Mele Lešnice u Gorskom kotaru. U prizemnom sloju dominira *Petasites hybridus*.
Figure 4. Grey alder-balm leaved archangel forest by Mala Lešnica in Gorski kotar. The ground layer is dominated by *Petasites hybridus*.



Slika 5. Šumska vegetacija uz Kupu kod Kupara.
Figure 5. Forest vegetation along the Kupa river by Kupari.

a povećan je udio mezofilnih vrsta i drugih s manje mokrih staništa. Među njima posebice se ističu *Hedera helix*, *Arum maculatum*, *Circaea lutetiana*, *Ligustrum vulgare*, *Pulmonaria officinalis*, *Corylus avellana*, *Anemone ranunculoides*, *Paris quadrifolia*, *Lamium maculatum* i druge. Međutim, ne smijemo zanemariti činjenice da naša istraživanja nisu obuhvatila inicijalnu fazu ove asocijacije te da nisu provedena na istim lokalitetima (Trinajstić 1964), što, među ostalim, potvrđuju starija stabla crne johe i bijele topole koja smo zabilježili u nekim našim plohama. Zbog navedenih procesa uz rijeku Dravu ugrožena je vrsta *Equisetum hyemale* (Franjić i dr. 1999), a na sličnim staništima u tom području već su nestale *Myricaria germanica* i *Hyppophae rhamnoides*.

ZAKLJUČCI CONCLUSIONS

Na temelju provedenih istraživanja potvrdili smo postojanje dviju asocijacija bijele johe u Hrvatskoj, koje se ekološki i fitocenološki jasno razlikuju. Sastojine iz sjeverozapadne Hrvatske mogu se nedvojbeno uvrstiti u asocijaciju *Equisetum hyemale*-*Alnetum incanae*, odnosno u širem europskom kontekstu u asocijaciju *Alnetum incanae*. Asocijacija *Lamio orvalae*-*Alnetum incanae* iz Gorske kotare, odnosno sjeverozapadnih Dinarida, pokazuje veliku samostalnost u odnosu na ostale šume bijele johe u Europi pri čemu i rezultati ovih istraživanja potvrđuju njezin neosporni identitet. Njihove florne razlike uvjetovane su u prvom redu razlikama u biogeografskim područjima i zonalnim šumama u čijem pojasu rastu. Postojanje jasnih razlika između kontinentalnih i alpsko-dinarskih sastojina bijele johe potvrđuju i Poljak i dr. (2018) morfometrijskim metodama.

U sintaksonomskom smislu analizirane asocijacije *Equisetum hyemale*-*Alnetum incanae* i *Lamio orvalae*-*Alnetum incanae* svrstavaju se u podsvezu *Alnenion glutinoso-incanae* Oberd. 1953, svezu *Alnion incanae* Pawl. in Pawl. et al. 1928, red *Fagetalia sylvaticae* Pawl. in Pawl. et al. 1928 i razred *Querceto-Fagetea* Br.-Bl. et Vlieger 1937.

Zbog velikih antropogenih zahvata i promjene namjene zemljišta u širem prostoru, šuma bijele johe sa zimskom preslicom doživjela je u Podravini znatne regresivne promjene u rasprostranjenosti i flornom sastavu, pa se kao i vrsta *Equisetum hyemale* treba smatrati ugroženim stanišnim tipom. Rezultati naših istraživanja izravno pridonose poznavanju njezina flornoga sastava, sindinamike i varijabilnosti, a mogu biti i veoma važni za očuvanje preostalih lokaliteta.

ZAHVALE ACKNOWLEDGEMENTS

Za financijsku potporu istraživanjima zahvaljujemo Hrvatskoj zakladi za znanost (projekt IP-2014-09-1834) i Ministarstvu poljoprivrede Republike Hrvatske (projekt Vegetacijska i genetička varijabilnost roda *Alnus* Mill. u Hrvatskoj).

LITERATURA REFERENCES

- Amigo, J., J. Izco, I. Romero, 2004: Swamp alder woodlands in Galicia (NW Spain): phytosociological interpretation. Ecological and floristic contrast to western European swamp woodlands and delimitation versus riparian alder woodlands in southern Europe and northern Africa, *Phytocoenologia* 34: 613–638.
- Atherton, I., S. Bosanquet, M. Lawley (ur.), 2010: Mosses and liverworts of Britain and Ireland a field guide, British Bryological Society, 848 str., London.
- Braun-Blanquet, J., 1964: Pflanzensozioologie. Grundzüge der Vegetationskunde, Springer, 631 str., Wien – New York.
- Bušić, G., 1997: Proizvodnost fluvisola varaždinske Podravine u odnosu na uspijevanje bijele topole (*Populus alba* L.), Magistrski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Chytrý, M. (ur.), 2013: Vegetace České republiky – Lesní a křovinná vegetace, Academia Praha, 551 str., Prag.
- Coldea, G., T. Ursu, 2016: A syntaxonomic revision of floodplain forest communities in Romania, *Tuexenia* 36: 9–22.
- Dakskobler, I., 2007: Fitocenološka in floristična analiza obrečnih gozdov v Posočju (zahodna Slovenija), Razprave 4. razreda SAZU (Ljubljana) 48 (2): 25–138.
- Dakskobler, I., 2010: Razvoj vegetacije na prodiščih reke Idrijce v zahodni Sloveniji, *Folia biologica et geologica* 51 (2): 5–90.
- Dierschke, H., 1984: Zur syntaksonomischen Stellung und Gliederung der Ufer- und Auenwälder Südeuropas, *Coll Phytosoc* 9: 115–129.
- Döring-Mederake, U., 1990: *Alnion* forests in Lower Saxony (FRG), their ecological requirements, classification and position within *Carici elongatae*-*Alnetum* of Northern Central Europe, *Vegetatio* 89: 107–119.
- Douda, J., 2008: Formalized classification of the vegetation of alder carr and floodplain forests in the Czech Republic, *Preslia* 80: 199–224.
- Douda, J., K. Boublik, M. Slezak, M. Biurrun, I. Nociar, J. Havrdova i dr., 2016: Vegetation classification and biogeography of European floodplain forests and alder carrs, *Appl Veg Sci* 19: 147–163.
- 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.
- Hennekens, S. M., J. H. J. Schaminée, 2001: TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data, *J Veg Sci* 12: 589–591.
- Horvat, I., 1962: Vegetacija planina zapadne Hrvatske, *Acta biologica* 2 (30): 1–179.
- Horvat, I., V. Glavač, H. Ellenberg, 1974: Vegetations Südosteuropas, G. Fischer Verlag, 768 str., Stuttgart.
- Matuszkiewicz, W., A. Matuszkiewicz, 1981: Das Prinzip der mehrdimensionalen Gliederung der Vegetationseinheiten, erläutert am Beispiel der Eichen-Hainbuchenwälder in Polen, U: H. Diersche (ur.): Syntaxonomie, Ber. Int. Symp. Int. Vereinig. Vegetationsk. Rinteln 1980, 123–148, Vaduz.
- Müller, T., S. Görs, 1958: Zur Kenntnis einiger Auenwaldgesellschaften im Württembergischen Oberland, *Beitr Naturk Forsch Südwestdschl* 17: 88–165.

- McCune, B., M. J. Meford, 2006: PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data. Version 5. MjM Software, Glenden Beach, OR.
- Mucina, L., G. Grabherr, S. Wallnöfer, 1993: Die Pflanzengesellschaften Österreichs, Teil III: Wälder und Gebüsche, Gustav Fischer Verlag, 353 str., Jena – Stuttgart – New York.
- Nikolić, T. (ur.), 2015: Flora Croatica, baza podataka. On-line (<http://hirc.botanic.hr/fcd>). Botanički zavod, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu (pristupljeno 15. prosinca 2017).
- Oberdorfer, E., 1992: Süddeutsche Pflanzengesellschaften IV. Wälder und Gebüsche. 2. Stark bearbeitete Auflage, Textband, Gustav Fischer, 238. str., Jena – Stuttgart – New York.
- Pielech, R., 2015: Formalised classification and environmental controls of riparian forest communities in the Sudetes (SW Poland), *Tuexenia* 35: 155–176.
- Poljak, I., M. Idžojtić, I. Šapić, J. Vukelić, M. Zebec, 2014: Variabilnost populacija bijele (*Alnus incana* /L./ Moench) i crne (*A. glutinosa* /L./ Gaertn.) johe na području Mure i Drave prema morfološkim obilježjima listova, *Sumar List* 138 (1–2): 7–17.
- Poljak, I., M. Idžojtić, I. Šapić, P. Korijan, J. Vukelić, 2018: Diversity and structure of Croatian continental and Alpine-Dinaric populations of grey alder (*Alnus incana* /L./ Moench subsp. *incana*): Isolation by distance and environment explains phenotypic divergence, *Sumar List* 142 (1–2): 19–32.
- Sburlino, G., L. Poldini, C. Andreis, L. Giovagnoli, S. Tasinazzo, 2012: Phytosociological overview of the Italian *Alnus incana*-rich riparian woods, *Plant Socology* 49 (1): 39–53.
- Schwabe, E., 1985: Monographie *Alnus incana*-reicher Waldgesellschaften in Europa. Variabilität und Ähnlichkeiten einer azonal verbreitete Gesellschaftsgruppe, *Phytocoenologia* 13 (2): 197–302.
- Slezák, M., R. Hrivnák, A. Petrášová, 2014: Numerical classification of alder carr and riparian alder forests in Slovakia, *Phytocoenologia* 44 (3–4): 283–308.
- Šapić, I., 2012: Šumska vegetacija Zrinske gore, Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Šegulja, N., Lj. Ilijanić, Lj. Marković, 1998: Prikaz i analiza flore Zrinske gore, *Acta Bot Croat* 55–56: 65–99.
- Trinajstić, I., 1964: Vegetacija obalnog područja rijeke Drave u široj okolini Varaždina, Magistarski rad, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Trinajstić, I., 1973: Über die systematische Stellung der Grauerlenwälder in Nordkroatien. Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich 51: 111–115.
- Vrček, M., 2011: Siva joha (*Alnus incana* L.) u šumskim zajednicama varaždinskog područja, Diplomski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Vukelić, J., 2012: Šumska vegetacija Hrvatske. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet i Državni zavod za zaštitu prirode, 404 str., Zagreb.
- Vukelić, J., D. Baričević, Z. Perković, 1999: Vegetacijske i druge značajke zaštićenog dijela "Slatinskih podravskih šuma", *Sumar List* 123 (7–8): 287–299.
- Vukelić, J., D. Baričević, I. Šapić, 2012: Phytocoenological characteristics of forests of grey alder (*Alnus incana* /L./ Moench) in Gorski kotar, *Nat Croatica: Periodicum Musei Historiae Naturalis Croatici* 21 (1): 49–64.
- 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.
- Weber, H. E., J. Moravec, J.-P. Theurillat, 2000: International code of phytosociological nomenclature, 3th Ed., *J Veget Sci* 11: 739–768.
- Willner, W., G. Grabherr (ur.), 2007: Die Wälder und Gebüsche Österreichs (1 Textband, 2 Tabellenband), Elsevier, Spektrum Akademischer Verlag, Wien.

Summary

This paper provides a comprehensive survey of the results of phytocoenological research of *Alnus incana* (L.) Moench subsp. *incana* stands in Croatia. Here, the grey alder appears in two biogeographic regions with contrasting climates (Figure 1): the continental region, along the course of the Drava river; and the mountainous Alpine-Dinaric region in Gorski kotar, along the course of the Kupa river and its tributaries. 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 stands. These stands are included within the association *Equiseto hyemali-Alnetum incanae* Moor 1958 (Figure 3). Stands from the north-western Dinarides are defined within the association *Lamio orvalae-Alnetum incanae* Dakskobler 2010 var geogr. *Helleborus dumetorum* Vukelić et al. 2012 (Figure 4, Figure 5).

Our main objectives were: (1) to present the results of recent studies of the association *Equiseto hyemali-Alnetum incanae*; (2) to compare them with the results of the studies from early second half of the 20th century (Trinajstić 1964, 1973); and (3) to compare them with the phytocoenological characteristics of grey alder forests from the Dinaric area of Croatia.

The research was conducted on the basis of 11 new phytocoenological relevés and 37 from previous studies, according to the principles of the standard Central European Phytocoenological School (Braun-Blanquet 1964). Plant nomenclature was coordinated with the Flora Croatica Database (Nikolić 2015), and the mosses with Atherton et al. (2010). A part of the syntaxa was described in accordance with ICPN (Weber et al. 2000), and another part follows a multidimensional classification of vegetational

units (Matuszkiewicz and Matuszkiewicz 1981). The sociological species affiliation was determined according to Vukelić (2012). The analysis of the floral composition of the association *Equiseto hyemali-Alnetum incanae* (= *Alnetum incanae* Lüdi 1921) from north-western Croatia demonstrates a high degree of floral similarity with colline stands of the same association presented in the forest vegetation of Austria (Willner and Grabherr 2007). As grey alder stands in Podravina grow on lower altitudes, they lack or have considerably less of the following species: *Fraxinus excelsior*, *Lonicera xylosteum*, *Cardus perssonata*, *Picea abies*, *Anemone ranunculoides*, *Salvia glutinosa* and others. On the other hand, some species in them have certain differential significance, namely: *Ulmus laevis*, *U. minor*, *Quercus robur*, *Fraxinus angustifolia*, *Populus alba*, *Valeriana dioica* and others. Table 1 shows 11 new relevés of grey alder-scouring rush stands. Due to major anthropogenic interventions, grey alder-scouring rush forests have seen considerable regressive changes in the distribution and floral composition, hence just like the species *Equisetum hyemale*, they should be considered an endangered type of habitat. A large part of the original forests and shrubbery has been cleared over the last 50 years due to the construction of two accumulation lakes and other melioration and infrastructural needs. Meliorations have greatly impacted the hydrological regime of the entire area, which resulted in alterations in the habitat, and eventually in the disappearance of areas that used to be covered by grey alder forests. In order to determine the changes in the floral composition of grey alder-scouring rush stands, we compared our phytocoenological relevés with those from 1964 (Trinajstić 1964). Table 2 specifies 35 species that indicate changes in the habitat and composition of the association. The table clearly demonstrates that the number of hygrophytes has been reduced, and the share of mesophilic species and species from less wet habitats considerably increased (column 2, table 2), especially from the order *Fagetalia* and class *Querco-Fagetea* Br.-Bl. et Vlieger 1937.

The association *Equiseto hyemali-Alnetum incanae* has been compared with the stands from Gorski kotar, i.e. with the association *Lamio orvalae-Alnetum incanae*, where it was found that they differ significantly both from the ecological and from the floral point of view (Figure 2). Floral differences of the said forest communities result primarily from the climate and orographic factors of biogeographic regions, and the share of species from zonal forests in whose belts they grow. Table 3 specifies 76 differentiating species: seven for the association *Equiseto hyemali-Alnetum incanae* and 69 for the association *Lamio orvalae-Alnetum incanae*. The criterion employed to single them out was that they grow in only one association with at least 20% of relevés, or that the difference between the level of representation in associations is in excess of 35%. The largest number of differentiating species are mesophytes from the alliances *Aremonio-Fagion* /Ht. 1938/ Borhidi in Törek et al. 1989, *Tilio-Acerion* Klika 1955, *Erythronio-Carpinion* (Ht. 1938) Marinček in Wallnöfer et al. 1993 and the order *Fagetalia* (33 species in total). The large number and frequency of those differentiating species is the reason for clear independence and identity of the association *Lamio orvalae-Alnetum incanae* compared to other European grey alder forests (Vukelić et al. 2017). The most important differentiating species of the association *Equiseto hyemali-Alnetum incanae* is *Prunus padus*. With regard to syntaxonomy, the analyzed associations *Equiseto hyemali-Alnetum incanae* and *Lamio orvalae-Alnetum incanae* belong to the suballiance *Alnenion glutinoso-incanae* Oberd. 1953, alliance *Alnion incanae* Pawl. in Pawl. et al. 1928, of the order *Fagetalia sylvaticae* Pawl. in Pawl. et al. 1928 and class *Querco-Fagetea* Br.-Bl. et Vlieger 1937.

KEY WORDS: *Alnus incana*, *Lamio orvalae-Alnetum incanae*, *Equiseto hyemali-Alnetum incanae*, floral composition, Croatia

MODELLING THE TIMING OF LEAF UNFOLDING IN PEDUNCULATE OAK (*Quercus robur* L.) CLONAL SEED ORCHARD

MODELIRANJE VREMENA LISTANJA U KLONSKOJ SJEMENSKOJ PLANTAŽI HRASTA LUŽNJAKA (*Quercus robur* L.)

Ivan ANDRIĆ¹, Anamarija JAZBEC¹, Valentino PINTAR¹, Davorin KAJBA¹

Summary

For ten years, 53 genotypes of Pedunculate Oak were monitored in a clonal seed orchard. The aim of the study was to clarify effects of forcing and chilling temperature as background of leaf unfolding of pedunculate oak through the different kind of prediction models. The Pedunculate Oak is known to have three phenofarms of flushing phases, i.e., early, intermediate and late, and substantially different Growing Degree Days (GDD) requirements were found among these phenological groups. For each of the phenological groups, the GDD interval value required for leaf unfolding was determined, but the values varied between years, rendering the development of a simulation GDD model difficult. For these reasons, other variables – day of year, precipitation and insolation – were included in the assessment. The aim was to examine how these environmental factors determine the GDD requirement for leaf unfolding in the three Pedunculate Oak phenological groups. The results suggest that for all three flushing groups, insolation and the day of year are statistically significant predictors for GDD. Insolation was demonstrated to be the primary factor with the largest influence on the GDD values. In the early flushing group, insolation accounted for 74.1 % of the variation, 90.6 % in the intermediate group, and 78.7 % in the late group. We recommend using the univariate GDD model for the early and intermediate flushing groups ($GDD_{early} = -27.651 + 0.539 * insolation$; $GDD_{inter} = -48.084 + 0.690 * insolation$) and the multivariate model for the late flushing group ($GDD_{late} = -237.839 + 0.559 * insolation + 2.479 * day\ of\ year$). To break the dormancy, chilling is required to be in the range of ± 40 chilling units, and if the values are higher or lower, the trees require significantly higher forcing temperatures.

KEY WORDS: spring phenology, climate change, GDD, environmental drivers, chilling

INTRODUCTION UVOD

The genus *Quercus* is widely distributed across large areas of the entire temperate region of the Northern Hemisphere. The European flora, as part of the European-West Asian formation centre, features 28 species of the genus *Quercus*, among which the Pedunculate Oak (*Quercus robur* L.)

covers the largest areas. In Croatia, the Pedunculate Oak is the most valuable forest tree species and forms the largest continuous oak forest in Europe (the so-called Spačva basin in Eastern Slavonia). The tree's characteristics, such as the fineness, regularity and uniformity of annual rings, golden-yellow colour and durability, all combine to provide old Croatian oakwood with the internationally recognized technical name "Slavonian oak" (Klepac 2000).

¹ Ivan Andrić, mag. ing. silv., prof. dr. sc. Anamarija Jazbec, Valentino Pintar, mag. ing. silv., prof. dr. sc. Davorin Kajba, Faculty of Forestry University of Zagreb, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Croatia. Corresponding author: davorin.kajba@zg.t-com.hr

The Pedunculate Oak is an allogamous monoecious species, and the flowering and flushing are largely determined by climatic conditions. Distinct variations in the flushing of the Pedunculate Oak have been noted, and different authors have divided the species into different forms (Mátyás 1967, Stojković 1991) based on differing numbers of categories from very early flushing (*super praecox*) to very late flushing (*tardissima*). The late flushing form (*Q. robur* var. *tardissima*) develops leaves approximately five weeks later than the early form (*Q. robur* var. *praecox*), and both forms occur in the all parts of the species' distribution. This phenomenon is most pronounced in the south-eastern part of the Pedunculate Oak range, where the early and late trees are easily distinguishable (Bacilieri et al. 1994, Wesolowski and Rowiński 2006, Perić et al. 2000). The late flushing types of Pedunculate Oak have a smaller length of crown, are more cylindrical with good straightness of the trunk and are less damaged by the late spring frost than the early types.

The genetic structure and variability of clonal phenoforms in clonal seed orchards were analysed, revealing that there were no significant differences in genetic differentiation among the phenoforms (Katičić et al. 2010). The analysed neutral markers were apparently not associated with adaptive differences between the phenoforms. The variation in flushing phenology is presumably one of the species' defensive strategies against late frosts. There are several reports of significant differences in genetic variability and differentiation among phenoforms within temperate tree species, e.g., late flushing forms of European beech had a higher intrapopulation genetic variability than early flushing forms. Oak trees were found to be more sensitive to temperatures with regard to leaf unfolding over an elevation gradient and were also found to have a lower chilling requirement for dormancy release than European beech (Chmura and Rożkowski 2002, Jazbec et al. 2007, Gömöry and Paule 2011, Dantec et al. 2014). Genetic variations in leaf unfolding timing between and within oak populations are likely due to differences in heat requirement rather than differences in chilling requirement (Dantec et al. 2014).

The technical quality of late flushing Pedunculate Oak trees is likely slightly better due to the delayed budburst and flushing of leaves, which is out of synchrony with eclosing caterpillars and avoids defoliation (Schütte 1957, Hunter 1992, Tikkanen and Julkunen-Tilto 2003). In addition to the early and late types, there are also intermediate phenotypes, which are moving towards one or the other direction.

Because the late flushing Pedunculate Oak (*Q. robur* var. *tardissima*) is more desirable for cultivation in many European countries, the continued selection and collection of acorns from very late flushing trees from natural stands in the beginning of May is recommended. The establishment of clonal seed orchards with late flushing genotypes would

certainly ensure higher quality forest reproductive material with the most advantageous genetic type.

The establishment of clonal seed orchards began with the goal of controlling more regular yield periodicity and obtaining seeds (acorns) with high genetic quality. The leaf unfolding of Pedunculate Oak is largely genetically controlled (Mátyás 1967, Stojković 1991, Baliuckas 2001), which provides an opportunity for legitimate selection of plus trees to achieve lasting phenological uniformity of leafing genotypes from which to establish clonal seed orchards. The phenology of trees is strongly driven by environmental factors, such as temperature, that have already altered the vegetative and reproductive phenology of many forest species. However, the impact of adverse weather conditions, such as heavy rainfall, high relative humidity, frost, low and high air temperatures, and hail, can sometimes disturb favourable phenological uniformity of phenophases in forest stands and within seed orchards (Wolgast 1972, Cecich 1997, Garcia-Mozo et al. 2001). Temperature and photoperiod are widely considered to be a major factors controlling the phenology of boreal and temperate tree species (Sarvas 1972, 1974, Heide 1993, Schwartz 2003, Chuine et al. 2003, 2010, Hänninen and Kramer 2007, Basler and Körner 2012, Fu et al. 2013).

Phenology is the study of the timing of life-history events that occur in a seasonal and repeated pattern. Understanding the processes responsible for macro-scale spatial and temporal phenological patterns is a critical step in developing predictive phenological models (Phillimore et al. 2013). While phenological responses may involve the integration of multiple environmental cues, the spring phenology of many plant species appears to be especially sensitive to temperature. The timing of leaf unfolding is mainly regulated by temperature in cold winter environments. Chilling temperatures break winter dormancy and subsequent warm temperatures induce leaf unfolding, which is why the phenological onset of spring correlates very well with the air temperature of the preceding months (Menzel 2002, Davi et al. 2011). Heat units, expressed in growing degree-days (GDD), are frequently used to describe the timing of biological processes. Approaches that use growing degree-days (GDD) assume a linear effect of temperature on the development rate via enzyme activity (Bonhomme 2000). In the areas of crop phenology and development, the concept of heat units, measured by GDD (°C-day) has vastly improved the description and prediction of phenological events relative to other approaches, such as time of the year or day of year (McMaster and Wilhelm 1997). Growing degree days (GDD) models predict the day on which a phenological event should take place.

Phenological models, used to simulate leaf unfolding, i.e., the start of the growing season, are based on the response

of bud growth to forcing temperatures and/or to chilling temperatures, and this response has been described with different types of mathematical functions (Chuine 2000). The leaf unfolding process is often considered to involve two stages (Cannell and Smith 1983, Hänninen 1990, Kramer 1994, Chuine 2000, Chuine et al. 2003). First, bud dormancy needs to be broken by exposure to cold temperatures during winter, referred to as chilling. Once sufficient chilling has accumulated, the bud enters the second phase of dormancy, during which sufficient warmth is needed to trigger bud burst, referred to as forcing. The accumulation of forcing is based on a linear temperature relationship above a given temperature threshold, and the interaction of chilling and forcing requirements with temperature determines the timing of leaf unfolding.

This work is based on ten years of data recording the leaf unfolding of *Quercus robur* L. in a clonal seed orchard and meteorological data. The parameters are start time (day of year), base temperature, cumulative GDD, precipitation and insolation. From the start time, the daily temperatures above the base temperature are summed, and the model predicts that the phenological event will occur once the cumulative GDD requirement has been met. A number of approaches exist for identifying the best parameters under the GDD model, but most involve the iterative application of combinations of parameters to the temperature data and estimation of one of several related metrics that quantify the difference between the predicted and observed phenology (Bonhomme 2000). The aim of the study was to determine requirements of the GDD values, precipitation and insolation by each phenological group of pedunculate oak, as well as chilling requirements for breaking dormancy of vegetative buds and mutual relationship between chilling and GDD. Thus, the application of GDDs in the future could contribute to better and easier predictions of how phenofoms and pathogens are related, based on their biology and ecology. The values obtained by chilling could be used for the prediction of the required amount of forcing temperature and the occurrence of the leaf unfolding phase.

MATERIALS AND METHODS

MATERIJALI I METODE

Study Area – Područje istraživanja

A clonal seed orchard of Pedunculate Oak (*Quercus robur* L.) was established in the spring of 2001 at the Forest Office Čazma in the lower Sava river provenance region of Croatia. The seed orchard has an area of 26 ha, contains 53 clones (genotypes) selected in seed stands, and features a total of 2,150 ramets (grafts) randomly planted in the orchard. The genotypes belong to a single seed region that includes seven subprovenances. The pruning and training systems

of the grafts in the clonal seed orchard should produce a strong framework and good light penetration in the canopy (Kajba et al. 2008). An oval spindle training system is used after establishment, and the spacing between ramets is 10 × 8 m. The total height of the training shape is up to seven meters with six scaffold whorls.

The clonal seed orchard is located at 45° 45' 55" N and 16° 35' 32" E in the northwest part of Croatia. The climate in this region is moderately warm and rainy with a two short dry period (April and July). The average value of coldest month temperature is between - 3°C and 18 °C, while the mean temperature of the warmest month is not above 22 °C. The mean annual temperature is 9.8 °C, and the mean annual precipitation of 810 mm is evenly distributed throughout the year.

Phenology measurements – Fenološka motrenja

During the 10-year study period (2004-2013), the phenological data of leaf unfolding and meteorological records were studied. Only well-developed individuals (grafts) were chosen for observation. The start date of the leaf unfolding stage is defined as the point at which the entire leaf blade and leaf stalk were visible.

Each year, observation began before any buds began to break, and observation was made every 10 days until the 10th of May. The meteorological data were supplied by the Croatian Meteorological and Hydrological Service, based on data recorded at the Čazma meteorological station, which is located 1 km from the orchard site (DHMZ). Observations were made on ramets of 53 clones randomly selected across the entire area of the orchard. The start of heat accumulation has been taken from the 1st of January. Only positive values of GDD were taken into account to calculate cumulative sums. Insolation is expressed in hours (h) and precipitation in mm. The ten years of leaf unfolding data and the corresponding weather data were used to build the phenology models.

Statistical analysis – Statistička analiza

Growing Degree Days (GDD) were calculated using the Hand Calculating Degree Days method described by Snyder (1985):

$$GDD = \frac{T_{max} + T_{min}}{2} - T_{base} \quad (1)$$

If: $\left[\frac{T_{max} - T_{min}}{2} \right] - T_{base} > 0$ GDD from the days included in final sums;

If: $\left[\frac{T_{max} - T_{min}}{2} \right] - T_{base} < 0$ GDD from the days not included in final sums.

Here, T_{max} and T_{min} are daily maximum and minimum air temperatures, respectively, and T_{base} is the base temperature.

The temperature base was 5 °C, which has been used for other forest tree species as it is presented in formula 1 (Cannell and Smith 1983, Chassagneux and Choisnel 1986, Kasprzyk 2009, Dobrowolska et al. 2011).

Descriptive statistics were calculated for all analysed variables, and the level of statistical significance was set at 5 %. To classify clones by GDD for the study period (2004–2013), we used a k-means clustering that divided all 53 investigated clones into three groups depending on the leaf unfolding (early, intermediate and late flushing groups). By using repeated measures analysis of variance, we tested whether and how other analysed variables (precipitation, day of year, and insolation) differ between the GDD clusters. Our model contains three parameters – effect of GDD groups (between subject) the effect of years, and the interaction years × GDD groups (within subject) – because we wanted to test whether our analysed variables (according to GDD groups) behaved approximately the same throughout the analysed period (Davis 2002). For testing sphericity we use Mauchly's Sphericity test and if sphericity assumption has been violated we use Greenhouse-Geisser Epsilon (G-G) and Huynh-Feldt-Lecoutre epsilon (H-F-L) correction factors which adjust the univariate test degrees of freedom for within subject testing. To determine which of the analysed variables best describes GDD for each GDD group, we used a regression analysis regardless of the clones and the year. First, an univariate regression was performed for each analysed variable. Then, we performed a multivariable (multiple) regression for variables that were statistically significant in the univariate models. Finally, we choose the most appropriate model that served as the best predictor for GDD using differences in R^2 values as the selection criterion (Sokal and Rohlf 1995).

The chilling accumulation calculations were based on the temperature difference between T_{min} and T_{max} in the period between 1st November and 28th February (formula 2), with ≤ 5 °C adapted from the Thermal Time model (Cannell and Smith, 1983). All statistical analyses were conducted using Statistica 11.0 (StatSoft Inc. 2013).

$$Chilling(SUMx) = \sum_{start\ date}^{end\ date} \begin{pmatrix} 0 & T_{min} = T_{base} \\ x & [T_{base} - T_{min}] \\ x & [T_{max} - T_{min}] \text{ (If } T_{max} < T_{base} \text{)} \\ 0 & T_{min} > T_{base} \end{pmatrix} \quad (2)$$

- If the T_{min} is equal to the T_{base} then the chilling value for that day is 0.
- X represents an interval in degrees between the T_{min} and the T_{base} , or between T_{min} and T_{max} if T_{max} is less than the T_{base} .
- If the T_{min} is higher than the T_{base} value then chilling for that day is 0.

RESULTS REZULTATI

The averaged data are clearly segregated between the three groups of *Q. robur* phenofoms (early flushing, intermediate and late flushing) for all measured parameters during the duration of the experiment, as shown in Table 1. The start date of leaf unfolding phenofom is clearly defined by the GDD model (Table 1 and Figure 1).

The mean values of GDD were 118.42 for the early flushing group, 188.34 for the intermediate group and 261.61 for the late group of oak clones. All other measured parameters (precipitation, day of year, and insolation) are similarly separated and are divided into three separate groups (Figure 2). For the early flushing group, the mean day of year is 85 and insolation is 271.04 hours, which achieved the GDD requirements and the clones of that group started with the leaf unfolding. The intermediate group required an average of 98 days and 342.49 hours of insolation, whereas the late flushing group required 109 days and 411.57 hours of insolation. The calculated Coefficient of Variation (C.V. %) values for all parameters are lowest for the late flushing form group, likely because they belong to a group with at least of 9 genotypes. In contrast, the intermediate group contains 13 of genotypes, and the early group contains 31 genotypes.

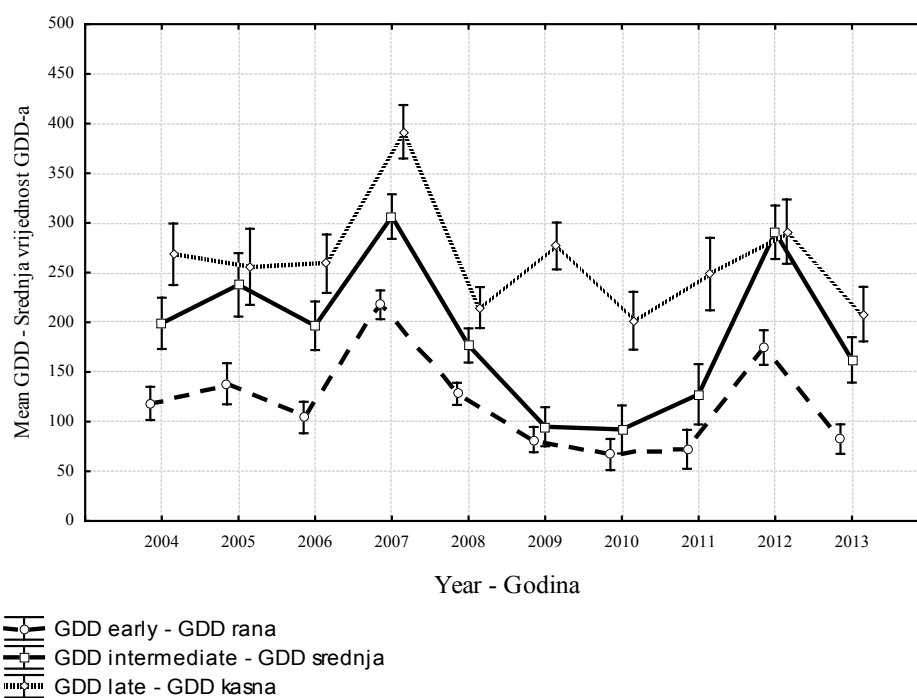
The results of k-means clustering of the clones according to their values of GDD for the period of 2004–2013 are shown in Fig. 1. The clones are clearly classified into three groups (early, intermediate and late flushing).

To examine how the other analysed variables (precipitation, day of year, and insolation) affected the GDD groups, the variables were tested with repeated measures ANOVA to determine whether they individually participate in the GDD groups, their behaviour over years and their behaviour over years under certain clusters. Because sphericity assumption has been violated we use G-G and the H-F-L correction factors. In Table 2 we gave adjusted p value for both. In all tests the p value before and after using correction factors p values were the same ($p < 0.0001$). Sphericity test, G-G epsilon and H-F-L epsilon for Precipitation ($Chi^2=514.61$; $df=44$; $p<0.001$; $G-G=0.3337$; $H-F-L=0.3574$); Insolation ($Chi^2=348.74$, $df=44$; $p<0.001$; $G-G=0.4446$; $H-F-L=0.4881$) and day of year ($Chi^2=313.64$ $df=44$; $p<0.001$; $G-G=0.3994$; $H-F-L=0.4341$).

The results of the repeated measures ANOVA (Table 2) show that there are statistically significant differences between each group for all of the analysed variables. There is a statistically significant difference over the years and significant differences in the interaction between the GDD group and the years, which means that all the analysed variables for individual GDD group over the year do not behave the same (Figure 2).

Table 1: Descriptive data for the seasonal GDD and the other parameters (precipitation, insolation and day of year) according to flushing groups (E – early, I – intermediate, L – late)**Tablica 1:** Deskriptivna statistika za GDD i ostale parametre (oborine, insolacija i broj dana) s obzirom na forme listanja (E – rani, I – srednji, L – kasni).

Year Godina	Parameters (accumulated from the 1 st January) Parametri (početak zbrajanja od 1. siječnja)											
	GDD			Precipitation (mm) Oborine (mm)			Day of year Br. dana			Insolation (h) Insolacija (h)		
	E	I	L	E	I	L	E	I	L	E	I	L
2004	118.38	198.93	268.45	171.02	248.82	276.33	94	107	116	299.37	345.98	393.51
2005	138.15	237.67	255.85	169.63	210.25	210.41	95	111	113	355.73	446.54	468.18
2006	104.19	196.51	258.97	97.83	125.30	144.28	91	105	113	255.67	341.12	389.30
2007	217.59	306.42	391.73	160.83	187.91	189.48	81	99	109	333.62	455.55	556.51
2008	127.98	176.68	214.84	66.60	100.78	114.41	79	92	100	286.72	356.25	403.67
2009	81.91	94.83	276.79	113.41	117.56	129.91	77	83	107	194.92	220.65	377.40
2010	66.86	92.14	201.57	175.85	184.53	230.91	77	83	102	155.43	184.65	296.50
2011	72.13	127.52	248.51	27.18	33.28	45.57	72	83	102	184.62	248.23	373.48
2012	174.58	290.57	291.24	80.73	88.85	88.60	91	110	110	440.28	539.09	534.12
2013	82.45	162.16	208.18	368.07	383.72	385.70	99	109	113	204.04	286.82	323.07
Average – Srednja vrijednost	118.42	188.34	261.61	143.12	168.10	181.56	85	98	109	271.04	342.49	411.57
Minimum – Minimalna vrijednost	66.86	92.14	201.57	27.18	33.28	45.57	72	83	100	155.43	184.65	296.50
Maximum – Maksimalna vrijednost	217.59	306.42	391.73	368.07	383.72	385.70	99	111	116	440.28	539.09	556.51
Range – Opseg	150.73	214.28	190.16	340.89	350.44	340.13	27	28	17	284.85	354.44	260.01
Standard deviation – Standardna devijacija	48.42	74.18	54.72	94.04	99.34	99.83	10	12	6	89.53	112.65	84.20
C.V. % – Koeficijent varijacije (%)	40.89	39.39	20.92	65.71	59.10	54.98	11.14	12.28	5.26	33.03	32.89	20.46

**Figure 1:** Three phenological groups of *Quercus robur* separated by GDD values (early, intermediate and late flushing groups)**Slika 1:** Tri fenološke forme hrasta lužnjaka prikazane prema GDD vrijednostima (rane, srednje i kasno listajuće forme)

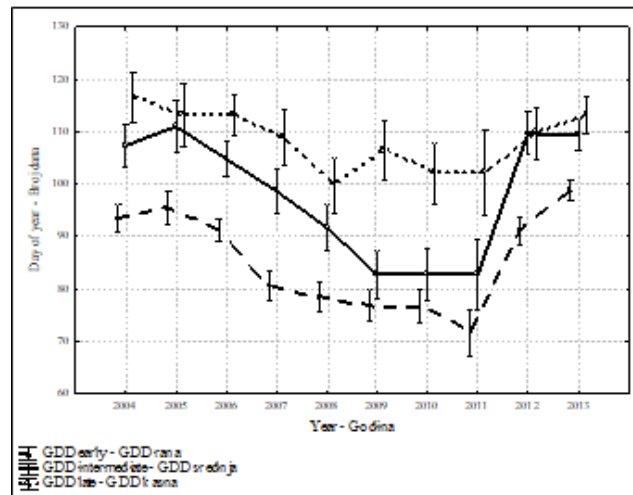
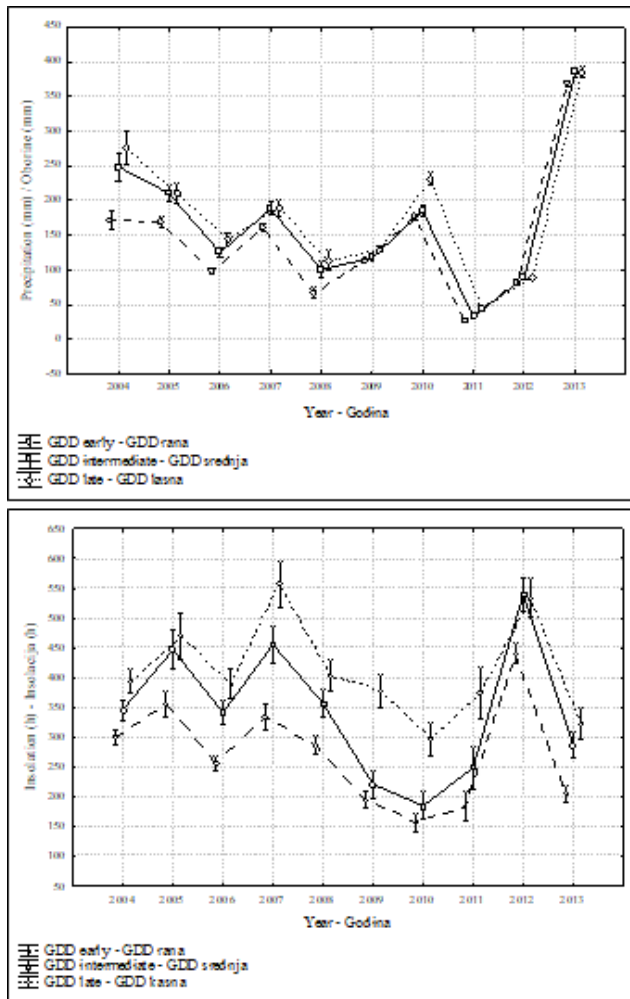


Figure 2: Variations in parameters (precipitation, insolation and day of year) according to flushing groups. Error bars are 95 % confidence interval

Slika 2: Varijacije parametara (oborine, insolacija i broj dana) s obzirom na forme listanja. Vjerojatnost pogreške je u intervalu pouzdanosti 95 %

The results of the regression analysis are shown in Table 3. The goal was to identify the best linear model for prediction of the GDD values for each of the GDD groups. First, univariate linear regressions were calculated for all of the analysed variables (GDD was the dependent variable; Table 2). From the results for all three groups, insolation and day of year are clearly statistically significant predictors for GDD. Although these factors are significant predictors,

their coefficients of determination range from 71 % to 89 % for insolation and from 26 % to 62 % for the day of year. In addition to the univariate models, we created a multivariate model for the variables were shown to be statistically significant in the univariate models, i.e., insolation and day of year.

When we include the value of the day of year to the insolation value for the early flushing group of Pedunculate Oak,

Table 2. Results of the repeated measures ANOVA for GDD flushing groups

Tablica 2. ANOVA s ponovljenim mjerenjima za GDD fenološke grupe

Source of variability Izvor varijabilnosti	df	Precipitation (mm) Oborine (mm)		Insolation (h) Insolacija (h)		Day of year Broj dana	
		F	p	F	p	F	p
GDD group – GDD grupa	2	123.47	<0.0001	146.89	<0.0001	131.17	<0.0001
Error – Pogreška	50						
Years – Godine	9	1280.22	<0.0001*	186.49	<0.0001*	55.53	<0.0001*
Years*GDD group – Godine*GDD grupa	18	14.3	<0.0001*	6.08	<0.0001*	3.8	<0.0001*
Error – Pogreška	450						

Note: * Adjusted p values for G-G and H-F-L correction

Napomena: * Podešene p vrijednosti za G-G i H-F-L korekciju

the total value of GDD does not change, remaining $R^2=74.1$ %. The day of year is not a statistically significant variable in combination with the insolation. Therefore, for the early flushing form of Pedunculate Oak, we recommend the univariate model that features only the insolation as an independent variable: $GDD_{early} = -27.651 + 0.539 * insolation$.

For the intermediate flushing group, both variables (insolation and day of year) were statistically significant, and the total variability of GDD with this model is $R^2=90.6$ %. Based on the univariate model for insolation, $R^2=89.1$ %, which is a difference of only 1.5 %. Therefore, we conclude that the recommended model contains only the insolation variable: $GDD_{inter} = -48.084 + 0.690 * insolation$.

For the late flushing group, both variables (insolation and day of year) were statistically significant, with a total explained GDD variability of $R^2=78.7$ %. The R^2 value for the univariate model for insolation is 70.8 %. Due to the R^2 difference of 7.9 %, we recommend the use of the multivariate model containing the both variables (insolation and day of year): $GDD_{late} = -237.839 + 0.559 * insolation + 2.479 * day\ of\ year$.

A second-degree polynomial has proven to be the best model of the relationship between chilling and GDD ($F(3,7) = 25.71, p<0.001$), which indicates that if the chilling is

approximately zero, the GDD group needs fewer forcing temperatures, and if the chilling units are above or below the value of ± 40 units, then GDD group requires much more accumulated forcing (Figure 3). Although the parabola is shifted from the centre, the x parameter (0.1644) shows that this shift is not statistically significant ($t = 0.54, p = 0.60$). In contrast, the parameter of the quadratic term (0.012) is significant at the significance level of 9.6 % ($t = 1.92, p = 0.096$). Additionally, to break the dormancy, chilling is required to be in the range of ± 40 chilling units, and if the value is higher or lower than this number, the trees require significantly higher forcing temperatures.

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

RASPRAVA I ZAKLJUČCI

Earlier investigations of Pedunculate Oak noticed the existence of different phenological forms that varied from early flushing (var. *praecox*) to late flushing (var. *tardissima*), leading to variations in the leaf unfolding between 1st March and 10th May (Mátyás 1967, Stojković 1991, Perić et al. 2000, Baliuckas et al. 2001, Wesolowski and Rowiński 2006). In this study, the phenofoms were properly separated into three groups – early, intermediate and late flushing types – based on GDD and three other variables (Table 1, Figure

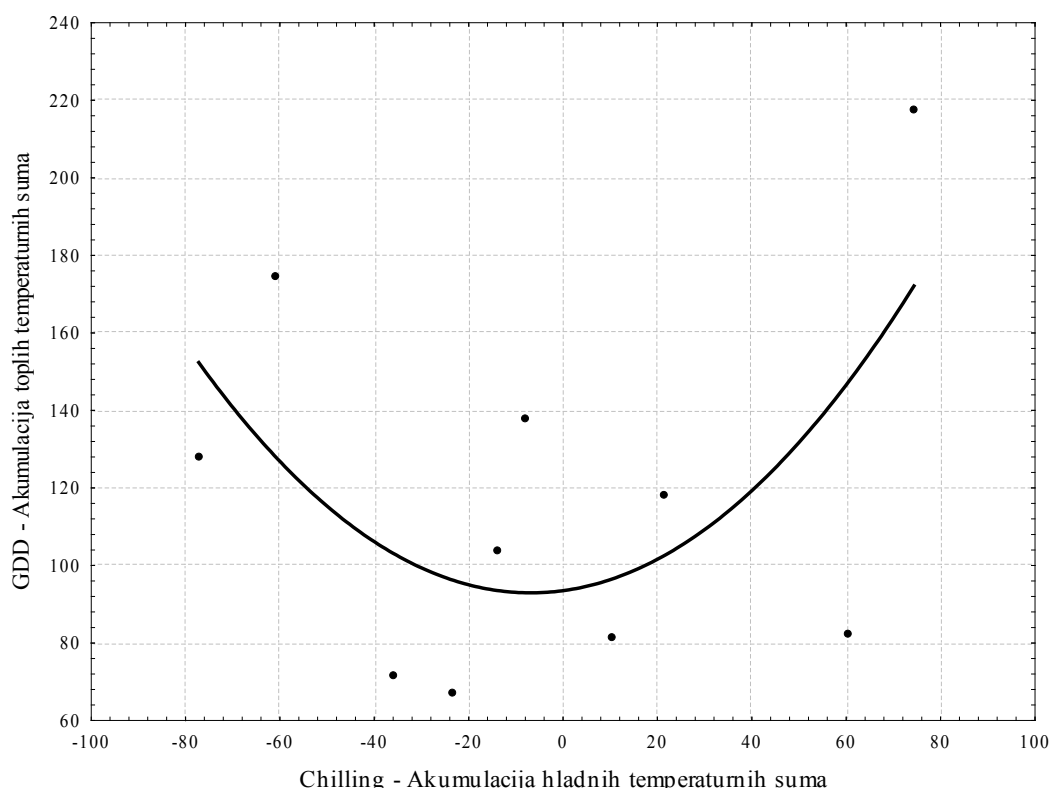


Figure 3: Relationship between the chilling accumulation (chilling units between 1st November and 28th February) and forcing accumulation (accumulated growing degree days between 1st January and 10th May)

Slika 3: Odnos između akumulacije inaktivnih temperatura (hladne temperaturne vrijednosti između 1. studenog i 28. veljače) i proljetnih temperatura (akumulacija toplih temperaturnih vrijednosti između 1. siječnja i 10. svibnja)

Table 3. Results of the regression analysis in which GDD is the dependent variable for each GDD flushing group

Tablica 3. Rezultat regresijske analize u kojima je GDD zavisna varijabla za svaku GDD fenološku grupu

GDD	Univariate model <i>Univarijatni model</i>						Multivariable model <i>Multivarijatni model</i>				
	Variable <i>Varijabla</i>	Intercept <i>Slobodan član modela</i>	PE	SE	p	R ²	Variable <i>Varijabla</i>	PE	SE	p	R ² RMSE
Early <i>Rani</i>							Intercept <i>Slobodan član modela</i>	-25.853	12.815	0.045	0.741
	Precipitation Oborine	118.124	0.002	0.030	0.956	0.000					30.843
	Insolation <i>Insolacija</i>	-27.651	0.539	0.018	<0.001	0.741	Insolation <i>Insolacija</i>	0.541	0.023	<0.001	
	Day of year <i>Broj dana</i>	-100.718	2.260	0.240	<0.001	0.269	Day of year Broj dana	-0.028	0.181	0.878	
Inter- mediate <i>Srednji</i>							Intercept <i>Slobodan član modela</i>	-114.919		<0.001	0.906
	Precipitation Oborine	169.427	0.112	0.080	0.155	0.015					27.351
	Insolation <i>Insolacija</i>	-48.084	0.690	0.020	<0.001	0.891	Insolation <i>Insolacija</i>	0.597	0.031	<0.001	
	Day of year <i>Broj dana</i>	-277.821	4.751	0.327	<0.001	0.622	Day of year Broj dana	1.006	0.257	<0.001	
Late <i>Kasni</i>							Intercept <i>Slobodan član modela</i>	-237.839	40.045	<0.001	0.787
	Precipitation Oborine	274.204	-0.069	0.077	0.375	0.009					34.063
	Insolation <i>Insolacija</i>	-9.618	0.659	0.045	<0.001	0.708	Insolation <i>Insolacija</i>	0.559	0.045	<0.001	
	Day of year <i>Broj dana</i>	-311.111	5.278	0.744	<0.001	0.364	Day of year Broj dana	2.479	0.500	<0.001	

1). Furthermore, the sum of temperature could interact with the other environmental variables.

Statistically significant differences were obtained for all variables (GDD, precipitation, day of year and insolation) and for variable differences between years over the course of the study period. The results are consistent with the observations of significant leaf unfolding variability between years (Morin et al. 2010). The experimental warming and reduced precipitation for several populations of three European oak species (*Quercus robur*, *Q. pubescens*, *Q. ilex*) in this study caused a longer growing season and higher mortality. The leaf unfolding date was not significantly affected by variations in water quantity, but the date varied significantly by year. Certain genotypes may respond to a higher amount of precipitation, which ultimately means that they need a longer time and many more hours of insolation to facilitate leaf unfolding.

Temperature, which is the prime environmental factor regulating the leaf unfolding process, in addition to other environmental cues, such as photoperiod, may modulate

the leaf unfolding process, especially for the late flushing species (Basler and Körner 2012, Caffarra et al. 2011, Heide 1993, Körner and Basler 2010). Several experiments have tested the effects of increasing temperature, and the leaf unfolding date was often advanced by higher temperatures (Repo et al. 1996, Guak et al. 1998, Arft et al. 1999, Hollister et al. 2005, Kilpelainen et al. 2006, Cannel et al. 1999, Menzel et al. 2001). Certain results confirm that continued and intense warming may not result in further advances in the date of leaf unfolding in the late successional species of oak and beech if the warming exceeds a certain threshold that leads to insufficient chilling temperatures for dormancy release (Fu et al. 2012b, 2013). The leaf unfolding of sessile oaks was 2.3 times more sensitive to temperatures over an elevation gradient than that of beech trees (Dantec et al. 2014). The timing of leaf unfolding in deciduous forest trees is genetically determined with respect to temperature changes (Derory et al. 2006, Vitasse et al. 2010), and temperature requirements are under strong genetic control (Rousi and Pusenius 2005, Sanz-Perez et al. 2009). The leaf unfolding date has been shown to be strongly genetically controlled

in several species (Worral 1983, Billington and Pelham 1991, von Wuehlisch *et al.* 1995). The leaf unfolding dates of three species (birch, oak and beech) have been shown to advance significantly with warming in two experimental years (Fu *et al.* 2013). An earlier correlative study revealed that *Q. Robur* flushing in the UK had advanced and that temperatures in the February to April time window were strongly negatively correlated with the first leaf unfolding date (Sparks and Carey, 1995). Altitudinal transplant experiments of *Q. petraea*, a close relative of *Q. robur*, have revealed high levels of temperature-mediated plasticity. For example, a 1 °C rise in mean spring temperature caused leaf unfolding to advance by approximately six (Vitasse *et al.* 2010) to seven days (Phillimore *et al.* 2013).

A phenological model for *Quercus petraea* was formulated to predict the date of budburst and the increase in leaf area as a function of cumulative temperature and of day-length. Budburst occurs when the temperature sum of the past 10 days exceeds a given threshold, which is a decreasing function of day-length (Nizinski and Saugier 1988).

Accumulated GDD is often assumed to be effective for predicting leaf unfolding in trees in present climate conditions (Chuine *et al.* 2000, Chuine and Beaubien 2001). In this research on the influence of variables, such as precipitation, day of year and insolation, on GDD values, insolation is found to be the main factor that best determined the real value of GDD. Insolation predicted the GDD value with an accuracy of 74.1 to 89.1 % (Figure 2). Other parameters do not have as strong an impact on GDD, and only day of year variable contributed significantly, with the values of 1.5 % (for intermediate) and 7.9 % for the late flushing group. Therefore, separate prediction GDD models are used for each of the leaf unfolding groups. Further research should perhaps examine the possibility of using only the insolation as the main variable in the estimation of GDD. The leaf unfolding process is very sensitive to environmental drivers, including both temperature and photoperiod (Basler and Körner 2012, Heide 1993). Comparing the performance of two methods (time-window and GDD) in the prediction of the spatiotemporal variation in the timing of first flushing will provide congruent insights into the cues and processes that underpin geographic variation in the phenology of *Quercus robur* (Phillimore *et al.* 2013).

As a part of this investigation, we decided to apply the GDD method to facilitate future predictions for the leaf unfolding. Natural stands and clonal seed orchards are in constant environmental struggle with various pathogens that to some extent undermine their stability. Thus, the application of GDDs could in the future contribute to better and easier predictions of how phenofoms and pathogens are related, based on their biology and ecology. Late leaf flushing among Pedunculate Oaks serves as an antiherbivore defence, via

the development of leaves that is asynchronous with the eclosion of caterpillars. This trait avoids the costs of defoliation, which may provide benefits later in the growing season (Hunter 1992, Wesolowski and Rowiński 2006). Large intraspecific variation in the timing of budburst of the *Quercus robur* may have a negative effect on herbivores, such as *Operophtera brumata* (Tikannen and Julkunen-Tilto 2003). Late flushing forms are not harmed by late spring frost, which may result in lower damage and better quality trees. The main goal of the testing of the GDD model in this example of oak phenology is to determine the average values of the studied parameters associated with GDD that are required by each phenological group, specifically for the leaf unfolding trait.

The duration of the growing season may increase the vegetation period. Due to climate change, this duration is an important feature for carbon sequestration (Delpierre *et al.* 2009) and to the growth response (Kramer *et al.* 2000). Several studies have documented advances in the leaf unfolding and flowering dates of 2 to 3 days per decade on average during the last 64 years (Menzel 2000). Certain experimental results showed that future warming should continue to advance the tree species leaf unfolding dates, but other results also suggest that the phenological response of three European oak species to increased temperatures is nonlinear and can vary strongly among species (Morin *et al.* 2010).

A negative relationship is known to exist between required chilling and forcing, and Murray *et al.* (1989) reported that a negative exponential equation was the best fit across all fifteen investigated woody species. The findings of Fu *et al.* (2013) suggest that a constant forcing requirement could be used to predict the timing of leaf unfolding in oaks only when the chilling requirement is either far too low or fully reached. In between, a linear (negative) relationship between chilling and forcing needs to be applied. The relationship between GDD and chilling units (CU) was sigmoidal; GDD was not correlated with CU both at very low (< 40 CU) and very large (> 80 CU) chilling unit values. When chilling was less than 40 CU, the forcing requirement of oaks no longer increased and even appeared to become uncoupled from the accumulated chilling units. The breakdown of the negative linear relationship between forcing requirement and chilling at very low chilling units may be related to the influence of photoperiod. A long photoperiod may partially compensate for a lack of sufficient chilling (Caffarra *et al.* 2011, Garber 1983, Nienstaedi 1966, Wareing 1953). The values obtained by chilling could be used for the prediction of the required amount of forcing temperature and the occurrence of the leaf unfolding phase, which may indicate accurate protection from pests/diseases in clonal seed orchards or in natural stands of Pedunculate Oak.

For each of the phenoform groups (early, intermediate and late flushing groups), an appropriate model for the prediction of the unfolding trait is specified and selected. The timing of leaf unfolding is also an important characteristic related to pests and insects and to the occurrence of the late spring frost. The models based the observations obtained over ten years should be applied to other clonal seed orchards and natural stands of Pedunculate Oak to verify their universality and to maintain their constancy and applicability.

ACKNOWLEDGMENTS

ZAHVALE

This work was supported by Croatian Science Foundation through the research project FRAXINPRO [IP-11-2013].

The authors gratefully acknowledge Dr. Francois Lefèvre and Dr. Yongshuo H. Fu for constructive comments. Special thanks to Marina Antulov, MSc and Bernarda Bukovac, MSc for their kind support in collecting of data in seed orchard.

REFERENCES

LITERATURA

- Arft, A.M., M.D. Walker, J. Gurevitch, J.M. Alatalo, M.S. Bret-Harte, M. Dale et al., 1999: Responses of tundra plants to experimental warming: meta-analysis of the international tundra experiment, *Ecological Monographs*, 69: 491-511.
- Bacilieri, B.R., A. Ducousso, A. Kremer, 1994: Genetic, Morphological, Ecological and phenological Differentiation between *Quercus petraea* (Matt.) Liebel. and *Quercus robur* L. in a mixed Stand of Northwest of France, *Silvae Genetica*, 44(1): 1-10.
- Baliuckas, V., T. Lagerström, G. Eriksson, 2001: Within population variation in juvenile growth rhythm and growth in *Quercus robur* L. and *Fagus sylvatica* L., *Forest Genetics*, 8: 259-270.
- Basler, D., C. Körner, 2012: Photoperiod sensitivity of bud burst in 14 temperate forest tree species, *Agricultural and Forest Meteorology*, 165: 73-81.
- Billington, H.L., J. Pelham, 1991: Genetic variation in the date of leaf unfolding in Scottish birch populations: implications for climate change, *Functional Ecology*, 5: 403-409.
- Bonhomme, R., 2000: Bases and limits to using 'degree.day' units, *European Journal of Agronomy*, 13: 1-10.
- Caffarra, A., A. Donnelly, I. Chuine, 2011: Modeling the timing of *Betula pubescens* budburst. II. Integrating complex effects of photoperiod into process-based models, *Climate Research*, 46(2): 159-170.
- Cannell, M.G.R., J.P. Palutikof, T. Sparks, 1999: Indicators of climate change in the UK. London, United Kingdom.
- Cannell, M.G.R., R.I. Smith, 1983: Thermal time, chill days and prediction of budburst in *Picea sitchensis*. *Journal of Applied Ecology*, 20: 951-963.
- Cecich, R.A., 1997: The continuum between flowers and acorns. Diversity and Adaptation in Oak Species. Proceedings of the Second Meeting of Working Party 2.0.8.05, Genetics of *Quercus*, of the International Union of Forest Research Organizations, Pennsylvania State University (University Park, USA), October 12-17: 220-234.
- Chassagneux, P., E. Choisnel, 1986: Modélisation de l'évaporation globale d'un couvert forestier. (I) Principes physiques et description de modèle, *Annals of Forest Science*, 43: 505-520.
- Chmura, D.J., R. Rożkowski, 2002: Variability of Beech Provenances in Spring and Autumn Phenology, *Silvae Genetica*, 51: 2-3.
- Chuine, I., 2000: A unified model for budburst of trees, *Journal of Theoretical Biology*, 207(3): 337-347.
- Chuine, I., J. Belmonte, A. Mignot, 2000: A modelling analysis of the genetic variation of phenology between tree populations, *Journal of Ecology*, 88: 561-570.
- Chuine, I., E.G. Beaubien, 2001: Phenology is a major determinant of tree species range, *Ecology Letters*, 4: 500-510.
- Chuine, I., K. Kramer, H. Hanninen, 2003: Plant development models. In: Schwartz M (ed). *Phenology: An Integrative Environmental Science*, Springer, New York, p. 217-235.
- Chuine, I., X. Morin, H. Bugmann, 2010: Warming, photoperiods, and tree phenology, *Science*, 329(5989): 277-278.
- Dantec, C.F., Y. Vitasse, M. Bonhomme, J.M. Louvet, A. Kremer, S. Delzon, 2014: Chilling and heat requirements for leaf unfolding in European beech and sessile oak populations at the southern limit of their distribution range, *International Journal of Biometeorology*, 58(9): 1853-1864.
- Davi, H., M. Gillmann, T. Ibanez, M. Cailleret, A. Bontemps, B. Fady, F. Lefèvre, 2011: Diversity of leaf unfolding dynamics among tree species: New insights from a study along an altitudinal gradient. *Agricultural and Forest Meteorology*, 151: 1504-1513.
- Davis, C.S., 2002: *Statistical Methods for the Analysis of Repeated Measurements*. Springer, New York, 416 pp.
- Delpierre, N., K. Soudani, F. Francois, B. Köstner, J.Y. Pontailier, M. Aubinet et al., 2009: Exceptional carbon uptake in European forests during the warm spring of 2007: a data-model analysis, *Global Change Biology*, 15(6): 1455-1474.
- Derory, J., P. Leger, V. Garcia, J. Schaeffer, M.T. Hauser, F. Salin et al., 2006: Transcriptome analysis of bud burst in sessile oak (*Quercus petraea* L.), *New Phytology*, 170: 723-738.
- DHMZ Državni hidrometeorološki zavod Republike Hrvatske.
- Dobrowolska, D., S. Hein, A. Oosterbaan, S. Wagner, J. Clark, J.P. Skovsgaard, 2011: A review of European ash (*Fraxinus excelsior* L.): implications for silviculture, *Forestry*, 84(2): 13-3148.
- Fu, Y.H., M. Campioli, G. Deckmyn, I.A. Janssens, 2013: Sensitivity of leaf unfolding to experimental warming in three temperate tree species, *Agricultural and Forest Meteorology*, 181: 125-132.
- Fu, Y., M. Campioli, G. Deckmyn, I.A. Janssens, 2012: The impact of winter and spring temperatures on temperate tree budburst dates: results from an experimental climate manipulation, *PLoS ONE*, 7(10): e47324.
- Garber, M.P., 1983: Effects of chilling and photoperiod on dormancy release of container-grown loblolly pine seedlings, *Canadian Journal of Forest Research*, 13: 1265-1270.
- García-Mozo, H., P.J. Hidalgo, C. Galán, M.T. Gómez-Casero, E. Domínguez, 2001: Catkin frost damage in Mediterranean cork-oak (*Quercus suber* L.). *Israel Journal of Plant Science*, 49: 41-47.
- Gömöry, D., L. Paule, 2011: Trade-off between height growth and spring flushing in common beech (*Fagus sylvatica* L.), *Annals of Forest Science*, 68: 975-984.
- Guak, S., D.M. Olszyk, L.H. Fuchigami, D.T. Tingey, 1998: Effects of elevated CO₂ and temperature on cold hardiness and

- spring bud burst and growth in Douglas-fir (*Pseudotsuga menziessi*), *Tree Physiology*, 18: 671-679.
- Hänninen, H., 1990: Modelling bud dormancy release in trees from cool and temperate regions, *Acta Forestalia Fennica*, 213: 1-47.
 - Hänninen, H., K. Kramer, 2007: A framework for modelling the annual cycle of trees in boreal and temperate regions, *Silva Fennica*, 41(1): 167-205.
 - Heide, O., 1993: Daylength and thermal time responses of bud-burst during dormancy release in some northern deciduous trees, *Physiologia Plantarum*, 88(4): 531-540.
 - Hollister, R.D., P.J. Webber, C. Bay, 2005: Plant response to temperature in northern Alaska: implications for predicting vegetation change, *Ecology*, 86: 1562-1570.
 - Hunter, A.F., M.J. Lechowicz, 1992: Predicting the timing of bud-burst in temperate trees, *Journal of Applied Ecology*, 29: 597-604.
 - Hunter, M.D., 1992: A variable insect plant interaction: The relationship between tree bud burst phenology and population levels of insect herbivores among trees, *Ecological Entomology*, 16: 91-95.
 - Jazbec, A., K. Šegotić, M. Ivanković, H. Marjanović, S. Perić, 2007: Ranking of European beech provenances in Croatia using statistical analysis and analytical hierarchy process, *Forestry*, 80: 151-162.
 - Kajba, D., N. Pavičić, S. Bogdan, I. Katičić, 2008: Pomotechnical treatments in the broadleaf clonal seed orchard, *Seed Orchard Conference*, Umeå (Sweden), September 26-28: 95-103.
 - Kasprzyk, I., 2009: Forecasting the start of *Quercus* pollen season using several methods – the evaluation of their efficiency, *International Journal of Biometeorology*, 53: 345-353.
 - Katičić, I., S. Bogdan, K. Sever, Z. Šatović, D. Kajba, 2010: Genetic structure and variability of phenological forms of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) from clonal seed orchards in Croatia. *Forest ecosystem genomics and adaptation*; Vincente B, Neate P (eds), Bioversity International and INIA, 181 pp.
 - Kilpeläinen, A., H. Peltola, I. Rouvinen, S. Kellomäki, 2006: Dynamics of daily height growth in Scots pine trees at elevated temperature and CO₂, *Trees-Structure and Function*, 20: 162-7.
 - Klepac, D., 2000: The biggest forest of pedunculate oak in Croatia: Spačva. *Hrvatske šume*, HAZU Vinkovci, 117 pp.
 - Körner, C., D. Basler, 2010: Phenology under global warming, *Science*, 327(5972): 1461-1462.
 - Kramer, K., 1994: Selecting a model to predict the onset of growth of *Fagus sylvatica*, *Journal of Applied Ecology*, 31: 172-181.
 - Kramer, K., I. Leinonen, D. Loustau, 2000: The importance of phenology for the evaluation of impact of climate change on growth of boreal temperate and Mediterranean forests ecosystems: an overview, *International Journal of Biometeorology*, 44: 67-75.
 - McMaster, G.S., W.W. Wilhelm, 1997: Growing degree-days: one equation, two interpretations, *Agricultural and Forest Meteorology*, 87: 291-300.
 - Mátyás, V., 1967: Tölgy makk - termesztés. In: A tölgyek; Keresztesi B (ed), Akadémiai kiadó, Budapest, 204-237.
 - Menzel, A., 2000: Trends in phenological phases in Europe between 1951 and 1996, *International Journal of Biometeorology*, 44: 76-81.
 - Menzel, A., 2002: Phenology: its importance to the global change community, *Climate Change*, 54: 379-385.
 - Menzel, A., N. Estrella, P. Fabian, 2001: Spatial and temporal variability of the phenological seasons in Germany from 1951 to 1996, *Global Change Biology*, 7: 657-666.
 - Morin, X., J. Roy, L. Sonie, I. Chuine, 2010: Changes in leaf phenology of three European oak species in response to experimental climate change, *New Phytology*, 186: 900-910.
 - Murray, M.B., M.G.R. Cannell, R.I. Smith, 1989: Date of bud-burst of fifteen tree species in Britain following climatic warming, *Journal of Applied Ecology*, 26: 693-700.
 - Nizinski, J.J., B. Saugier, 1988: A model of leaf budding and development for a mature *Quercus* forest, *Journal of Applied Ecology*, 25: 643-652.
 - Nienstaedt, H., 1966: Dormancy and dormancy release in white spruce, *Forest Science*, 12: 374-384.
 - Perić, S., J. Gračan, B. Dalbelo-Bašić, 2000: Flushing variability of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) in the provenance experiment in Croatia, *Glasnik za šumske pokuse*, 37: 395-412.
 - Phillimore, A.B., K. Proios, N. O'Mahony, R. Bernard, A.M. Lord, S. Atkinson *et al.*, 2013: Inferring local processes from macro-scale phenological pattern: a comparison of two methods, *Journal of Ecology*, 101: 774-783.
 - Repo, T., H. Hanninen, S. Kellomäki, 1996: The effects of long-term elevation of air temperature and CO₂ on the frost hardiness of Scots pine, *Plant, Cell & Environment*, 19: 209-216.
 - Rousi, M., J. Pusenius, 2005: Variations in phenology and growth of European white birch (*Betula pendula*) clones, *Tree Physiology*, 25: 201-210.
 - Sarvas, R., 1972: Investigations on the annual cycle of development on forest trees active period, *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae*, 76: 110.
 - Sarvas, R., 1974: Investigations on the annual cycle of development of forest trees. Autumn dormancy and winter dormancy, *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae*, 84: 101.
 - Sanz-Perez, V., P. Castro-Diez, F. Valladares, 2009: Differential and interactive effects of temperature and photoperiod on bud-burst and carbon reserves in two co-occurring Mediterranean oaks, *Plant Biology*, 11: 142-151.
 - Schütte, F., 1957: Untersuchungen über die Populationsdynamik des Eichenwicklers *Tortrix viridiana* L. *Z. Angew. Entomology*, 40: 1-36.
 - Schwartz, M., 2003: *Phenology: An integrative environmental science*, Springer, New York, 610 pp.
 - Snyder, R.L., 1985: Hand calculating degree days, *Agricultural and Forest Meteorology*, 35: 353-358.
 - Sokal, R., F.J. Rohlf, 1995: *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*, W. H. Freeman and Company, New York, 880 pp.
 - Sparks, T.H., P.D. Carey, 1995: The responses of species to climate over two centuries: an analysis of the Marsham phenological record, 1736-1947, *Journal of Animal Ecology*, 83: 321-329.
 - StatSoft, Inc. 2013 STATISTICA (data analysis software system) version 11.0
 - Stojković, M., 1991: Varijabilnost i nasljednost listanja hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.), *Glasnik za šumske pokuse*, 27: 227-259.
 - Tikkanen, O.P., R. Julkunen-Tilto, 2003: Phenological variation as protection against defoliating insects: the case of *Quercus robur* and *Operophtera brumata*, *Oecologia*, 136: 244-251.

- Vitasse, Y., C.C. Bresson, A. Kremer, R. Michalet, S. Delzon, 2010: Quantifying phenological plasticity to temperature in two temperate tree species, *Functional Ecology*, 24: 1211–1218.
- von Wuehlisch, G., D. Krusche, H.J. Muhs, 1995: Variation in temperature sum requirement for flushing of beech provenances, *Silvae Genetica*, 44: 343–346.
- Wareing, P.F., 1953: Growth studies in woody species V. Photoperiodism in dormant buds of *Fagus sylvatica*, *Physiologia Plantarum*, 6(4): 692–706.
- Wesolowski, T., P. Rowiński, 2006: Tree defoliation by winter moth *Operophtera brumata* L. during an outbreak affected by structure of forest landscape, *Forest Ecology and Management*, 221: 299–305.
- Wesolowski, T., P. Rowiński, 2008: Late leaf development in penduculate oak (*Quercus robur*): An antiherbivore defence, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 23: 386–394.
- Wolgast, L.J., 1972: Oak mast production in scrub oak (*Quercus ilicifolia*) on the coastal plain in New Jersey, Doctoral thesis, Rutgers University, New Brunswick.
- Worral, J., 1983: Temperature bud-burst relationships in *Amabilis* and Subalpine fir provenance tests replicated at different elevations, *Silvae Genetica*, 32: 203–209.

Sažetak

Biološki mehanizam listanja pod izravnim je utjecajem okolišnih čimbenika. Razvijeni su mnogi modeli i objavljene različite studije s ciljem što boljeg opisa pojedinog biološkog mehanizma fenoloških svojstava, a koji su izloženi upravo okolišnim čimbenicima tijekom svoga života. Temperatura je neminovno jedan od najbitnijih čimbenika za pokretanje mnogih procesa u biljci i upravo je ona okosnica većine izrađenih modela. Growing Degree Days model se temelji na minimalnim i maksimalnim temperaturama, te na baznoj temperaturi, odnosno temperaturnom pragu iznad kojeg se aktiviraju procesi u biljci.

Istraživanja u ovome radu temelje se na desetogodišnjem monitoringu početka listanja hrasta lužnjaka u klonskoj sjemenskoj plantaži koja sadrži ukupno 53 genotipa. Cilj je bio utvrditi ponašanje svojstva listanja te implementirati dobivene rezultate u GDD model. S obzirom da je već poznato da hrast lužnjak ima svoje tri fenološke forme listanja (rane, intermedijarne i kasne), bilo je potrebno dokazati da se te tri grupe jasno diferenciraju i po temperaturnim sumama, odnosno GDD-u. Razdoblje monitoringa u svakoj godini bilo je oko 130/131 dan, odnosno od 1.siječnja do 10.svibnja. Izračunom GDD-a i povezivanjem tog modela s dobivenim vrijednostima početka listanja, iskazala se jasna segregacija na već spomenute tri forme. Svako fenološkoj grupi, dodijeljen je interval vrijednosti temperaturnih suma koje su potrebne da bi ta fenološka forma započela s listanjem. S obzirom na godišnje vrijednosti temperaturnih suma koje su potrebne pojedinoj formi da krene s listanjem, evidentno je bilo da vrijednosti značajno variraju kroz godine, i to za kompletno promatrano razdoblje. Upravo to variranje onemogućava da se putem GDD modela izradi simulacijski model, koji bi mogao, uz određena manja odstupanja, predvidjeti početak listanja za iduće razdoblje. Važnost predviđanja nije jednostrana, naprotiv, cijeli je niz sinergijskih čimbenika koji su izravno ili neizravno vezani za početak listanja pojedinih vrsta šumskog drveća, među kojima možemo spomenuti stadijni razvoj entomofagnih i fitopatogenih štetnika, koji su svojom biologijom usko vezani za biologiju određene vrste drveća.

S obzirom na izraženo variranje vrijednosti temperaturnih suma, po fenološkim formama, u istraživanja su uključeni i drugi okolišni čimbenici, kao što su količina oborina (mm), insolacija i broj dana. Cilj je bio ispitati kako se ova tri čimbenika ponašaju s obzirom na kretanje GDD vrijednosti, odnosno koji od ispitivanih čimbenika je preciznija poveznica za svojstvo početka listanja. Statističkom obradom podataka, jasno su i s visokim postotkom isključeni količina oborina i broj dana kao čimbenici koji definitivno ne utječu ili utječu s jako malim učešćem na kretanje vrijednosti GDD-a. Insolacija se iskazala kao čimbenik koji s najvećim udjelom sudjeluje u kretanju GDD vrijednosti i to za ranu fenološku formu sa 74,1 %, za intermedijarnu formu sa 90,6 %, te za fenološku formu kasnog listanja sa 78,7 %.

KLJUČNE RIJEČI: fenologija listanja, promjena klime, GDD, klimatološki parametri, hladne temperaturne jedinice.

DOPRINOS ISTRAŽIVANJU SVOJSTAVA PELETA OD DRVA TUROPOLJSKOG KRAJA

CONTRIBUTION TO THE RESEARCH ON WOOD PELLET CHARACTERISTICS FROM TUROPOLJE AREA

Branimir ŠAFRAN¹, Matija JUG¹, Kristijan RADMANOVIĆ¹, Marin HASAN², Kristijan AUGUSTINOVIĆ¹, Krešimir VUČKOVIĆ³, Stjepan RISOVIĆ¹

Sažetak

U ovome radu analiziraju se kvalitativna svojstva peleta izrađenih iz vrsta drva turopoljskog kraja – sadržaj pepela, ogrjevna vrijednost, gustoća peleta i tlačna čvrstoća. Prikupljeni su uzorci hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.), običnoga graba (*Carpinus betulus* L.), poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl.), crne johe (*Alnus glutinosa* L.) i crne topole (*Populus nigra* L.). Prikupljeni i okorani uzorci usitnjeni su na mlinu s noževima na granulaciju 2,00 mm. Na uzorcima je ispitan sadržaj vode, pepela i ogrjevna vrijednost. Sadržaj pepela određen je zasebno za koru i drvo. Sadržaj pepela u kori pokazuje visok udio kod hrasta lužnjaka koji iznosi 13,64 % i graba sa 11,91 %, dok je kod ostalih vrsta udio pepela u kori između 7 i 10 %. Sadržaj pepela okoranog drva pokazuje vrijednosti 0,63 % za hrast, 0,50 % za jasen, 0,46 % za grab. Vrijednosti sadržaja pepela kod johe i topole bile su oko 0,4 %. Rezultati ukazuju na potrebu okoravanja u proizvodnji peleta s ciljem postizanja kvalitete peleta klase A1 i A2. Određivanjem ogrjevnog vrijednosti najbolji rezultati utvrđeni su kod uzorka drva crne topole koja iznosi 19,63 MJ/g, a najmanja vrijednost izmjerena je kod uzorka graba 18,94 MJ/g. Nadalje, navedeni uzorci pomiješani su te su fomirane 3 grupe mješavina. Udio tvrdih vrsta listača hrasta, graba i jasena u svakoj pojedinoj mješavini bio je 60 % dok su u preostalom udjelu od 40 % jednoliko sudjelovale joha (20 %) i topola (20 %). Formirane mješavine materijala JTJ (jasen 60 : topola 20 : joha 20), HTJ (hrast 60 : topola 20 : joha 20) i GTJ (grab 60 : topola 20 : joha 20) prešane su u pelete uz pomoć hidrauličke laboratorijske preše pri 2 veličine sile (3,0 i 6,0 kN) i 2 temperature (150 i 200 °C). Po isprešanju, peleti su ostavljeni 15 dana da se dimenzijski stabiliziraju te su im određene dimenzije i gustoća. Peleti su potom ispitani na tlačnu čvrstoću u radijalnom smjeru pomoću kidalice. Peleti iz svih mješavina, prešani silom 6,0 kN kod temperature 200 °C pokazali su visoku gustoću koja je bila u rasponu 1 207 – 1 234 kg/m³. Peleti osnovne mješavine jasena dali su kod sile 3,0 kN i temperature 200 °C vrlo visoku gustoću od ≈ 1200 kg/m³, dok su općenito najmanju gustoću imali peleti osnovne mješavine graba kod svih režima prešanja. Rezultati tlačne čvrstoće u radijalnom smjeru pokazuju najbolje rezultate kod peleta prešanih pri 6,0 kN i 200 °C i to 13,59 MPa kod osnovne mješavine jasena, 11,1 MPa mješavine hrasta i 9,06 MPa mješavine graba.

Ako se tlačna čvrstoća peleta promatra zbirno prema mješavini, značajno bolje rezultate daju peleti izrađeni iz mješavine jasena, topole i johe u usporedbi s ostale dvije mješavine.

KLJUČNE RIJEČI: drvni peleti, sadržaj pepela, ogrjevna vrijednost, gustoća peleta, tlačna čvrstoća

¹ Dr. sc. Branimir Šafra, dr. sc. Matija Jug, dr. sc. Kristijan Radmanović, Kristijan Augustinović, mag. ing. teh. lign., prof. dr. sc. Stjepan Risović, srisovic@sumfak.hr, Department of Processes Engineering, Faculty of Forestry, University of Zagreb, Zagreb, Croatia

² Doc. dr. sc. Marin Hasan, Department of Wood Science, Faculty of Forestry, University of Zagreb, Zagreb, Croatia

³ Doc. dr. sc. Krešimir Vučković, University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture, Zagreb, Croatia

1. UVOD

INTRODUCTION

Svjetske energetske potrebe rastu iz dana u dan, a milijuni kubnih metara stakleničkih plinova ispuštaju se u atmosferu, od čega 80 % nastaje izgaranjem fosilnih goriva. Budući da je biomasa CO₂ neutralni energent, ona ne povećava emisiju stakleničkih plinova, a CO₂ oslobođen tijekom izgaranja biomase reciklira se kao dio ugljikova ciklusa. Primjena biomase u proizvodnji toplinske i električne energije značajna je zbog potrebe smanjenja emisija stakleničkih plinova, kao i zbog ovisnosti o uvozu sve skupljih fosilnih goriva, koja uglavnom dolaze s politički nestabilnih područja i njihova dobava često je upitna. Domac i dr. (2015) u svome radu propituju može li biomasa pokrenuti energijsku tranziciju u Hrvatskoj i zemljama Jugoistočne Europe. Glavni cilj istraživanja u radu je prepoznavanje prepreka i upravljačkih programa za projekte na biomasu te preporuka nekih praktičnih smjernica. U istom radu je prepoznat velik broj potencijalnih skupina prepreka za korištenje šumske biomase; gospodarska ograničenja, financijska ograničenja kao ozbiljna prepreka za mnoge lokalne samouprave, društvena ograničenja, ograničenja u ljudskim resursima, ograničenja zbog transparentnosti te na kraju tehnička ograničenja.

Iskorištavanje energije šumske biomase, uglavnom ogrjevnog drva, u Hrvatskoj ima dugu tradiciju. Potencijal Hrvatske vidljiv je iz podataka pokrivenosti šumom od 48 %, drvene zalihe ≈ 550 mil. m³, godišnjeg prirasta ≈ 11 mil. m³ te sječivog etata hrvatskih šuma od gotovo 8 mil. m³, čime je osigurana potrajnost gospodarenja (Risović, 2003). U svome radu Drvodelić i Oršanić (2016) naglašavaju važnost poljskog jasena u posavskim nizinskim šumama zbog brzine rasta i kratke ophodnje u usporedbi s hrastom lužnjakom.

Šumska biomasa potječe iz proizvoda šumarstva i drvno-prerađivačke industrije. Posljednje godine prošloga stoljeća Risović i Domac (1999) opisali su stanje korištenja i energijski potencijala biomase iz drvno-prerađivačke industrije u Zagrebačkoj županiji, a 2002. godine u članku „Burza drvnog ostatka u Hrvatskoj“, navode da bi do uspostave uspješnog sektora korištenja energije iz biomase u Hrvatskoj, izvozom drvnoga ostatka mogla biti ostvarena višestruka korist. Bez obzira na to radi li se o otpacima ili ostacima iz šumarstva (drvnu, granju, kori, lišću, korijenju) ili pak o proizvodima ciljanog uzgoja (brzorastuće drveće) i ona se pojavljuje u četiri osnovna uporabna oblika: cjepanice, sječka, briketi i peleti (Labudović, 2012). Da bi se šumska biomasa mogla koristiti u automatiziranim sustavima proizvodnje toplinske i električne energije, mora se najprije usitniti, kako bi se dobila homogena smjesa prikladna za automatizirane sustave doziranja u ložište. Nasipna gustoća komercijalne drvene sječke u rasponu je

između 150 i 200 kg/m³ i uglavnom je niža od čvrstog drva iz kojega je proizvedena (Robbins, 1982). Udaljenosti između mjesta sakupljanja biomase i lokacije na kojoj se ona prerađuje ili koristi u proizvodnji energije često su velike, što dovodi do skupe logistike (Stelte, 2011a). Zbog navedenog razloga utvrđena je ekonomski prihvatljiva udaljenost transporta rasute biomase od 50 do 60 km od mjesta sakupljanja do mjesta prerade ili spaljivanja.

Usitnjavanjem drva i njegovim prešanjem u pelete stvoreno je gorivo koje je doseglo razinu automatizirane uporabe kao i fosilna goriva, a time i svu lagodnost koju pri korištenju osiguravaju tekuća i plinovita goriva (Risović, 2008). Prosječna gustoća peleta kreće se u rasponu 1000 – 1400 kg/m³ dok je nasipna gustoća peleta do 700 kg/m³ (Stelte, 2011b). Glavne prednosti peleta u usporedbi s rasutim (neprešanim) čvrstim gorivima su visoka nasipna i energijska gustoća, što rezultira manjim skladišnim prostorom, manjim transportnim troškovima, visokom energijskom učinkovitosti i većom strukturnom homogenošću. Uz to, smanjen sadržaj vode (8 – 10 %) povećava mogućnost dugotrajnog skladištenja (Holm, 2006). Navedena pozitivna svojstva peleta sve se više koriste u malim i velikim kogeneracijskim postrojenjima. Burkhardt (2017) u svome radu opisuje kogeneracijski uređaj (50 kW_{el} i 110 kW_{th}) s vrlo visokim električnim stupnjem korisnosti od 25 %. Ohrabrujući električni stupanj korisnosti od 15 % na malom Stirling motoru, 30 kW toplinske snage i 5 kW električne dobio je Aigenbauer (2017) koristeći pelete kao nositelja energije.

2. MATERIJALI I METODE

MATERIALS AND METHODS

2.1. Priprema uzoraka – *Sample preparation*

S područja gospodaraske jedinice Turopoljski lug prikupljeni su uzorci pet vrsta drva: hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.), običnog graba (*Carpinus betulus* L.), poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl.), crne johe (*Alnus glutinosa* L.) i crne topole (*Populus nigra* L.). Prikupljeni uzorci okorani su te potom usitnjeni na mlinu s noževima *Retsch SM 300*, pomoću sita četvrtastog otvora 2,00 mm. Osim drva usitnjena je i kora svih uzoraka. Frekvencija vrtnje noža bila je 1 500 min⁻¹.

2.2. Određivanje sadržaja vode i pepela prema HRN ENISO 18122:2015 – *Determining water and ash content according to HRN EN ISO 18122:2015*

Usitnjenim uzorcima drva i kore određen je sadržaj vode. S obzirom da su uzorci prikupljeni na različitim mjestima i u različitim uvjetima, sadržaj vode u drvu nije bio ujednačen kod svih uzoraka, a postojala su i određena odstupanja unutar pojedine vrste drva. Postupak određivanja sa-

držaja vode u drvu vršio se istovremenim vaganjem i sušenjem 1 g uzorka pomoću IC vage *Sartorius MA 150* zagrijavanjem uzorka na temperaturu 103 ± 2 °C.

Određivanje sadržaja pepela provodilo se žarenjem uzoraka u mufolnoj peći *Nabertherm L9/13/B180* prema normi HRN EN ISO 18122:2015. Zagrijavanje započinje jednolikim podizanjem temperature do 250 °C u vremenu 30 min. Postignuta temperatura zadržava se sljedećih 60 min radi isparavanja hlapivih komponenti drva. Nakon 60 min slijedi daljnje zagrijavanje do temperature 550 ± 10 °C, tj. počinje žarenja uzoraka kroz idućih 30 min. Postignuta temperatura zadržava se sljedećih 120 min.

Sadržaj pepela određuje se prema formuli (1):

$$A_d = \frac{(m_3 - m_1)}{(m_2 - m_1)} \cdot 100 \cdot \frac{100}{100 - M_{ad}} \quad (1)$$

gdje je:

A_d – sadržaj pepela – *ash content*, %

m_1 – masa posude – *vessel mass*, g

m_2 – masa posude i uzorka prije žarenja – *vessel and sample mass before annealing*, g

m_3 – masa posude i uzorka nakon žarenja – *vessel and sample mass after annealing*, g

m_u – masa uzorka – *sample mass*, g

M_{ad} – sadržaj vode – *water content*, %

2.3. Određivanje gornje ogrjevne vrijednosti – *Determining higher calorific value*

Ispitivanje ogrjevne vrijednosti odvija se u 2 faze. Prva je priprema uzoraka za mjerenje, prešanjem tableta minimalne mase $1 \pm 0,1$ g. Tablete promjera 13 mm prešane su silom 40 kN pomoću hidraulične preše i kalupa za izradu tableta. Vrijeme prešanja iznosilo je oko 10 s.

Druga faza je samo mjerenje gornje ogrjevne vrijednosti koja je ispitana kalorimetrom *IKA C200*. Osnovni dijelovi kalorimetra su: kalorimeterska bomba, posuda kalorimetra, mješalica i temperaturni osjetnik. Ispitivanje počinje pripremom kalorimeterske bombe (slika 1). U kalorimetersku bombu ulije se 5 ml destilirane vode. Za neposredno zapaljenje tablete, koristi se celulozna nit koja se u obliku omče pričvrsti za platinastu žicu spojenu s elektrodom na poklopcu bombe. Celulozna nit mora se namjestiti u kvarcnu posudu, jer uzorak u obliku tablete mora biti u kontaktu s niti, kako bi prilikom ispitivanja došlo do zapaljenja i sagorijevanja tablete. Nakon što se bomba pripremi i zatvori poklopcem s navojem, puni se kisikom čistoće 99,5 % pod tlakom od 3 MPa. U kalorimetar se potom odlaže bomba i puni spremnik za vodu. U spremnik za vodu ulije se 3 l vode temperature 18 – 25 °C radi određivanja promjene temperature tijekom izgaranja. Prije početka ispitivanja, zatvara se poklopac kalorimetra i unosi se prethodno izvagana masa uzorka (tablete) na digitalni zaslon uređaja.



Slika 1. Priprema kalorimeterske bombe

Figure 1. Preparation of a calorimeter bomb

Mjerenje traje približno 15 min, a odvija se u 3 slijeda: **a)** miješanje i stabilizacija temperature vode, **b)** paljenje i izgaranje, **c)** izjednačavanje temperature vode

Princip mjerenja ogrjevne vrijednosti može se prikazati izrazom (2).

$$H_g = (C \times dT - Q_1 - Q_2) / m_g \quad (2)$$

pri čemu je:

H_g – gornja ogrjevna vrijednost uzorka – *higher calorific value of a sample*, J/g

dT – povećanje temperature vode tijekom mjerenja – *water temperature increase during measurement*

Q_1 – korekcijska vrijednost topline dobivene iz celulozne niti (50 J) – *heat correction value obtained from a cellulose thread (50 J)*

Q_2 – korekcijska vrijednost topline iz drugih gorivih dodataka (npr. kapsula za izgaranje...) – *correction heat value from other burning supplements (e.g. ignition capsules...)*

m_g – masa uzorka – *sample mass*, g

C – ‘C vrijednost’ kalorimeterske bombe – *bomb calorimeter value*, J/K

2.4. Priprema smjese i kondicioniranje – *Mixture preparation and conditioning*

Pripremljeni i usitnjeni uzorci drva pomiješani su i fimirane su 3 grupe mješavina. Udio tvrdih vrsta listača hrasta, graba i jasena u svakoj pojedinoj mješavini bio je 60 %, dok su u preostalom udjelu od 40 % jednoliko sudjelovale joha (20 %) i topola (20 %). Formirane su mješavine materijala JTJ (jasen 60 : topola 20 : joha 20), HTJ (hrast 60 : topola 20 : joha 20) i GTJ (grab 60 : topola 20 : joha 20). Omjeri miješanja odredili su se prema prethodno stečenim iskustvima i prema preporukama iz literature s ciljem dobivanja što kvalitetnijih peleta. U obzir je uzeta zastupljenost vrsta drva lokaliteta s kojeg su uzeti uzorci. Uzorci su prikupljeni



Slika 2. Posuda za kondicioniranje uzoraka s ugrađenim termo-higrometrom

Figure 2. A vessel for sample conditioning with installed thermo-hygrometer

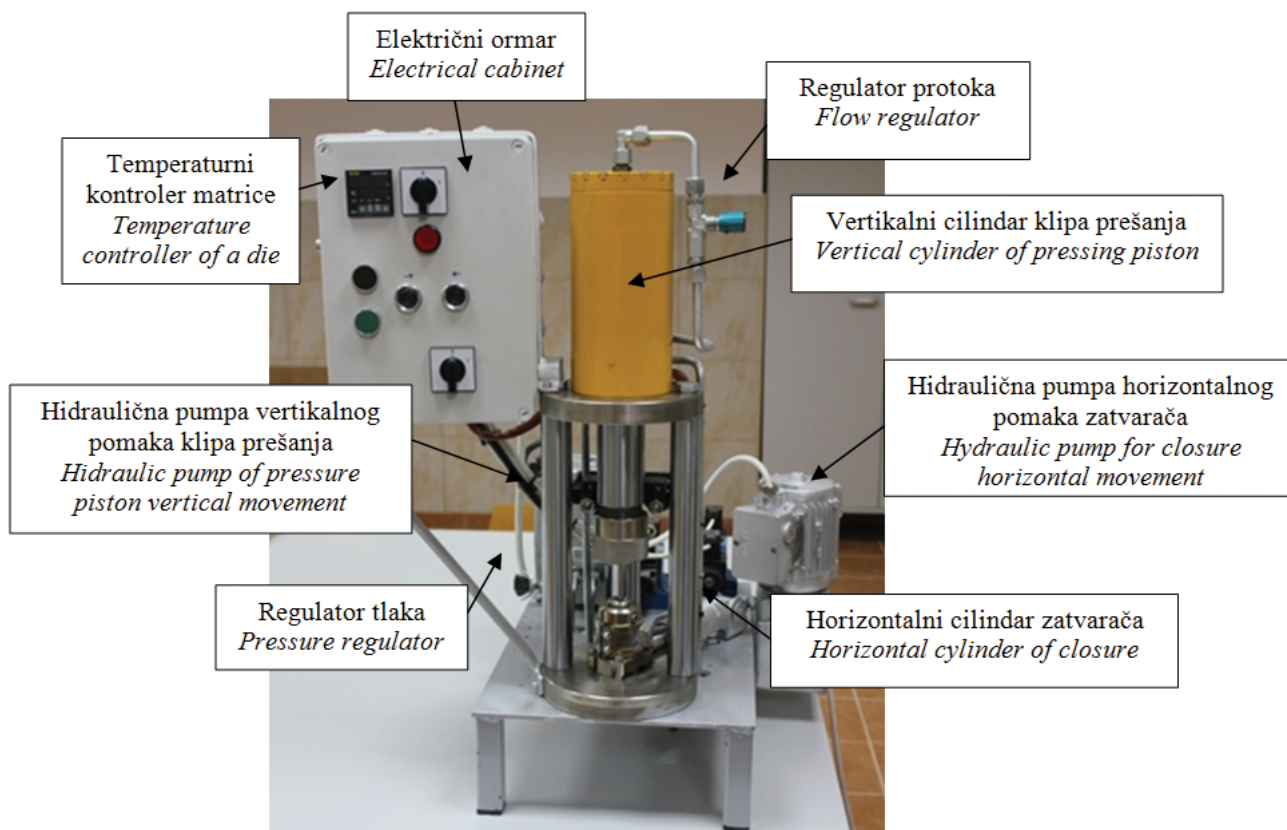
s različitih mjesta na navedenom području te su bili različitog sadržaja vode pa je bilo potrebno izvršiti kondicioniranje. Ono je provedeno u određenom periodu pomoću otopine prezasićene soli amonijevog nitrata (NH_4NO_3) do postizanja ravnotežnog sadržaja vode u uzorcima oko 12 %. Zadani uvjeti temperature i relativne vlage zraka postigli

su se i kontrolirali u zatvorenim posudama (slika 2) i pratili pomoću uređaja za mjerenje temperature i relativne vlage zraka (termo-higrometra).

2.5. Izrada peleta laboratorijskom prešom – *Pellet making by a laboratory press*

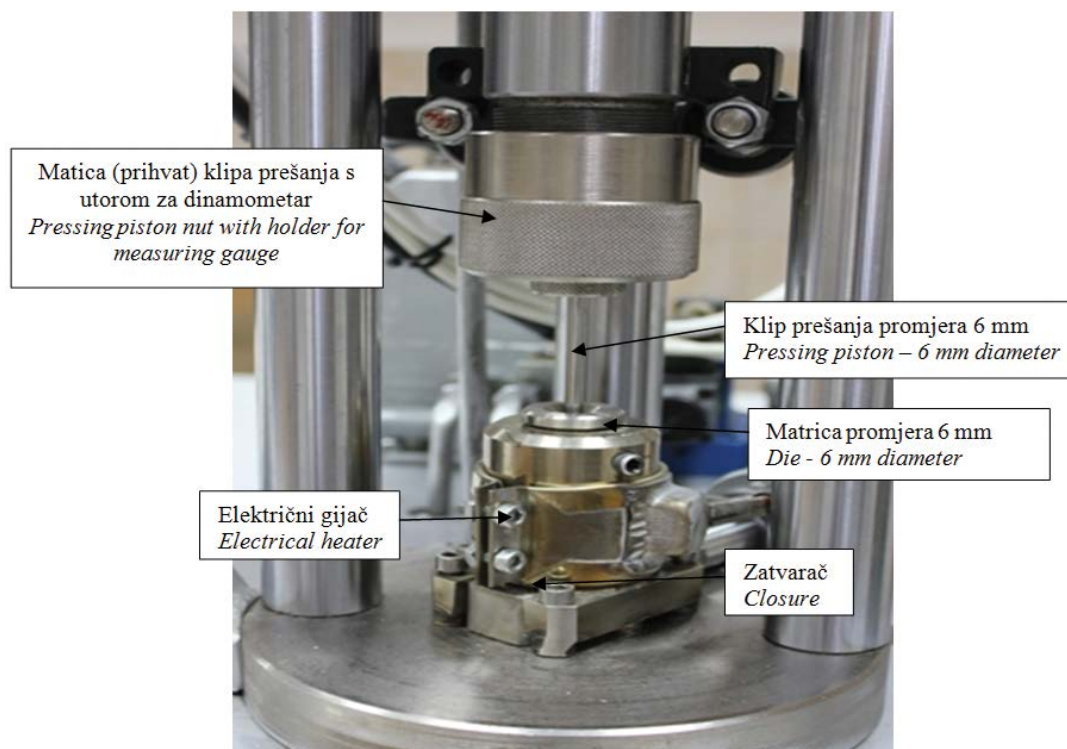
Prešanje je vršeno na hidrauličnoj laboratorijskoj preši koja se sastoji od dva odvojena hidraulična sklopa pokretana hidrauličnom pumpom: **a)** vertikalnog kojim se ostvaruje tlak prešanja **b)** horizontalnog koji služi za pomak zatvarača. Vertikalni i horizontalni sklop neovisni su jedan o drugome, tako da je kod vertikalnog sklopa moguće regulirati tlak. Preša je također opremljena električnim grijačem snage 300 W te regulatorom temperature matrice - *Sestos PID* temperaturnim kontrolerom. U svrhu ovog eksperimenta preša je dodatno opremljena mjernom opremom za mjerenje sile (dinamometrom) *HBM C9C / 20 kN* koji se ulaže u utor matice klipa prešanja. Vrijednosti sile mjerene su uz pomoć mjernog pojačala *HBM Spyder 8* i softvera *Catman 4.0*.

Glavni dijelovi jedinice za peletiranje prikazani su na slici 4. Pomoću grijača i regulatora temperature matrica se zagrije i održava na željenoj temperaturi, dok je pomoću regulatora pomaka i tlaka prešanja moguće definirati brzinu pomaka i silu (tlak) prešanja peleta.



Slika 3. Glavni konstrukcijski dijelovi laboratorijske preše za pelet

Figure 3. Main construction parts of the pellet laboratory press



Slika 4. Glavni konstrukcijski dijelovi jedinice za peletiranje
Figure 4. Main construction parts of the pelleting unit

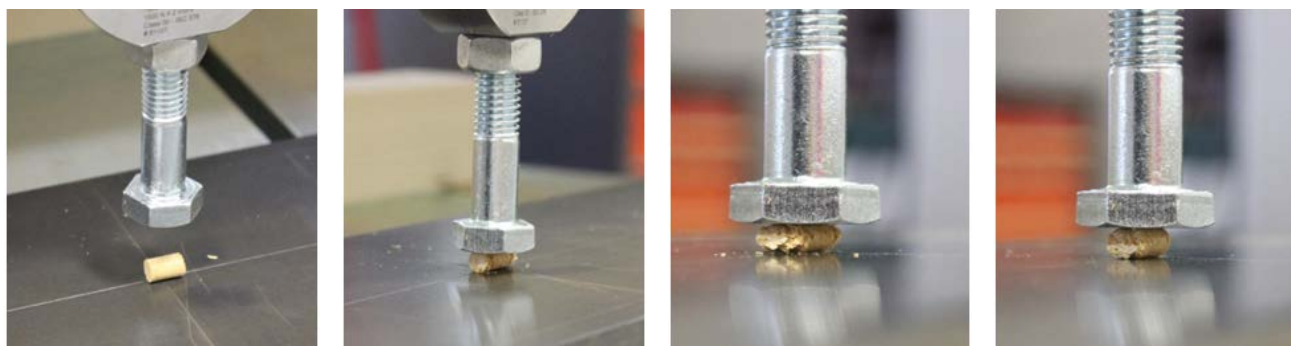
Pripremljene mješavine kondicionirane na 12 % sadržaja vode, odvojene su na analitičkoj vagi za svaku skupinu 10 uzoraka mase 0,25 g, te na opisanoj opremi prešane u pelete.

Prije prešanja matrica je zagrijana na željenu temperaturu (150 i 200 °C). Sila prešanja se mijenjala i iznosila je najviše 3,0 i 6,0 kN uz vrijeme prešanja 30 s. Poslije prešanja pelet je nakon kratkog hlađenja odložen u plastične posudice s poklopcem, kako bi se zadržali stalni klimatski uvjeti. Tako spremljeni i označeni peleti stabilizirani su 15 dana kako bi se dimenzijski ujednačili. Dimenzije i masa isprešanih peleta mjerene su i zabilježene nakon 15 dana, a podaci statistički obrađeni.

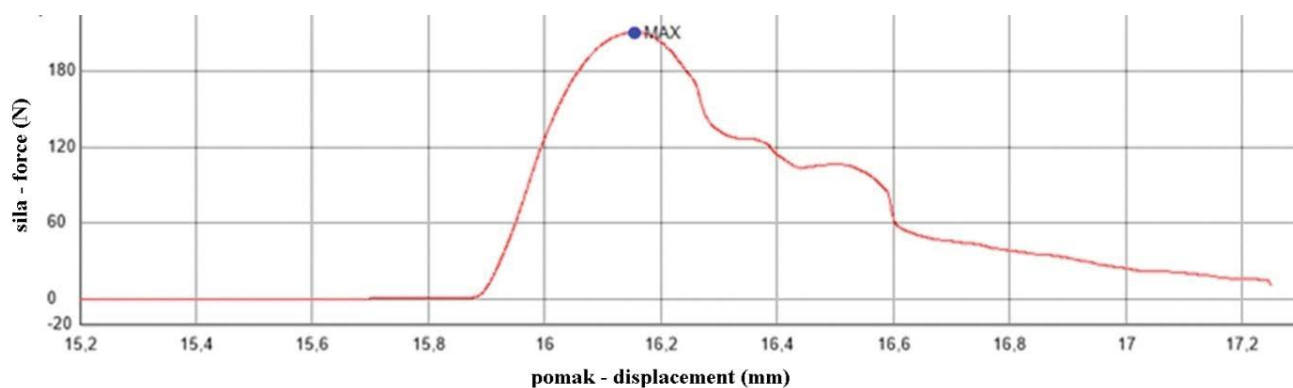
2.6. Određivanje tlačne čvrstoće peleta u radijalnom smjeru – *Determining pellet pressure strength in a radial direction*

Tlačna čvrstoća maksimalno je naprezanje koje pelet može izdržati prije pojave loma. Ona se određuje testovima tlačenja u radijalnom smjeru. Tlačni testovi predstavljaju brze metode ispitivanja u proizvodnji radi podešavanja parametara proizvodnje i povećanja kakvoće peleta.

Nakon mjerenja dimenzija i mase peleta, određivana je maksimalna vrijednost sile pri tlačnom ispitivanju peleta na kitalici Shimadzu Autograph AG – X plus. Za ispitivanje je bilo pripremljeno 120 uzoraka peleta, po 10 uzoraka za svaku mješavinu. Nakon pripreme uzoraka, uslijedio je po-

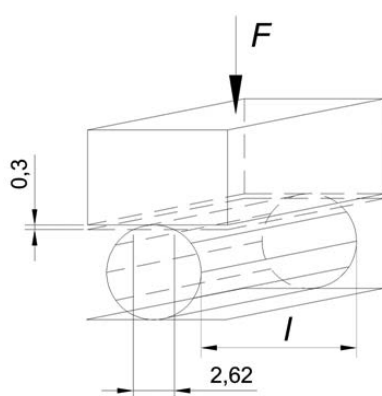


Slika 5. Ispitivanje tlačne čvrstoće peleta u radijalnom smjeru – tijekom ispitivanja
Figure 5. Examining pellet pressure strength in a radial direction – examination course



Slika 6. Hookeov dijagram prilikom ispitivanja tlačne čvrstoće

Figure 6. Hooke's diagram while examining pressure strength

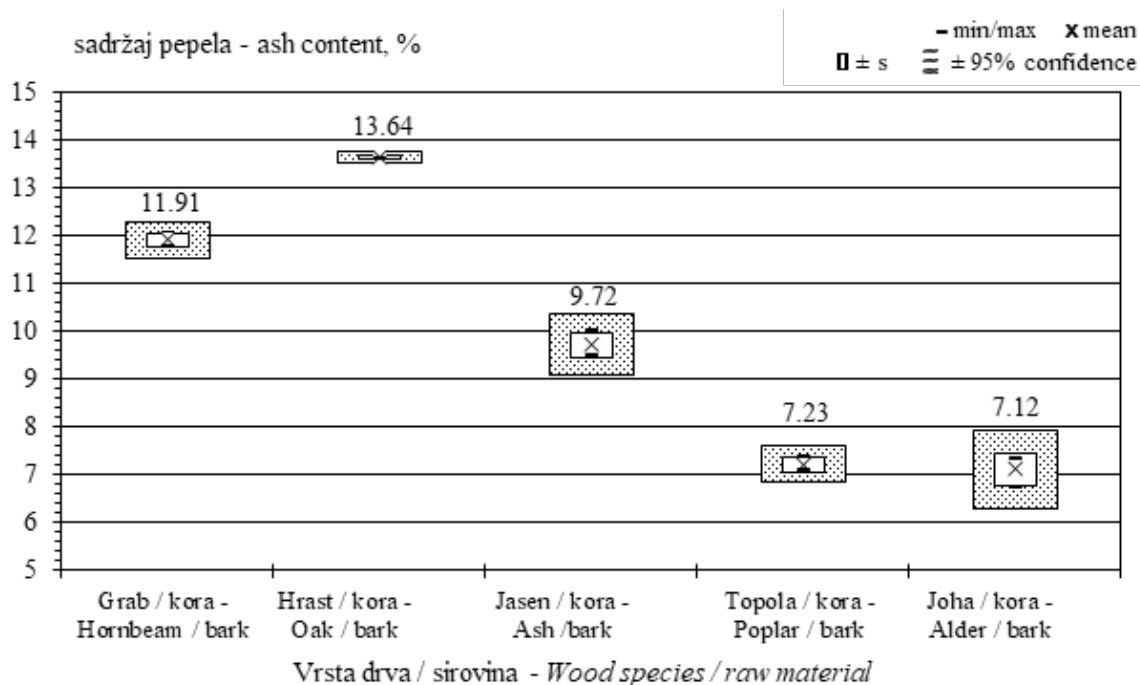


Slika 7. Definiranje tlačne površine prilikom ispitivanja peleta

Figure 7. Defining pressure area during pellet testing

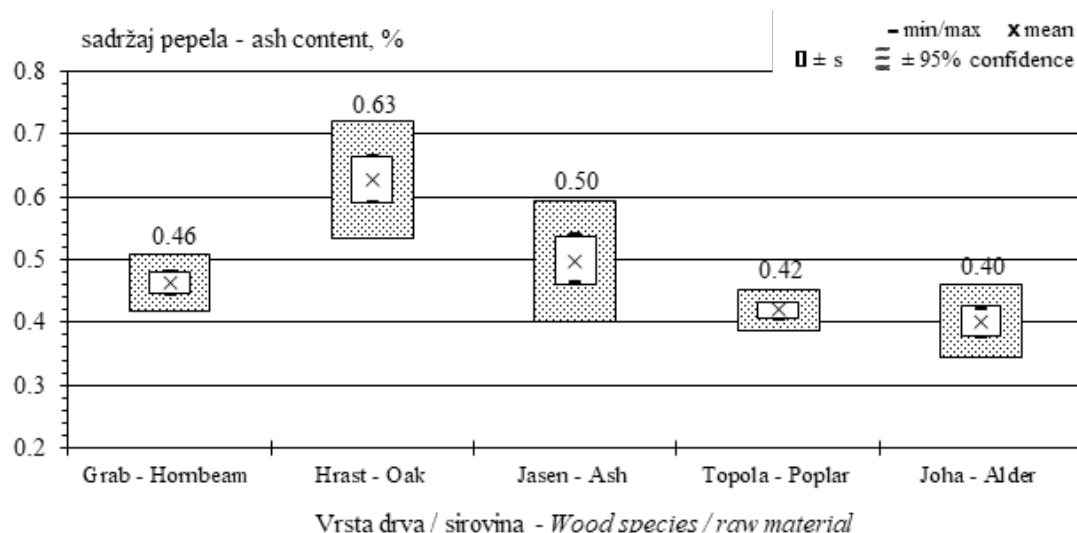
stupak tlačnog ispitivanja na kidalici opremljenoj mjernom dozom (dinamometrom) 1 000 N i pripadajućim softverom *Trapezium X* (slika 5) pomoću kojega je programiran tijek ispitivanja.

Naknadnom analizom i obradom podataka određene su vrijednosti naprezanja pri maksimalnoj sili prema projiciranoj površini koja je definirana grafičkom analizom Hookeovih dijagrama (slika 6). Dubina utiskivanja tlačnog elementa kod postizanja maksimalne sile kretala se u rasponu 0,25 – 0,35 mm, stoga je u proračun uzeta prosječna dubina 0,3 mm koja definira tlačnu površinu kao umnožak utisnute širine 2,62 mm i izmjerene duljine peleta (slika 7).



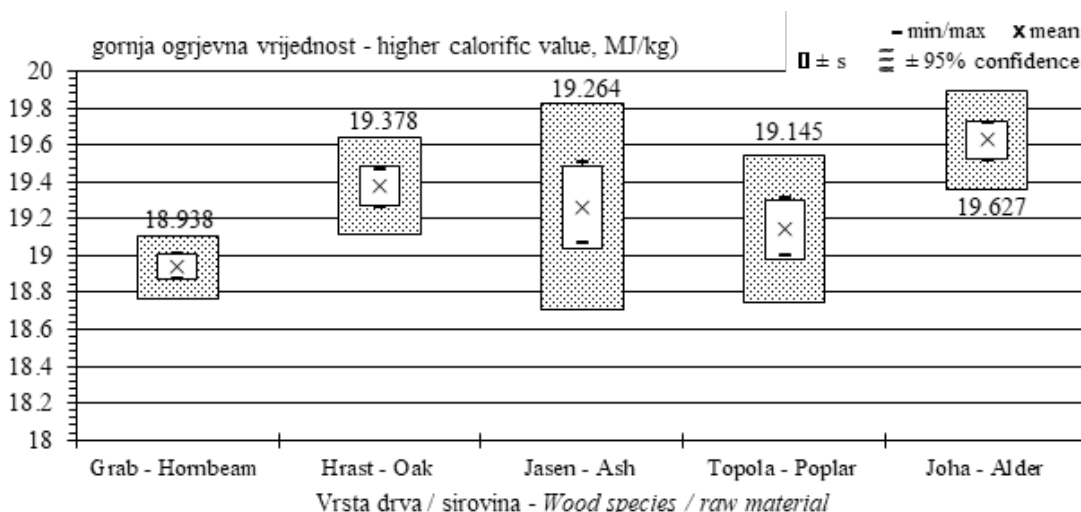
Slika 8. Prikaz sadržaja pepela kore osnovne sirovine

Figure 8. Overview of bark ash content of the basic raw material



Slika 9. Prikaz sadržaj pepela osnovne sirovine

Figure 9. Overview of ash content of the basic raw material



Slika 10. Prikaz ogrjevnost vrijednost uzoraka drva pri 0 % sadržaja vode

Figure 10. Overview of calorific value of wood samples at 0 % of water content

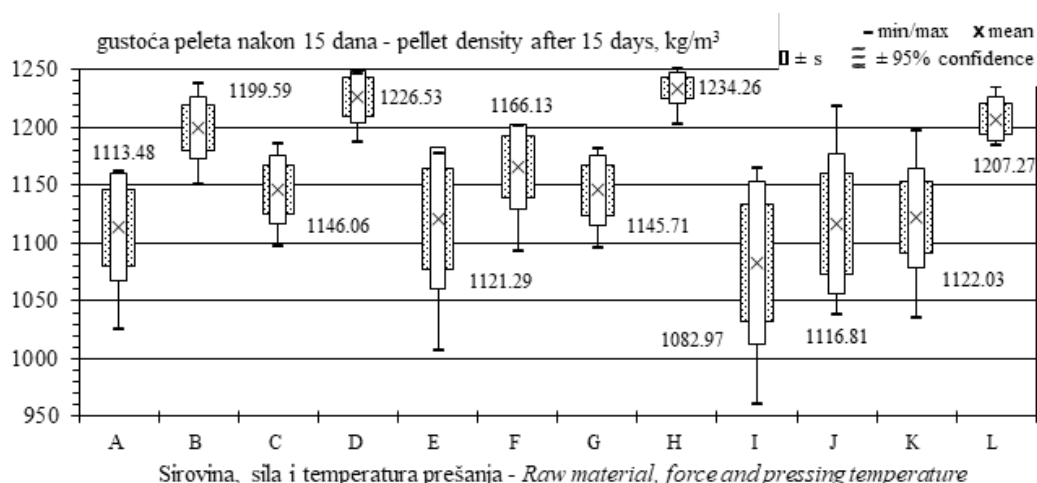
3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA RESEARCH RESULTS

3.1 Rezultati istraživanja sadržaja pepela – Ash content research results

Na slici 8 prikazan je udio sadržaja pepela kore istraživanih vrsta. Iz dijagrama je vidljiv visok udio pepela uzoraka kore hrasta, a on prosječno iznosi 13,64 % dok kod kore graba prosječno iznosi 11,91 %. Sadržaj pepela relativno je nizak kod kore johe i topole, a kreće se prosječno oko 7 %. U prethodnim istraživanjima (Šafran, 2015) analiziran je maseni udio kore johe i graba. Analiza je pokazala da maseni udio kore kod drva johe iznosi 10 – 12 %, a graba 5-7 %, zbog čega se ukupna količina pepela kod izgaranja obje vrste neće značajno razlikovati bez obzira na udio pepela u kori.

Iz navedenih razloga vidi se potreba okoravanja drvene sirovine prije usitnjavanja na mlinu zbog velike količine pepela sadržanog u kori, a često i zbog visokog udjela kore u ukupnoj masi drva. Pripremljeni uzorci bili su posječeni u sastojini te izneseni i manipulirani ručno. Zbog strojne manipulacije i izvlačenja trupaca iz šume koja se najčešće provodi, u koru se zabiju zemlja, kamenje te ostale nečistoće koji kasnije stvaraju velike probleme u proizvodnji. Nadalje, problemi također nastaju zbog nedovoljne higijene stovarišta, gdje se često mogu vidjeti neuređena stovarišta te trupci koji prije prerađivanja leže u blatu.

Na slici 9 prikazan je udio sadržaja pepela korištenih vrsta drva, a uzorci su prije usitnjavanja okorani. Iz dijagrama je vidljivo da sve vrste imaju nizak sadržaj pepela manji od 0,7 %, što zadovoljava A1 klasu kvalitete peleta. Vidljivo je da



Slika 11. Prikaz gustoće peleta nakon 15 dana stabilizacije dimenzija
Figure 11. Overview of pellet density after 15 days of dimension stabilisation

drvo hrasta među ispitanimima ima prosječno najviši sadržaj pepela 0,63 %, a približno jednako nizak sadržaj pepela imaju drvo graba, topole i johe, koji je nešto viši od 0,4 %.

3.2 Rezultati istraživanja ogrjevnosti – Calorific value research results

Na slici 10 prikazani su rezultati gornje ogrjevnosti uzoraka drva pri 0 % sadržaja vode. Prilikom određivanja gornje ogrjevnosti, uzorci drva imali su određen sadržaj vode koji umanjuje gornju ogrjevnost. Hrast i jasen imali su oko 9 % sadržaja vode, a ostale vrste imale su između 11 i 12 % sadržaja vode. Veći sadržaj vode u drvu daje manju ogrjevnost uzoraka zbog udjela vode u ukupnoj masi drva te utroška energije potrebne za isparavanje prisutne vode. Dijagram gornje ogrijevanosti pri 0 % sadržaja vode pokazuje najbolju vrijednost kod drva johe koji iznosi 19,627 MJ/kg, dok je najniži rezultat bio kod uzorka drva graba $\approx 18,938$ MJ/kg.

3.3 Rezultati istraživanja gustoće i tlačne čvrstoće peleta – Research results of density and pellet pressure strength

Po određivanju osnovnih svojstava sirovine, korištene u ovom istraživanju, uzorci promatranih vrsta drva pomije-

šani su na način opisan u prethodnom poglavlju te su stvorene mješavine koje su kondicionirane. Kondicionirani materijal prešan je u pelete koji su potom stabilizirani 15 dana, nakon čega im je određena gustoća i mehanička čvrstoća u radialnom smjeru.

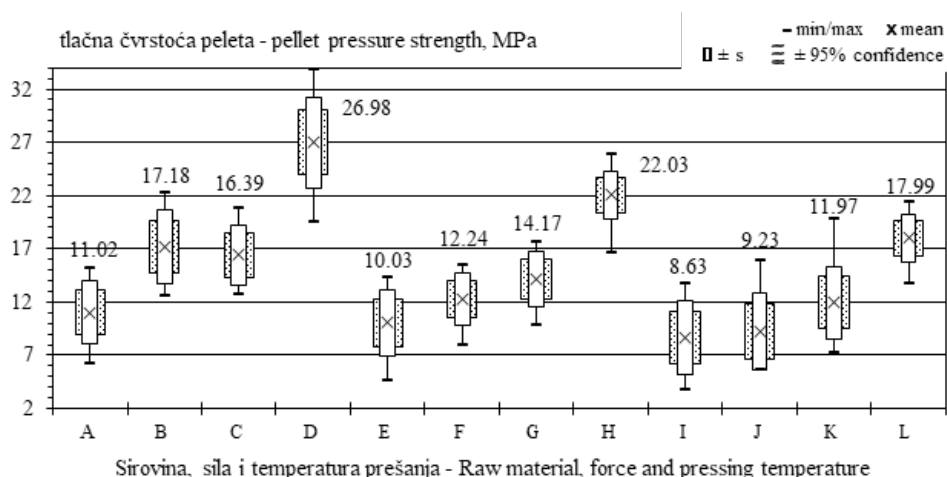
Oznake mješavina koje su korištene u istraživanju:

- A – JTJ 3,0 kN, 150 °C, B – JTJ 6,0 kN, 150 °C,
 C – JTJ 3,0 kN, 200 °C, D – JTJ 6,0 kN, 200 °C,
 E – HTJ 3,0 kN, 150 °C, F – HTJ 6,0 kN, 150 °C,
 G – HTJ 3,0 kN, 200 °C, H – HTJ 6,0 kN, 200 °C,
 I – GTJ 3,0 kN, 150 °C, J – GTJ 6,0 kN, 150 °C,
 K – GTJ 3,0 kN, 200 °C, L – GTJ 6,0 kN, 200 °C.

Iz dijagrama na slici 11 vidljivo je da peleti prešani većom silom i višom temperaturom imaju veću gustoću. Iz dijagrama se vidi da je gustoća gotovo svih peleta prešanih silom 6,0 kN i temperaturom 200 °C veća od 1200 kg/m³. Općenito, svi peleti osnovne mješavine graba pokazuju manju gustoću od ostalih peleta pri istim režimima prešanja. Značajnost utjecaja mješavine, sile i temperature prešanja na gustoću prikazan je u tablici 1. Razlike pri usporedbi peleta osnovne sirovine jasena i graba pri sili 6,0 kN i temperaturi prešanja 150 °C (B-J) te u usporedbi peleta hrasta i graba pri sili 6,0 kN i temperaturi prešanja 200 °C (H-L) su značajne (p

Tablica 1. Ovisnost gustoće peleta o sirovini, sili prešanja i temperaturi
Table 1. Dependence of pellet density on raw material, pressing force and temperature

Utjecaj mješavine na gustoću – Influence of mixture on density											
Usporedba – Comparison	A-E	B-F	C-G	D-H	A-I	B-J	C-K	D-L	E-I	F-J	G-K
t-vrijednost – t-value	0,612	1,204	0,012	1,126	1,085	3,007	0,678	1,215	0,471	1,924	0,709
p-vrijednost – p-value, %	55,58	25,94	99,08	28,94	30,60	1,48	51,45	25,54	64,87	8,65	49,64
Utjecaj sile prešanja na gustoću – Influence of pressing force on density											
Usporedba – Comparison	A-B	E-F	I-J	C-D	G-H	K-L	A-C	E-G	I-K	B-D	F-H
t-vrijednost – t-value	0,283	0,117	1,219	2,088	3,124	0,409	0,381	0,927	1,8	2,315	3,98
p-vrijednost – p-value, %	78,36	90,91	25,39	6,64	1,22	69,24	71,23	37,84	10,54	4,59	0,32



Slika 12. Tlačna čvrstoća peleta

Figure 12. Pellet pressure strength

= 1,47 % odnosno $p = 3,26$ %). Također je značajna razlika gustoće peleta hrasta prešanih pri temperaturi 200 °C i silama 3,0 i 6,0 kN (G-H) ($p = 1,22$ %). Značajnost u gustoći peleta uočava se usporedbom temperature prešanja 150 i 200 °C kod svih mješavina, prešanih silom 6,0 kN (B-D; F-H; J-L) ($p = 4,59$ %; $p = 0,32$ %; $p = 0,26$ %).

Iz dijagrama na slici 12 vidljivo je da su najbolji rezultati tlačne čvrstoće postignuti kod peleta koji su prešani silom 6,0 kN i pri temperaturi 200 °C, a iznosili su 18 – 27 MPa. Najlošije rezultate postigli su peleti koji su prešani silom 3,0 kN i pri temperaturi 150 °C, a iznosili su 8,5 – 11 MPa. Također je vidljivo da peleti osnovne sirovine jasena daju najbolje rezultate u usporedbi s preostale dvije sirovine u svim režimima prešanja. Peleti iz osnovne sirovine jasena prešani silom 6,0 kN i temperaturom 150 °C daju bolje rezultate od istih prešanih pri 3,0 kN i 200 °C, što nije slučaj kod peleta izrađenih iz osnovnih sirovina hrasta i graba.

Značajnost utjecaja mješavine, sile i temperature prešanja na tlačnu čvrstoću prikazan je u tablici 2. Usporedbom peleta osnovne sirovine jasena u usporedbi s hrastom i grabom pri sili 6,0 kN i temperaturi prešanja 150 °C (B-F i B-J) vidljiva je značajna razlika ($p = 0,53$ % odnosno $p = 0,58$ %). P-vrijednost 1,17 % pokazuje također značajnu razliku u mehaničkoj čvrstoći peleta osnovne sirovine jasena i graba

pri sili 3,0 kN i temperaturi prešanja 200 °C (C-K), dok razlika između peleta hrasta i graba u istim uvjetima nije značajna. Razlika između svih mješavina pri sili 6,0 kN i temperaturi prešanja 200 °C pokazuje značajnu razliku, čime možemo zaključiti da kod navedenih uvjeta prešanja peleti jasena daju najveću čvrstoću, dok su nešto lošiji peleti hrasta, a peleti graba najlošiji.

Analiza utjecaja sile na tlačnu čvrstoću peleta pokazuje značajnu razliku kod peleta mješavine jasena (A-B i C-D) prešanih pri 150 i 200 °C pri obje sile prešanja ($p = 0,21$ % odnosno 0,01%), dok ta razlika kod hrasta i graba (E-F i I-J) prešanih pri 150 °C nije značajna ($p = 10,98$ % odnosno $p = 71,78$ %), ali razlika sile prešanja postaje značajna kod temperature 200 °C (G-H i K-L) ($p = 0,01$ % odnosno $p = 0,12$ %).

Analiza utjecaja temperature na mehaničku čvrstoću peleta pokazuje značajnu razliku kod svih mješavina i sile prešanja, osim kod peleta mješavine graba (I-K) prešanih pri 3,0 kN ($p = 5,63$ %).

4. ZAKLJUČAK CONCLUSION

Na temelju dobivenih rezultata možemo zaključiti, da kora svih analiziranih vrsta ima visok udio pepela i prosječno se

Tablica 2. Utjecaj mješavine, sile prešanja i temperature na tlačnu čvrstoću

Table 2. Influence of mixture, pressing force and temperature on pressure strength

Utjecaj mješavine na tlačnu čvrstoću – Mixture influence on pressure strength												
Usporedba - Comparison	A-E	B-F	C-G	D-H	A-I	B-J	C-K	D-L	E-I	F-J	G-K	H-L
t-vrijednost - t-value	0,737	3,658	1,821	3,242	1,673	4,959	3,154	5,904	0,957	2,160	1,618	3,947
p-vrijednost - p-value, %	47,98	0,53	10,19	1,01	12,86	0,08	1,17	0,02	36,35	5,91	14,01	0,34
Utjecaj sile prešanja na tlačnu čvrstoću – Pressing force influence on pressure strength						Utjecaj temperature prešanja na tlačnu čvrstoću – Pressing temperature influence on pressure strength						
Usporedba - Comparison	A-B	E-F	I-J	C-D	G-H	K-L	A-C	E-G	I-K	B-D	F-H	J-L
t-vrijednost - t-value	4,251	1,774	0,373	6,555	7,138	4,648	4,143	3,235	2,19	5,64	9,222	6,415
p-vrijednost - p-value, %	0,21	10,98	71,78	0,01	0,01	0,12	0,25	1,02	5,63	0,03	0,00	0,01

kreće od 7,12 % kod johe pa sve do 13,63 % kod hrasta. Ovako visok udio kore zahtjeva okoravanje, trupaca jer u proizvodnji peleta kvalitete A1 i A2 udio pepela ne smije biti veći od 1,5 %. Usporedbom sadržaja pepela čistog drva, rezultati pokazuju najviši udio pepela kod drva hrasta, dok je on niži kod johe, topole i graba. Najvišu ogrjevnju vrijednost po jedinici mase (MJ/kg) ima drvo johe, dok najnižu od promatranih vrsta ima grab. Analiza gustoće peleta nakon 15 dana stabilizacije, pokazuje da pri istim režimima prešanja peleti mješavina jasena i hrasta daju bolje rezultate od mješavine graba. Također je vidljivo da sila prešanja značajnije utječe na gustoću peleta od temperature prešanja. Analizom tlačne čvrstoće peleta najbolji rezultati dobiveni su kod peleta mješavine jasena, dok je nešto lošiji rezultat kod hrasta, a najlošiji kod graba. Iz dobivenih rezultata mjerenja razvidno je da na tlačnu čvrstoću najviše utječe temperatura i tlak prešanja. Najbolji rezultati tlačne čvrstoće postignuti kod peleta koji su prešani silom 6,0 kN i pri temperaturi 200 °C, gdje je tlačna čvrstoća iznosila od 17,99 Mpa, pa sve do 26,98 MPa.

LITERATURA REFERENCES

- Aigenbauer, S., 2017: Experimental evaluation of a biomass pellet combustion concept developed for a 5 kWel Stirling module. 5. Central European Biomass Conference 18th to 20th January 2017 Graz, Austria: 146
- Burkhardt, C., A. Roskan, 2017: Hocheffiziente Kraft-Wärme-Kopplung mit Holzpellets. 5. Central European Biomass Conference 18th to 20th January 2017 Graz, Austria: 161
- Domac, J., M. Jakopović, S. Risović, 2002: BURZA DRVNOG OSTATKA U HRVATSKOJ, Šumarski list, 126(7–8): 401–406., Zagreb.
- Domac, J., S. Risović, V. Šegon, T. Pentek, B. Šafran, I. Papa, 2015: MOŽE LI BIOMASA POKRENUTI ENERGIJSKU TRANZICIJU U HRVATSKOJ I JUGOISTOČNOJ EUROPI?, Šumarski list, 139(11–12): 561–569., Zagreb.
- Drvodelić, D., M. Oršanić, 2016: PROCJENA VITALITETA SVJEŽEG I PRELEŽALOG SJEMENA POLJSKOG JASENA (*Fraxinus angustifolia* Vahl), Šumarski list, 140(11–12): 539–547., Zagreb
- Holm, J.K., Henriksen, U.B., Hustad, J.E., Sørensen, L.K. 2006: Toward an understanding of controlling parameters in softwood and hardwood pellets production. *Energy & Fuels* 20: 2686–2694.
- Anon. 2009: HRN EN 14775: Čvrsta biogoriva – Određivanja udjela pepela (EN 14775:2009).
- Labudović, B. 2012: Osnove primjene biomase, Energetika marketing Zagreb, 36–73.
- Risović, S., J. Domac, 1999: STANJE KORIŠTENJA I ENERGETSKI POTENCIJAL BIOMASE IZ DRVNO-PRERAĐIVAČKE INDUSTRIJE U ZAGREBAČKOJ ŽUPANIJ, Šumarski list, 123(9–10): 453–459., Zagreb.
- Risović, S., I. Đukić, K. Vučković, 2008: Energy analysis of pellets made of wood residues. *Croatian journal of forest engineering*, 29(1): 95–108
- Risović, S. 2003: Briketi i pelete – novi energent na hrvatskom tržištu; 123–141 - Risović, S., Figurić, M. 2003: Šumska biomasa 2003.
- Robbins, W.C. 1982: Density of wood chips. *J Forest*, 80: 567.
- Stelte, W., Clemons, C., Holm, J.K., Ahrenfeldt, J., Henriksen, U.B., Sanadi, A. 2011a: Thermal transitions of the amorphous polymers in wheat straw. *Ind Crop Prod* 2011; 34 (1): 1053–1056.
- Stelte, W., Holm, J. K., Sanadi, A. S., Barsberg, S.; Ahrenfeldt, J.; Henriksen, U.B. 2011b: A study of bonding and failure mechanisms in fuel pellets from different biomass resources. *Biomass & bioenergy* 35 (2011); 910–918.
- Šafran, B., 2015: Ovisnost mehaničkih svojstava peleta o ulaznim veličinama drvene sirovine, Šumarski fakultet Zagreb: 58–60

Summary

The paper deals with some quality characteristic of wood pellets from Turopolje area. The samples of pedunculate oak (*Quercus robur* L.), European hornbeam (*Carpinus betulus* L.), narrow-leaved ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl.), European alder (*Alnus glutinosa* L.) and black poplar (*Populus nigra* L.) were collected. Collected and debarked samples were crushed by a mill with knives to 2.00 mm granulation. The content of water, ash and calorific value were examined on samples. The ash content was determined separately for the bark and the wood. The ash content in the barks shows a high rate in pedunculate oak which is 13.64 % and hornbeam with 11.91 %, while in other species the ash content in a bark is between 7 and 10 %. The ash content of a debarked wood shows the following values: 0.63 % for the oak, 0.50 % for the ash, 0.46 % for the hornbeam. Values of the ash content in the alder and the poplar were 0.4 %. Results indicate the need for debarking in pellet production in order to obtain the quality of class A1 and A2 pellet. By determining the calorific value the best results were determined in the black poplar sample which is 19.63 MJ/kg, and the lower value was measured in hornbeam sample 18.94 MJ/kg. Furthermore, the mentioned samples were mixed and 3 mixture groups were formed. The share of hard broad-leaved trees of oak, hornbeam and ash in each individual mixture was 60 %, while in the remaining 40 %, alder (20 %) and poplar (20 %) equally participated. Formed material mixtures APA (ash 60 : poplar 20 : alder 20), OPA (oak 60 : poplar 20 : alder 20) and HPA (hornbeam 60 : poplar 20 : alder 20) were pressed into pellets by hydraulic laboratory press in 2 forces

(3.0 and 6.0 kN) and 2 temperatures (150 and 200 °C). After pressing, pellets were left for 15 days to stabilise in dimension and their dimension and density were determined. Then, pellets were checked for pressure strength in a radial direction by a testing machine. Pellets from all the mixtures, pressed by a force of 6.0 kN at 200 °C showed a high density in the range from 1 207 – 1 234 kg/m³. Pellets of basic ash mixture at force of 3.0 kN and at 200 °C gave high density $\approx$ 1200 kg/m³, while the smallest density was generally given by pellets of basic hornbeam mixture in all pressing regimes. The results of pressure strength in radial direction give best results in pellets pressed at 6.0 kN and 200 °C which is 13.59 MPa with the basic ash mixture, 11.1 MPa with the basic oak mixture and 9.06 MPa of basic hornbeam mixture.

If the pressure strength of a pellet is considered collectively according to the mixture, pellets made from the mixture of ash, poplar and alder give significantly better results in comparison to other two mixtures.

KEY WORDS: wood pellets, ash content, calorific value, pellet density, pressure strength



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.

ABUNDANCE OF BANK VOLE (*Myodes glareolus* Schreb.) AS AN INDICATIVE FACTOR OF DIFFERENT FOREST STRUCTURE AND MANAGEMENT IN THE DRAVA PLAIN REGION

BROJNOST ŠUMSKE VOLUHARICE (*Myodes glareolus* Schreb.)
KAO INDIKATIVNI FAKTOR STRUKTURE ŠUMA I UTJECAJA
ŠUMARSKOG GOSPODARENJA U ALUVIJALNOJ NIZINI DRAVE

Győző F. HORVÁTH and Dániel TÓTH

Summary

Differences in demographical patterns of the bank vole, *Myodes glareolus* Schreb. population, a frequent rodent species in the Drava plain region, were analysed through spatial and seasonal changes of survival and capture probability as well as through habitat dependence of abundance. As part of the Croatian-Hungarian interregional programme (DRAVA-INTERECO), small mammal population level monitoring was performed during 2007 applying the capture-mark-recapture method. Trapping sessions were implemented in three forest habitats with different vegetation structure, two sample areas in Lankoci forest, Hungary (protected old forest and reforested habitat) and one sample plot in Repaš forest, Croatia (habitat under forestry management) during a period of four months (July-October). The bank vole was an eudominant species in the three investigated habitats. The POPAN formulation of Jolly-Seber models was used to perform the comparative estimates of bank vole population traits. Based on model selection, the first two best candidate models supported our hypothesis that survival and abundance were influenced by forest age and structure. Our results confirmed that the bank vole is an appropriate indicator species to evaluate the population-level responses to the changes of forest structure and management.

KEY WORDS: *Myodes glareolus*, seasonality, population size, estimate, POPAN model

INTRODUCTION

UVOD

The remaining temperate zone deciduous forests are particularly sensitive to fragmentation, habitat reduction and different management processes. Because these ecosystems are species-rich communities, not only they represent higher taxonomic diversity due to their complex food chain system, but also have greater functional or ecological diver-

sity (Angelstam *et al.*, 1997; Bengtsson *et al.*, 2000). These processes appear also along the green corridor of the Drava region where various types of forest (alluvial willow forest, floodland softwood groves, hardwood gallery forests) are present only in the form of smaller or somewhat larger pockets (Kevey *et al.*, 2008).

Because of the clear need for the long-term preservation of biodiversity in managed forests, it is required to consider

¹ Dr. Győző F. Horváth PhD and Dániel Tóth PhD student, University of Pécs, Faculty of Science, Institute of Biology, Department of Ecology
H-7624 Pécs, Ifjúság u. 6, Hungary, e-mail: hgypete@gamma.ttk.pte.hu

how forestry practices such as clear-cutting or selective cutting correspond to natural disturbances and natural forest dynamics. Despite the main type of forest use has remained to be clear-cutting of areas in many places (Carey & Harrington, 2001). Throughout the world, small mammals are important model organisms to investigate the impact of forestry interventions as well as habitat fragmentation and degradation in different forest ecosystems (e.g. Bayne & Hobson, 1998; Fuller *et al.*, 2004; Pardini, 2004; Pardini *et al.*, 2005; Lindenmayer *et al.*, 2010). Small mammals increase species richness and functional diversity in forest ecosystems (Carey & Johnson, 1995). As secondary consumers, small mammals are high density elements of food webs, they have important role in dispersal of fungal spores, ectomycorrhizas, seeds and acorns (Birkedal *et al.*, 2010) and are diverse food resource for terrestrial predators and birds of prey (Carey *et al.*, 1992; Bontzorlos *et al.*, 2005). Due to demographical plasticity, rapid turnover and adaptability (Promislow & Harvey, 1990) both theory and empirical approach consider small mammals as appropriate subjects in the research of demographical patterns and population as well as community level response (Mortelliti *et al.*, 2010). Based on these elements the population and community parameters for forest-floor small mammals can be used as bio-indicators of sustainable forest management (Pearce & Venier, 2005; Sullivan *et al.*, 2013). Trend in indicator species' distribution and abundance as well as understanding their habitat use and preferences is fundamental for effective conservation and management strategies (Macdonald *et al.*, 1998; Hopkins & Kennedy, 2004; Flowerdew *et al.*, 2004).

The estimation of demographic parameters in natural populations has been recast in the comprehensive framework of capture-mark-recapture (CMR) methodology (Williams *et al.*, 2002; Lebreton, 2006) and has shifted towards the testing of hypotheses of biological interest rather than estimating numerical quantities such as population size, growth and survival rate or direct estimations of recruitment (Lebreton *et al.*, 1992; Pradel, 1996; Nichols *et al.*, 2000).

The bank vole *Myodes glareolus* (Schreber 1780) is widely distributed species of *Myodes* genus in the Palaearctic, ranging from the Mediterranean to Scandinavia and from Great Britain to the Black Sea, although it is absent from southern Iberia and the Mediterranean islands (Sptizenberger, 1999). From some population biological aspect the bank vole has proved to be an especially appropriate model object throughout its geographical range (Bujalska & Hansson, 2000) in studies of multiannual vole cycles and population regulation (e.g. Henttonen *et al.*, 1985; Amori, 2000) and social behavior and reproductive success (Koskela *et al.*, 1997; Lemaître *et al.*, 2012) or habitat use in fragmented environment, movement and dispersal strategies (Gliwicz, 1993; van Apeldoorn *et al.*, 1992; Kozakiewicz *et al.*, 2007;

Gerlach & Musolf, 2000). Many studies demonstrated that the bank vole is found in all forest habitats throughout its geographical range, preferring dense understorey cover (Mazurkiewicz & Rajska-Jurgiel, 1989; Pucek *et al.*, 1993; Ecke *et al.*, 2002; Suchomel, 2007). According to these studies the bank vole is considered as a habitat generalist species. In contrast, because of its avoidance of open habitats throughout its range, the bank vole was determined by other authors as a habitat specialist (Tattersall *et al.*, 2002; Torre & Arrizabalaga, 2008). The study of the effects of habitat structure on bank vole populations shows that habitat suitability is determined by abundance and spatial distribution (Hansson, 1978; Mazurkiewicz, 1994). Based on numerous studies, the bank vole is a typical forest-dwelling and suitable model species, because it plays an important indicator role in the dynamics of woodland habitats and ecosystem health (Ecke *et al.*, 2002; Flowerdew *et al.*, 2004; Suchomel, 2007) as well as in the evaluation of the impact of forest disturbance and management (Gliwicz & Glowacka, 2000; Gorini *et al.*, 2011; Lešo *et al.*, 2014; 2016). Moreover, bank vole population outbreaks can cause considerable damage in forestry (Imholt *et al.*, 2015) and this rodent species can transmit the Puumala hantavirus to humans (Voutilainen *et al.*, 2012; Bjedov *et al.*, 2016).

As regards protected areas along Drava river small mammals are considered to be an adequate indicator group and suitable monitoring subject for following habitat conditions, different vegetation structure (softwood and hardwood gallery forests) as well as anthropogenic disturbance and forest management activities of remaining forested areas. The biodiversity monitoring of the upper sections of Drava River was started in 2000. Within that high priority programme, small mammal population and community monitoring was run as a sub-programme between 2000-2006 (Horváth *et al.*, 2005; 2012). As part of the Croatian-Hungarian inter-regional programme (DRAVA-INTERECO), this monitoring could be continued in 2007, this time with an additional forest fragment located in Croatia also being part of the sampling. Thus, now there were three different habitats in which small mammal population monitoring could be pursued, focusing on vegetation structure, forestry management and nature conservation measures. The bank vole was described as dominant species by our survey in the investigated forest habitats of both countries. The response of bank vole to different forest structure, stand composition and traditional and alternative forest management types were often tested by microhabitat association. Numerous studies demonstrated that the high density of bank vole was associated with dense and structurally complex understorey vegetation (Mazurkiewicz & Rajska-Jurgiel, 1989; Chetnicki & Mazurkiewicz, 1994; Miklós & Žiak, 2002; Lešo *et al.*, 2014; Suchomel *et al.*, 2014) where it finds better food availability, shelters and nest sites (Chetnicki & Mazurkie-

wicz, 1994; Buesching *et al.*, 2008). In addition, many studies highlighted that the cover of dead wood was an important environmental factor for the bank vole's microhabitat selection, spatial distribution and abundance (Miklós & Žiak, 2002; Lešo *et al.*, 2016; Zwolak *et al.*, 2016). On the other hand, several studies focused on the survey of the difference between demographical parameters to investigate the response of small mammals to forestry practices (e.g. Savola *et al.*, 2013; Gasperini *et al.*, 2016).

In this study, to evaluate the response of bank vole on the protected (unmanaged), managed (by thinning interventions) and reforested habitat, we estimated the population biological traits of this species. Based on open population design, we have more specifically analysed the spatial and seasonal pattern of survival and capture probability as well as habitat dependence of population size.

MATERIAL AND METHODS

MATERIJALI I METODE

Study area and sampling method – Područje istraživanja i metode uzorkovanja

As part of the DRAVA-INTERECO project in 2007, trapping was performed in two sample areas in Lankoci forest, Hungary (46°18'N, 17°02'E) and one sample plot in the Repaš forest in Croatia (46°10'N, 17°05'E). One of the designated Hungarian sampling sites here was an old (> 100 yr) strictly protected alder gallery forest (*Paridi quadrifoliae-Alnetum*) in Lankóci Forest Nature Reserve, distinguished thereafter as 'protected forest habitat' (PFH-HU). This association type occurs mostly on relatively lower terrain of higher floodplain areas, mostly on alluvial forest soil. Before river regulations, areas of this forest type used to be inundated only at times of higher floods. Such forest stands today are found almost exclusively along watercourses and oxbows in flood-prevented areas, thus they have developed during the course of gallery forest or bog forest succession. The second sample area is located besides a strictly protected forest, where clear-cutting was performed in the year 2000 on a plot of more than 1 hectare. This 'reforested habitat' (RH-HU) has been gradually becoming covered in forest re-growth, the development of vegetation having accelerated during recent years (2004–2006) with higher precipitation. Due to the higher ground level, this forest stand was characterized by the vegetation of oak-elm-ash gallery forest (*Fraxino pannonicæ-Ulmetum*). The third area was selected in the Repaš forest in Croatia, in a more arid, mature (< 90 yr) oak-hornbeam forest (*Carpino betuli - Quercetum roboris "typicum"*) stand, which differed from the other two, besides microclimatic features, in its vegetation structure (dominance of pedunculate oak and common hornbeam) and fluvisol forest soil (Vrbek *et al.*, 2008). Due

to the fact that it was subject to intensive forestry management, it was thereafter distinguished as 'habitat under forest management' (HUFM-CRO).

The capture-mark-recapture (CMR) method was applied for population- and community-level monitoring (Horvát *et al.*, 2008a; b). Based on the established monitoring protocol, a standard trapping grid of 11×11 traps was applied in each of the three habitats, with the same box-type live-traps (75×95×180 mm) positioned 10 m apart, thus the estimated demographical values were projected onto an area of 1 hectare (Horvát & Kovačič, 2007). Small mammal synchronous monitoring in the forest habitats was pursued for four sampling periods in 2007 (July, August, September and October) and a standard 5-night trapping session was carried out in every month. Based on the number of trap stations being operated in particular grids, and on the number of sampling nights, we used the entire 2007 pool of 7260 trap night data for the population dynamical evaluation of the character species. Just like the traps themselves, the trapping technique was also alike in all cases: bacon and cereals mixed with aniseed extract and vegetable oil were used as bait. The traps were checked two times a day starting at 7 am in the morning and 7 pm in the evening, with the traps being left triggered during the day. The captured individuals were tattoo-marked on their toes, this method ensuring individual identification for the entire capture history of every small mammal individual. Upon capture, we recorded the sex (also gravidity or lactation in females), age, body mass, trap number and individual code for each animal. Age was determined from body mass and external body features.

Statistical analysis – Statistička analiza

Three capture parameters were specified based on the CMR method: total number of animals (n_i) (Table 1), number of recaptures (r_i) and number of known individuals (m_i). The difference in the success of the recapture we tested based on ratio of recapture ($rr_{\%} = r_i / n_i \times 100$). Based on daily data, these parameters were investigated by variance analysis, comparing three habitats and four months considering each area. Firstly, we examined variables for normality using

Table 1. Monthly values of total number of captured animals (n_i)

Tablica 1: Vrijednosti ukupnog broja ulovljenih životinja po mjesecima (n_i)

Seasons / months	Summer 2007		Autumn 2007		
Sampling sites	July	August	September	October	Total
PFH-HU	159	91	160	204	614
RH-HU	88	70	152	166	476
HUFM-CRO	103	52	38	118	311
Total	350	213	350	488	1401

Shapiro-Wilk test and homogeneity of variances using Levene test. If the criteria of one-way ANOVA were not fulfilled, then we used nonparametric Kruskal-Wallis median test. When significant differences were detected in the Kruskal-Wallis test, we employed Dunn's procedure for *post hoc* multiple comparisons. The seasonal (spring, autumn) difference of capture parameters was tested by Mann-Whitney U test (Zar, 2010). These statistical tests were computed in Statistica 8.0 software (StatSoft Inc. 2007).

The POPAN formulation (Schwarz & Arnason, 1996) of Jolly-Seber models (Jolly, 1965; Seber, 1965) was used to perform the comparative estimates of bank vole population size. The encounter history of POPAN models included the different forest habitats as three groups. To test the assumptions of open models we used Goodness-of-fit tests (RELEASE tests 2 & 3) which indicated that this model is suitable for estimating population parameters from data of three habitats. Using an information-theoretic approach (Burnham & Anderson, 2002; Mazerolle, 2006), we built 10 candidate models to determine the effects of three monitored forest stands. The global model included the following parameters: $\{\varphi_{(\text{habitat}+\text{period})}, p_{(\text{habitat}+\text{period})}, \text{pent}_{(\text{habitat}+\text{period})}, N_{(\text{habitat})}\}$. It assumes that (i) φ (survival rate) differs between habitats and periods (the four 5-day trapping sessions), (ii) p (capture probability - given the animal is alive and available for capture) differs between forests and periods; and (iii) pent (probability of entry into the population per occasion) differs between forests and periods and it estimates N (superpopulation size) for habitats separately. Models were fitted using the logit link function for φ and p , the identity link function for N , and the multinomial logit link function to pent (White & Burnham, 1999). The model selection procedure was based on Akaike's Information Criterion modified for small sample size (AICc). The model with the lowest value of the AICc ($\Delta\text{AICc} = 0$) was the most parsimonious. To help evaluate the fit of the models, we also considered the difference in AICc (ΔAICc), as models which differ by less than 2 AICc units ($\Delta\text{AICc} < 2$) receive substantial support from the data (Burnham & Anderson, 2002). All models were run in MARK 6.1 (White & Burnham, 1999).

RESULTS REZULTATI

During the four sampling months 740 individuals of bank vole were marked in the three different forests. The number of captures was 1401 while the total number of recaptures of our model species was 661. In case of three investigated forest habitats the capture data of trapping success for bank vole populations, and also their seasonal variations, showed differences. The total number of captures (n_i) (Kruskal-Wallis test: $H(2, N=60) = 16.14, P < 0.001$) and the ratio of recapture (%) ($H(2, N=60) = 14.74, P < 0.001$) differed si-

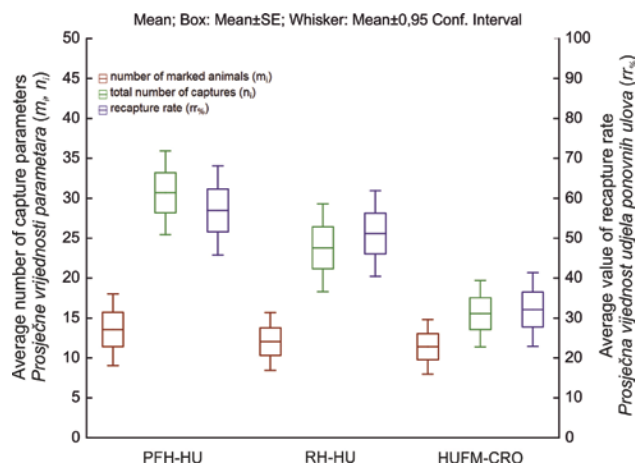


Figure 1. Distribution of average number of capture parameters in comparison with three forest habitats

Slika 1. Distribucija prosječnih vrijednosti parametara ulova u trima šumskim staništima

gnificantly between the forest habitats, while the number of marked animals (m_i) did not show significant differences in the comparison of forest stands. Based on post hoc Dunn-test, both the number of captures (PFH-HU vs HUFM-CRO: $z = 3.98, P < 0.001$; RH-HU vs HUFM-CRO: $z = 2.41, P = 0.05$) and recapture success (PFH-HU vs HUFM-CRO: $z = 3.73, P < 0.001$; RH-HU vs HUFM-CRO: $z = 2.61, P < 0.05$) were significantly higher in the two Hungarian forest habitats than in Croatia (Fig. 1).

Comparing the two investigated seasons, the total number of animals differed significantly in the Hungarian protected forest habitat (Mann-Whitney test: $z = 2.08, P < 0.05$) while the other two parameters did not show significant difference between summer and autumn ($z = 0.34-1.62, \text{n.s.}$) (Fig. 2). In case of the reforested habitat, the values of two capture parameters were significantly higher in the autumn than in the summer (n_i : $z = 2.79, P < 0.01$; rr_i : $z = 2.23, P < 0.05$), but in case of the number of known individuals, there were no significant results (m_i : $z = 0.37, \text{n.s.}$) revealed by the Mann-Whitney test in comparing the two seasons. Based on data of the habitat under forest management, only the recapture rate was significantly higher in the autumn than in the summer (rr_i : $z = 2.38, P < 0.05$), although the mean of recapture success was lower than in the other two forests in both two periods. The values of the other two parameters did not differ significantly between the two seasons (m_i : $z = 1.21, \text{n.s.}$; n_i : $z = 0.19, \text{n.s.}$) (Fig. 2).

Based on the analysis of capture-mark-recapture data, the Goodness-of-fit tests (Test 2 + Test 3: $\chi^2 = 5.03 - 7.19, \text{n.s.}$) indicated that the candidate POPAN models are suitable to estimate the population size of bank vole in all three investigated forest habitats. According to model selection, the best reduced model (smallest AICc value and the largest Akaike (AICc) weight (w_i)) was used to estimate the parameters (Table 2).

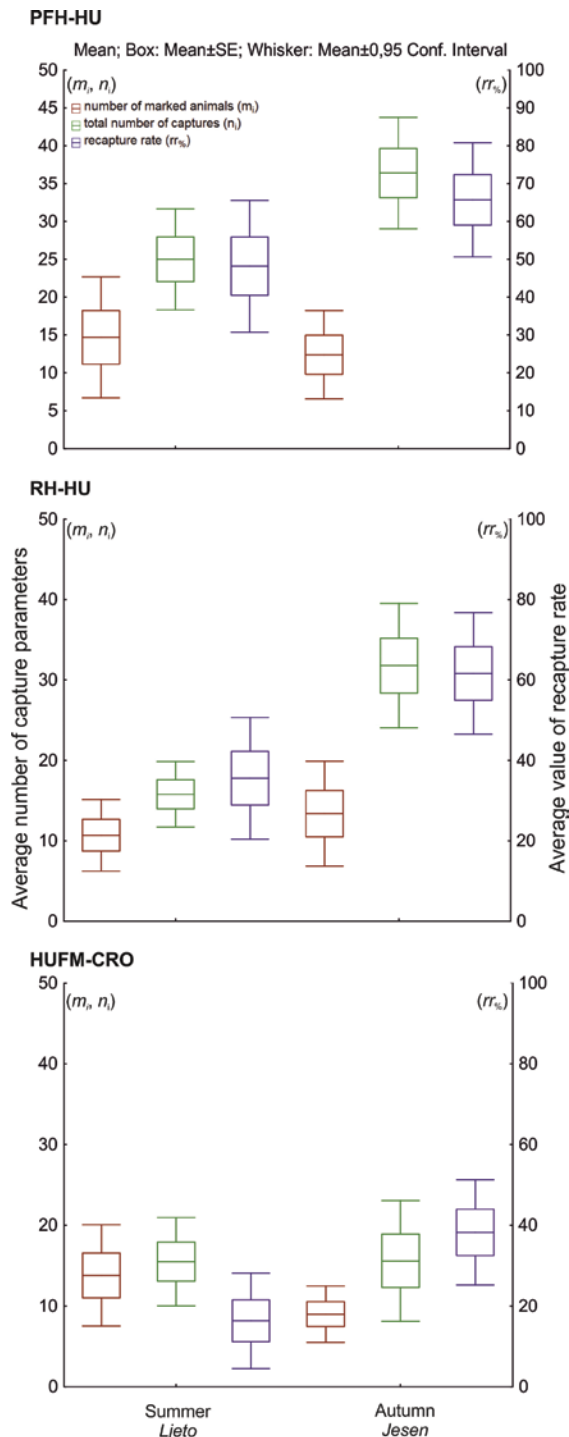


Figure 2. Average number of capture parameters during the two affected seasons in three forest stands

Slika 2. Prosječne vrijednosti parametara ulova tijekom dvije sezone u trima šumskim staništima

The model $\{\varphi_{(hab)}, p_{(hab+t)}, pent_{(t)}, N_{(.)}\}$ indicates that probabilities of survival varied between habitats while being constant over time, probabilities of recapture were different between habitats and between study periods, the estimated values of entry rate varied only over time, while the estimated size of super-population was constant ($N = 424, \pm SE = 16.65, CV = 3.9\%$) over the study periods and did not dif-

Table 2. The used POPAN models and their parameters (Akaike's information criterion adjusted for small samples (AICc), the difference between the model AICc ($\Delta AICc$), model weights (w) and number of parameters (n_{par}))

Tablica 2: POPAN modeli i njihovi parametri (korigirana Akaike vrijednost (AICc) za mali uzorak, razlike između vrijednosti AICc modela (Delta AICc), težina modela (w) i broj parametara (n_{par}))

Model	AIC _c	ΔAIC_c	w	n_{par}
$\varphi_{(hab)} p_{(hab+t)} pent_{(t)} N_{(.)}$	1313.66	0.00	0.582	17
$\varphi_{(hab)} p_{(hab+t)} pent_{(t)} N_{(hab)}$	1315.43	1.77	0.241	20
$\varphi_{(t)} p_{(hab+t)} pent_{(t)} N_{(hab)}$	1317.24	3.57	0.098	19
$\varphi_{(hab)} p_{(hab+t)} pent_{(hab+t)} N_{(hab)}$	1318.87	5.20	0.043	23
$\varphi_{(t)} p_{(hab+t)} pent_{(t)} N_{(.)}$	1320.01	6.34	0.024	17
$\varphi_{(hab+t)} p_{(hab+t)} pent_{(hab+t)} N_{(.)}$	1323.51	9.84	0.004	25
$\varphi_{(t)} p_{(hab+t)} pent_{(hab+t)} N_{(.)}$	1324.36	10.70	0.003	19
$\varphi_{(hab+t)} p_{(hab+t)} pent_{(hab+t)} N_{(hab)}$	1324.81	11.15	0.002	27
$\varphi_{(hab+t)} p_{(hab+t)} pent_{(t)} N_{(.)}$	1325.65	11.99	0.001	25
$\varphi_{(hab)} p_{(hab+t)} pent_{(hab)} N_{(.)}$	1333.62	19.96	0.000	18
$\varphi_{(hab)} p_{(hab+t)} pent_{(hab)} N_{(hab)}$	1335.33	21.67	0.000	20
$\varphi_{(hab+t)} p_{(hab+t)} pent_{(hab)} N_{(hab)}$	1337.93	24.27	0.000	25
$\varphi_{(hab+t)} p_{(t)} pent_{(hab+t)} N_{(.)}$	1347.89	34.23	0.000	20
$\varphi_{(hab+t)} p_{(hab)} pent_{(hab+t)} N_{(hab)}$	1350.10	36.44	0.000	18

fer between forest habitats. However, the hypothesis that the abundance of bank vole is different between the three forest stands was supported by the second best candidate model $\{\varphi_{(hab)}, p_{(hab+t)}, pent_{(t)}, N_{(hab)}\}$ in model ranking due to small $\Delta AICc$ value ($\Delta AICc < 2$), thus we used the estimated number of super-population of this model.

The first candidate model presented that the survival of bank vole differed between the two habitats. The estimated value of survival was significantly higher in protected forest than in the reforested habitat, which was shown by the non-overlapping 95% confidence intervals of estimation. In case of the other two habitat pairings (PFH-HU vs HUFM-CRO, RF-HU vs HUFM-CRO) due to the large overlap of confidence intervals, the survival rate of bank vole population did not differ significantly (Fig. 3).

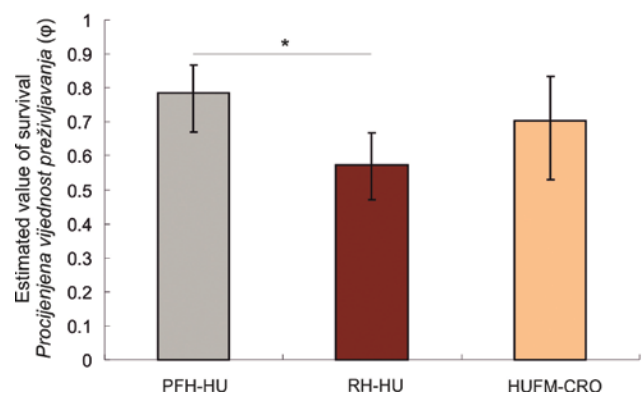


Figure 3. Estimated values of bank vole population survival in the comparison of three habitats, based on the best candidate POPAN model

Slika 3. Procijenjena vrijednost preživljavanja populacija šumske voluharice u tri šumska staništa prema najboljem POPAN modelu

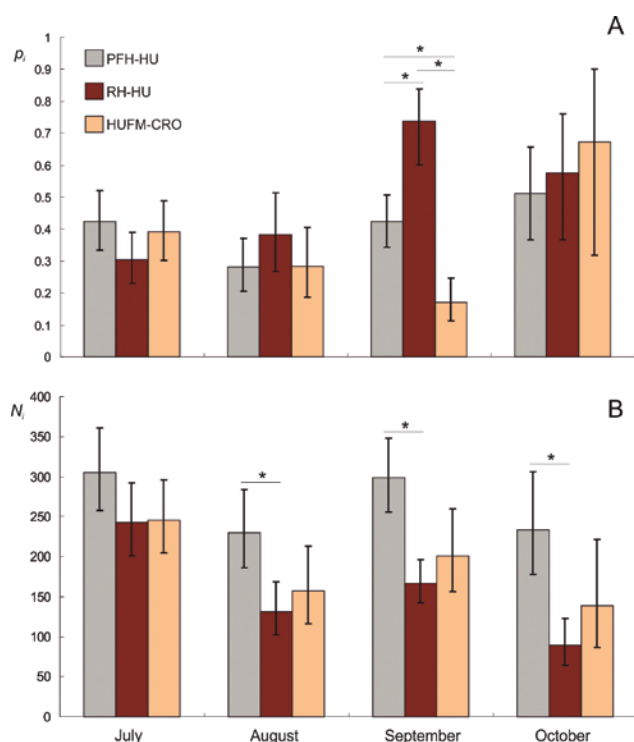


Figure 4. Estimated values of capture probability (p) (A) and derived size of population (N) (B) of bank voles during the sampling periods, based on the best candidate POPAN model

Slika 4. Procjena vjerojatnosti ponovnih ulova šumske voluharice pomoću najboljeg modela POPAN i dobijene veličine populacija tijekom uzorkovanja

Capture probability (p) was dependent on the periods, however the estimated monthly values of this parameter did not differ significantly when comparing the investigated forest habitats except in August. In this month the largest capture probability was estimated by the accepted model in case of the reforested habitat which was significantly higher than the capture probability value of the other two habitats due to the non-overlapping 95% confidence intervals. Similarly, the estimation showed significant difference between the protected forest and the habitat under forest management (Fig. 4.A).

However, despite the difference in August, the distribution of estimated capture probability was not significant between forest habitats (one-way ANOVA: $F = 0.498$; n.s.). Regarding the seasonal change of capture probability, there was no significant difference when comparing the primary (monthly) capture periods in the protected mature and old-growth forest habitat while the estimated p value was significantly higher in September than in the previous two months in this sampling plot. In case of the Repaš forest in Croatia, the estimated capture probability reduced from July to September, although the decrease of this parameter was considered to be significant between July and September but not for consecutive periods (see the overlap of 95% confidence intervals of estimation). Capture probability increased by October in this area, too. Despite the high confidence interval of the estimated value in October, a

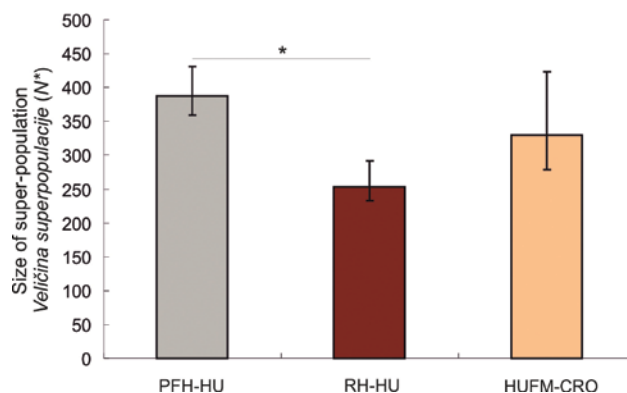


Figure 5. Estimated number of bank vole super-population in three investigated forest stands, based on the second best candidate POPAN model

Slika 5. Procjena brojnosti superpopulacija šumske voluharice pomoću drugog najboljeg modela POPAN i usporedba tih vrijednosti u tri šumska staništa

significant increase of capture probability was characterized by the accepted POPAN model between September and October (Fig. 4.A).

The POPAN models calculated the size of population in each sampling period in each habitat as derived parameters. Based on the best candidate model the population size of bank vole in the protected forest habitat and the habitat under forest management changed periodically along sampling periods. However, in case of these habitats, the difference of population size was not significant between months due to the overlap of 95% confidence interval. The temporal change of abundance was similar in the reforested habitat but population size in July was significantly higher than in the further months and the difference of abundance in September and October was also significant (see the non-overlapping 95% confidence intervals) (Fig. 4.B). When comparing the calculated population size of the three habitats in a given sampling period, abundance did not differ significantly in July while in the another three months population size of bank voles in the protected forest habitat was significantly higher than in the reforested habitat. Based on the overlap of confidence intervals, abundance did not differ significantly between the reforested habitat and the managed forest (Fig. 4.B).

According to the second best candidate model where the estimate of population size (N) depended among the different habitats, the estimated number of super-population in the protected forest was significantly higher than in the reforested habitat. Based on the overlap of confidence intervals, super-population size did not differ significantly between the protected and the managed forest as well as between the reforested area and the habitat under forestry management. This result showed that the protected forest stand was the most suitable habitat for the bank vole (Fig. 5).

DISCUSSION

RASPRAVA

Capture-recapture (CR) models currently represent a widely used analytical framework for the estimation of demographic parameters such as survival, size and density in wildlife populations (Williams *et al.*, 2002; Lebreton *et al.*, 1992; 2009; Sanz-Aguilar *et al.*, 2016). Using the POPAN formulation of Jolly-Seber models, in the present study we examined the population parameters of bank vole, as a comparison of three different forest areas along the upper River Drava in Hungary and Croatia, based on a parallel live-trapping monitoring.

Numerous studies described that forest-floor small mammals are generally more abundant in complex, natural forests than in simplified, managed forests (Carey & Johnson, 1995; Wilson & Carey, 2000). According to our results, the bank vole was eudominant in all three investigated forest stands. This rodent is generally known to be a typical forest-dwelling species but may also occur in open habitats (Hansson, 1969; 1978) and rather avoids or is rare in shrublands and grasslands (Torre & Arrizabalaga, 2008). Numerous studies reported that the bank vole occurs in all forest age classes (Ecke *et al.*, 2002; Bryja *et al.*, 2002; Margaletić *et al.*, 2005). However, the abundance of this species varied considerably depending on the forest structure and forestry management (Ecke *et al.*, 2002; Bogdziewicz & Zwolak, 2014; Lešo *et al.*, 2016). Our result suggested that the survival and abundance of the bank vole were influenced by the difference in forest age and stand structure, despite its general eudominant character. This result is consistent with other studies performed in Central Europe, according to which the bank vole was characterized as an eudominant species in several types of lowland (Suchomel *et al.*, 2012) and mountain forests (Suchomel *et al.*, 2014), too. According to a study carried out in Finland, the bank vole was typical in all succession stages, but its abundance was the highest in old-grow (> 100 yr) stands, especially during the low phase of population fluctuation (Savola *et al.*, 2013). Earlier studies which were conducted in the Boreal region suggested that clear-cutting has a negative effect on primarily granivorous-folivorous species of *Myodes* while this impact is positive on predominantly folivorous species of *Microtus* (Hansson, 1978; 1999). Our results showed that the abundance of bank vole was the highest in protected old-grow forest, but this rodent was characterized by a higher density in managed closed-canopy mature forests (Repaš), too. Regarding European forest ecosystems, the assessment of the impact of clear-cutting on changes in abundance of small mammals showed that the bank vole was unaffected by this often used forestry practice in both temperate and boreal forest stands (Bogdziewicz & Zwolak, 2014). However, regarding the response of bank voles on forest management, the voles had the highest abundance in mature and young forests and showed the lowest abundance in

clear-cuts (Gorini *et al.*, 2011). Accordingly to our result, the bank vole was characterized by higher abundance in a reforested habitat, seven years after clear-cutting. In case of this habitat, due to the developing dense undergrowth vegetation and shrub cover, bank vole successfully colonized during the seven years in which the adjacent protected old-growth forest stand had a crucial role as optimal or source habitat. As shown by a recent study in central Italy, the density of bank vole population was affected strongly by different forest management (Gasparini *et al.*, 2016) which corresponds to our results. Although survival was not influenced significantly by silvicultural activities, this study suggested that the reason for these results was the difference in carrying capacities between habitats rather than source-sink dynamics (Gasparini *et al.*, 2016).

The role of the habitat scale, whether micro- or macrohabitat-level characteristics are better predictors of spatial use and segregation of small mammals is controversial (Jorgensen & Demarais, 1999; Jorgensen, 2004; Morris, 1984; 1987; Coppeto *et al.*, 2006). Our study suggested that the different abundance of bank vole may be a suitable indicative factor of different forest structure and management at the macro-habitat level.

The estimation and evaluation of population size and other population parameters of a single species play an important role in evaluating the impact of different forest structure, age and forestry practice (e.g. Gorini *et al.*, 2011, Savola *et al.*, 2013, Sullivan & Sullivan, 2014). However, it was suggested that multiple demographic parameters need to be examined in multiple species systems to be able to make generalizations about the response of small mammal populations to forestry intervention and management (e.g. Panzacchi *et al.*, 2010; Lee *et al.*, 2012; Gasparini *et al.*, 2016).

ACKNOWLEDGEMENTS

ZAHVALA

The research was supported by Duna-Drava National Park Directorate and the "Slovenia-Hungary-Croatia Neighbourhood Programme 2004-2006" (INTERREG IIIA, DRAVA-INTERECO, SLO-HU-CRO 2006/01/167/HU), with permission from the Ministry of Culture of the Republic of Croatia (KLASA: UP/I-612-07/07-33/739, URBROJ: 532-08-01-01/3-07-02, Zagreb, 24. May 2007.) We are grateful to Dragica Purger for the Croatian translation.

REFERENCES

LITERATURA

- Amori, G., 2000: Ecological structure of a population of *Clethrionomys glareolus* in central Italy: an eight-year study, *Pol. J. Ecol.*, 48 (Suppl.): 125-132.
- Angelstam, P., 1997: Landscape analysis as a tool for the scientific management of biodiversity, *Ecol. Bull.*, 46: 140-170.

- Bayne, E.M., K. A. Hobson, 1998: The effects of habitat fragmentation by forestry and agriculture on the abundance of small mammals in the southern boreal mixedwood forest, *Can. J. Zool.*, 76: 62–69.
- Bengtsson, J., S. G. Nilsson, A. Franc, P. Menozzi, 2000: Biodiversity, disturbances, ecosystem function and management of European forests, *Forest Ecol. Manag.*, 132(1): 39–50.
- Birkedal, M., M. Löf, G. E. Olsson, U. Bergsten, 2010: Effects of granivorous rodents on direct seeding of oak and beech in relation to site preparation and sowing date, *Forest Ecol. Manag.*, 259(12): 2382–2389.
- Bjedov, L., P. Svoboda, A. Tadin, J. Habuš, Z. Štrifof, N. Labaš, M. Vucelja, A. Markotić, N. Turk, J. Margaletić, 2016: Utjecaj uroda sjemena obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) na populacije sitnih glodavaca i pojavnosti hantavirusa u Šumama Nacionalnog Parka „Plitvička jezera “i parka prirode „Medvednica “. *Šumar. list*, 140(9–10): 455–463.
- Bogdziewicz, M., R. Zwolak, 2014: Responses of small mammals to clear-cutting in temperate and boreal forests of Europe: a meta-analysis and review, *Eur. J. For. Res.*, 133(1): 1–11.
- Bontzorlos, V. A., S. J. Peris, C. G. Vlachos, D. E. Bakaloudis, 2005: The diet of barn owl in the agricultural landscapes of central Greece. *Folia Zool.*, 54(1/2): 99.
- Burnham, K. P., D. R. Anderson, 2002: Model Selection and Multimodel Inference – A Practical Information – Theoretic Approach, 2nd ed. Springer-Verlag, New York, 488 pp.
- Buesching C. D., C. Newman, R. Twell, D.W. Macdonald, 2008: Reasons for arboreality in wood mice *Apodemus sylvaticus* and Bank voles *Myodes glareolus*, *Mamm. Biol.*, 73: 318–324.
- Bryja J., M. Heroldová, J. Zejda, 2002: Effects of deforestation on structure and diversity of small mammal communities in the Moravskoslezské Beskydy Mts (Czech Republic), *Acta Ther.*, 47: 295–306.
- Carey, A. B., S. P. Horton, B. L. Biswell 1992: Northern spotted owls: influence of prey base and landscape character. *Ecol. Monogr.*, 62(2): 223–250.
- Carey, A. B., M. L. Johnson, 1995: Small mammals in managed, naturally young, and old-growth forests, *Ecol. Appl.*, 5: 336–352.
- Carey, A. B., C. A. Harrington, 2001: Small mammals in young forests: implications for management for sustainability, *Forest Ecol. Manag.* 154: 289–309.
- Chetnicki, W., M. Mazurkiewicz, 1994: Dispersion of the bank vole in fine- and coarse-grained mosaics of deciduous and mixed coniferous forests, *Acta Theriol.*, 39: 127–142.
- Coppeto, S. A., D. A. Kelt, D. H. Van Vurel, J. A. Wilson, S. Bigelow, 2006: Habitat association of small mammals at two spatial scales in Northern Sierra Nevada, *J. Mammal.*, 87(2): 402–413.
- Ecke, F., O. Löfgren, D. Sörlin, 2002: Population dynamics of small mammals in relation to forest age and structural habitat factors in northern Sweden, *J. Appl. Ecol.*, 39(5): 781–792.
- Flowerdew, J. R., R. F. Shore, S. M. C. Poulton, T. H. Sparks, 2004: Live trapping to monitor small mammals in Britain, *Mammal Rev.*, 34: 31–50.
- Fuller, A. K., D. J. Harrison, H. J. Lachowski, 2004: Stand scale effects of partial harvesting and clearcutting on small mammals and forest structure, *Forest Ecol. Manag.*, 191(1): 373–386.
- Gasperini, S., A. Mortelliti, P. Bartolommei, A. Bonacchi, E. Manzo, & R. Cozzolino, 2016: Effects of forest management on density and survival in three forest rodent species, *Forest Ecol. Manag.*, 382: 151–160.
- Gerlach, G., K. Musolf, 2000: Fragmentation of landscape as a cause for genetic subdivision in bank voles, *Conserv. Biol.*, 14(4): 1066–1074.
- Gliwicz, J., 1993: Dispersal in Bank voles: benefits to emigrants or to residents, *Acta Theriol.*, 38(1): 31–38.
- Gliwicz, J., B. Glowacka, 2000: Differential responses of *Clethrionomys* species to forest disturbance in Europe and North America, *Can. J. Zool.*, 78(8): 1340–1348.
- Gorini, L., J. D. Linnell, L. Boitani, U. Hauptmann, M. Odden, P. Wegge, E. B. Nilsen, 2011: Guild composition and habitat use of voles in 2 forest landscapes in south-eastern Norway. *Integr. Zool.*, 6(4): 299–310.
- Hansson, L., 1969: Spring populations of small mammals in central Swedish Lapland in 1964–1968, *Oikos*, 20: 431–450.
- Hansson, L., 1978: Small mammal abundance in relation to environmental variables in three Swedish forest phases, *Stud. For. Suec.* 147: 1–40.
- Henttonen, H., A. D. McGuire, L. Hansson, 1985: Comparisons of amplitudes and frequencies (spectral analyses) of density variations in long-term data sets of *Clethrionomys* species, *Ann. Zool. Fenn.*, 22: 221–227.
- Hopkins, H. L., M. L. Kennedy, 2004: An assessment of indices of relative and absolute abundance for monitoring populations of small mammals, *Wildl. Soc. Bull.*, 32(4): 1289–1296.
- Horváth, Gy., K. Futó, K. Pető, L. Szűcs, L. Néder, R. Kardos, H. Sárkány, 2008a: Community structure of small mammals in three different forest habitats in the Drava plain region, Biodiversity studies along the Drava river, University of Pécs, 287–302.
- Horváth, Gy., K. Futó, K. Pető, L. Szűcs, L. Néder, R. Kardos, H. Sárkány, 2008b: Population dynamics of dominant rodent species in three different forest habitats, Biodiversity studies along the Drava river, University of Pécs, 303–316.
- Horváth, Gy., D. Molnár, G. Csonka, 2005: Population dynamics and spatial pattern of small mammals in protected forest and reforested area, *Nat. Somogy*, 7: 191–207.
- Horváth, Gy., D. Kovačić, 2007: Protokol za praćenje populacija i zajednica sitnih sisavaca na staništima duž drave, Priručnik za istraživanje bioraznolikosti duž rijeke Drave, Pécsi Tudományegyetem, 218–234.
- Horváth, G. F., D. Schäffer, Á. Pogány, D. Tóth, 2012: Spatial distribution of small mammal populations in Drava floodplain forest. *Sum. List*, 136: 141–151.
- Imholt, C., D. Reil, J.A. Eccard, D. Jacob, N. Hempelmann, J. Jacob, 2015: Quantifying the past and future impact of climate on outbreak patterns of bank voles (*Myodes glareolus*), *Pest. Manag. Sci.*, 71(2): 166–172.
- Jolly, G. M., 1965: Explicit Estimates from Capture-Recapture Data with Both Death and Immigration-stochastic Model, *Biometrika*, 52: 225–247.
- Jorgensen, E. E., 2004: Small mammal use of microhabitat reviewed, *J. Mammal.*, 85: 531–539.
- Jorgensen, E. E., S. Demarais, 1999: Spatial scale dependence of rodent habitat use. *J. Mammal.*, 80: 421–429.
- Kevey, B., S. Csete, G. Lendvai, 2008: Galery forests of the Drava floodplain NE-Croatia, SW Hungary, Biodiversity studies along the Drava river, University of Pécs, 91–120.

- Koskela E., T. Mappes, H. Ylönen, 1997: Territorial behaviour and reproductive success of bank vole *Clethrionomys glareolus* females, *J. Anim. Ecol.*, 66: 341-349.
- Kozakiewicz M., A. Chołuj, A. Kozakiewicz, 2007: Long-distance movements of individuals in a free-living bank vole population: an important element of male breeding strategy, *Acta Theriol.*, 52: 339-348.
- Lebreton, J. D., 2006: Dynamical and statistical models of vertebrate population dynamics, *C. R. Biol.*, 329: 804-812.
- Lebreton, J. D., K. P. Burnham, J. Clobert, D. R. Anderson, 1992: Modelling survival and testing biological hypotheses using marked animals: a unified approach with case studies, *Ecol. Monog.*, 62: 67-118.
- Lebreton, J. D., J. D. Nichols, R. J. Barker, R. Pradel, J. A. Spence, 2009: Modeling individual animal histories with multistate capture-recapture models, *Adv. Ecol. Res.*, 41: 87-173.
- Lee, E. J., S. J. Rhim, S. H. Son, W. S. Lee, 2012: Differences in small-mammal and stand structures between unburned and burned pine stands subjected to two different post-fire silvicultural management practices, *Ann. Zool. Fenn.*, 49(3): 129-138.
- Lemaître J. F., S. A. Ramm, J. L. Hurst, P. Stockley, 2012: Inbreeding avoidance behaviour of male bank voles in relation to social status, *Anim. Behav.*, 83: 453-457.
- Lešo, P., A. Lešová, R. Kropil, 2014: Influence of forest fragmentation on the distribution of small terrestrial mammals in fir-beech commercial forest, *J. For. Sci.*, 60: 324-329.
- Lešo, P., A. Lešová, R. Kropil, P. Kanuch, 2016: Response of the dominant rodent species to close-to-nature logging practices in a temperate mixed forest, *Ann. For. Res.*, 59(2): 259-268.
- Lindenmayer, D. B., E. Knight, L. McBurney, D. Michael, S. C. Banks, 2010: Small mammals and retention islands: An experimental study of animal response to alternative logging practices, *Forest Ecol. Manag.*, 260: 2070-2078.
- Macdonald, D. W., G. Mace, S. P. Rushton, 1998: Proposals for the Future Monitoring of British Mammals. Peterborough. DETR, London, with JNCC.
- Margaletić, J., M. Božić, M. Grubešić, M. Glavaš, W. Bäuml, 2005: Distribution and abundance of small rodents in Croatian forests, *J. Pest. Sci.*, 78(2): 99-103.
- Mazerolle, M. J. 2006: Improving data analysis in herpetology: using Akaike's Information Criterion (AIC) to assess the strength of biological hypotheses. *Amphib.-Reptil.*, 27(2): 169-180.
- Mazurkiewicz, M., 1994: Population dynamics and demography of the bank vole in different tree stands, *Acta Theriol.*, 39(2): 113-126.
- Mazurkiewicz, M., E. Rajska-Jurgiel, 1989: Spatial behaviour and population dynamic of woodland rodents, *Acta Theriol.*, 43: 137-161.
- Miklós, P., D. Žiak, 2002: Microhabitat selection by three small mammal species in oak-elm forest. *Folia Zool.* 51: 275-288.
- Morris, D. W., 1984: Patterns and scale of habitat use in two temperate-zone, small mammal faunas. *Can. J. Zool.*, 62: 1540-1540.
- Morris, D. W., 1987: Ecological scale and habitat use, *Ecology*, 68: 362-369.
- Mortelliti, A., G. Amori, D. Capizzi, C. Rondinini, L. Boitani, 2010: Experimental design and taxonomic scope of fragmentation studies on European mammals: current status and future priorities, *Mammal Rev.*, 40(2): 125-154.
- Nichols, J. D., J. E. Hines, J. D. Lebreton, R. Pradel, 2000: Estimation of contributions to population growth: a reverse-time capture-recapture approach, *Ecology*, 81: 3362-3376.
- Panzacchi, M., J. D. Linnell, C. Melis, M. Odden, J. Odden, L. Gorini, R. Andersen, 2010: Effect of land-use on small mammal abundance and diversity in a forest-farmland mosaic landscape in south-eastern Norway. *Forest Ecol. Manag.*, 259(8): 1536-1545.
- Pardini, R. 2004: Effects of forest fragmentation on small mammals in an Atlantic Forest landscape, *Biodivers. Conserv.*, 13: 2567-2586.
- Pardini, R., S. M. de Souza, R. Braga-Neto, J. P. Metzger, 2005: The role of forest structure, fragment size and corridors in maintaining small mammal abundance and diversity in an Atlantic forest landscape, *Biol. Conserv.*, 124: 253-266.
- Pearce, J., L. Venier, 2005: Small mammals as bioindicators of sustainable boreal forest management, *Forest Ecol. Manag.*, 208: 153-175.
- Pradel, R., 1996: Utilization of capture-mark-recapture for the study of recruitment and population growth rates, *Biometrics*, 52: 703-709.
- Promislow, D. E., & P. H. Harvey, 1990: Living fast and dying young: A comparative analysis of life - history variation among mammals, *J. Zool.*, 220(3): 417-437.
- Pucek Z., W. Jedrzejewski, B. Jedrzejewska, M. Pucek, 1993: Rodent population dynamics in a primeval deciduous forest (Białowieża National Park) in relation to weather, seed crop, and predation, *Acta Theriol.* 38: 199-232.
- Sanz-Aguilar, A., J. M. Igual, D. Oro, M. Genovart, G. Tavecchia, 2016: Estimating recruitment and survival in partially monitored populations, *J. Appl. Ecol.*, 53(1): 73-82.
- Savola, S., H. Henttonen, H. Lindén, 2013: Vole population dynamics during the succession of a commercial forest in northern Finland, *Ann. Zool. Fenn.*, 50: 79-88.
- Schwarz C. J., A. N. Arnason, 1996: A general methodology for the analysis of open-model capture recapture experiments, *Biometrics*, 52: 860-873.
- Seber, G. A. F., 1965: A note on the multiple recapture census, *Biometrika*, 52: 249-259.
- Sptizenberger, F., 1999: *Clethrionomys glareolus* (Schreber, 1780), The atlas of European mammals, T & AD Poyser, London, 212-213.
- StatSoft, Inc., 2007: STATISTICA (data analysis software system) version 8.0. www.statsoft.com
- Suchomel, J., 2007: Contribution to the knowledge of *Clethrionomys glareolus* populations in forests of managed landscape in Southern Moravia (Czech Republic), *J. For. Sci.*, 53(7): 340-344.
- Suchomel, J., L. Purchart, L. Cepelka, 2012: Structure and diversity of small-mammal communities of lowland forests in the rural central European landscape, *Eur. J. Forest. Res.*, 131: 1933-1941.
- Suchomel, J., L. Purchart, L. Čepelka, M. Heroldová, 2014: Structure and diversity of small mammal communities of mountain forests in Western Carpathians. *Eur. J. Forest. Res.*, 133: 481-490.

- Sullivan, T. P., D. S. Sullivan, P. M. Lindgren, D.B. Ransome, 2013: Stand structure and small mammals in intensively managed forests: scale, time, and testing extremes, *Forest Ecol. Manag.*, 310: 1071-1087.
- Sullivan, T. P., D. S. Sullivan, 2014: Responses of red-backed voles (*Myodes gapperi*) to windrows of woody debris along forest-clearcut edges, *Wildlife Res.*, 41: 212-221.
- Tattersall F. H., D. W. Macdonald, B. J. Hart, P. Johnson, W. Manley, R. Feber, 2002: Is habitat linearity important for small mammal communities on farmland?, *J. Appl. Ecol.*, 39: 643-652.
- Torre, I., A. Arrizabalsa, 2008: Habitat preferences of the bank vole *Myodes glareolus* in a Mediterranean mountain range. *Acta Theriol.*, 53: 241-250.
- van Apeldoorn, R. C., W. T. Oostenbrink, A. van Winden, F. F. van der Zee, 1992: Effects of habitat fragmentation on the bank vole, *Clethrionomys glareolus*, in an agricultural landscape, *Oikos*, 65: 265-274.
- Voutilainen, L., S. Savola, E. R. Kallio, J. Laakkonen, A. Vaheri, O. Vapalahti, H. Henttonen, 2012: Environmental change and disease dynamics: effects of intensive forest management on Puumala hantavirus infection in boreal bank vole populations. *PloS one*, 7(6): e39452.
- Vrbek, B., I. Pilaš, T. Dubravac, V. Novotny, S. Dekanić, 2008: Effect of deposition substances on the quality of throughfall and soil solution of pedunculate oak and common hornbeam forest, *Period. Biol.*, 110(3): 269-275.
- White, G. C., K. P. Burnham, 1999: Program MARK: survival estimation from population of marked animals, *Bird Study*, 46 (suppl.): 120-138.
- Williams, B. K., J. D. Nichols, M. J. Conroy, 2002: Analysis and management of animal populations. Academic Press, San Diego 817 pp.
- Wilson, S. M., A. B. Carey, 2010: Legacy Retention Versus Thinning: Influences on Small Mammals, *Northwest Sci.*, 74(2): 131-145.
- Zar, J. H., 2010: Biostatistical Analysis, Pearson Education, New Jersey, 435 pp.
- Zwolak, R., M. Bogdziewicz, L. Rychlik, 2016: Beech masting modifies the response of rodents to forest management, *Forest Ecol. Manag.*, 359: 268-276.

Sažetak

Očuvanje bioraznolikosti u šumama u kojima se provodi gospodarenje moguće je pod uvjetom da se razmotri koliko su šumarski zahvati (završna sječa ili sječa radi obnavljanja) u skladu s prirodnim procesima degradacije i prirodne dinamike u šumskim staništima. S obzirom da sitni sisavci djeluju na povećanje bioraznolikosti i funkcionalne kompleksnosti šumskih ekosustava, koriste se kao važan elementat za izradu modela u istraživanju utjecaja šumarskih zahvata, fragmentacije i degradacije na različita šumska staništa.

Šumska voluharica (*Myodes glareolus* Schreb.) česta je vrsta glodavca u šumama u aluvijalnoj nizini rijeke Drave. Istraživali smo razlike u demografskoj strukturi, prostorne i sezonalne razlike u vjerojatnosti ulova i ponovnog ulova te gustoću populacija ove vrste u različitim staništima. Monitoring populacije sitnih sisavaca proveden je tijekom četiri mjeseca, od srpnja do listopada 2007. godine u okviru Hrvatsko-Mađarskog prekograničnog programa (DRAVA-INTERECO). Pritom su korištene metode hvatanje-obilježavanje-ponovno hvatanje (CMR) opisane u protokolu Horváth & Kovačić (2007). Izlovljavanje je provedeno u tri šumska staništa različite strukture: u Mađarskoj u šumi Lankoci na dva lokaliteta (stara, zaštićena šuma i pošumljeno stanište), u Hrvatskoj u šumi Repaš (gospodarena šuma).

Prema CMR metodi određena su tri parametra (čimbenika): ukupan broj ulova (ni), broj ponovnih ulova (ri), broj ulovljenih jedinki (mi). Razlike u uspjehu ponovnog ulova testirali smo prema udjelu ponovnog ulova (rr%).

Šumska voluharica je bila eudominantna vrsta na sva tri staništa. Uzorkovanjem provedenim tijekom četiri mjeseca na trima šumskim lokalitetima ukupno je obilježeno 740 jedinki šumske voluharice. Ukupan broj ulova bio je 1401, a ponovnih ulova bilo je 661. Parametri uspjeha ponovnog ulova razlikovali su se na tri istraživana staništa i mijenjali su se tijekom sezone. Za procjenu i uspoređenje parametara populacija šumske voluharice koristili smo Jolly-Seber model, POPAN formulu. Prilikom selekcije modela, prva dva najbolje odgovarajuća modela potvrdili su našu hipotezu, prema kojoj gustoća populacija i preživljavanje ove vrste ovise od starosti i strukture šumskih staništa. Prema najboljem modelu procijenjeno preživljavanje u starijoj sastojini zaštićene šume bilo je signifikantno veće nego u pošumljenoj sastojini. Drugi model je pokazao da je procijenjena vrijednost superpopulacije bila najveća u starijoj sastojini zaštićene šume.

Ovi rezultati su potvrdili da je stara, zaštićena šuma najpogodnije stanište za šumsku voluharicu, čije populacije brzo reagiraju na promjene u strukturi staništa uzrokovane gospodarenjem, te da se ova vrsta može koristiti kao indikator.

KLJUČNE RIJEČI: *Myodes glareolus*, sezonske promjene, veličina populacije, procjena, POPAN model

ASSEMBLAGES OF OPHIOSTOMATOID FUNGI VECTORED BY *Ips amitinus* (Coleoptera: Scolytinae) ON NORWAY SPRUCE DEPEND ON COLONIZATION TIME, POSITION ON THE HOST TREE AND DEVELOPMENT STAGE

VEKTORSKI ODNOS OFIOSTOMATOIDNIH GLJIVA I *Ips amitinus* (Coleoptera: Scolytinae) NA SMRECI OVISNO O VREMENU NASELJAVANJA, POLOŽAJU NA STABLU I FAZI RAZVOJA

Andreja NÈVE REPE¹, Maarten DE GROOT², Maja JURČ³

Summary

The small spruce bark beetle *Ips amitinus* is predominantly found in the spruce forests in mountainous areas of Central Europe. Its most important host trees are Norway spruce (*Picea abies*) and Scots pine (*Pinus sylvestris*). Under favourable weather and trophic conditions, this bark beetle can become dangerous, particularly for younger trees and plantations. The climate changes that we face today can be favourable to the species, which had not been economically important in the past but is currently causing forest damage. Information about the ecological/biological characteristics of *I. amitinus* in the literature is rare, especially for bark beetle–fungi associations; though bark beetle (Coleoptera: Scolytinae) species are known to be associated with variety of fungi. We investigated the factors affecting the associations of ophiostomatoid fungi with *I. amitinus* on Norway spruce. Material for this study was collected in the year 2010 near Dravograd, in north Slovenia, where Norway spruce trees were felled during the winter windthrow. Four hundred and forty-two samples (bark beetles and infested samples from wood discs, from two trees at 0.5 m, 6 m and 15 meters above the stump) were taken for ophiostomatoid fungi investigation. Isolation yielded a total of 625 isolates. Ophiostomatoid fungi were the most numerous represented group. Identified fungal isolates belonged to ten species. The most commonly found fungal associate was *Ophiostoma brunneo-ciliatum*, followed by *Grosmannia penicillata*, *Ophiostoma bicolor*, *Ceratocystiopsis minuta*, *Grosmannia piceiperda*, *Endoconidiophora polonica*, *Ophiostoma piceae*, *Ophiostoma fuscum*, *Grosmannia cucullata*, *Graphium fimbriisporum*. The association with *O. fuscum*, *G. cucullata* and *G. fimbriisporum* have not been demonstrated previously. The differences in distribution of fungi over different beetle life stages (adults, larvae, pupae) and infested wood were investigated.

KEY WORDS: small spruce bark beetle, vector, bark beetle life stages, associated fungi, forest protection, Slovenia, *Picea abies*

¹ Dr. sc. Andreja Nève Repe, Slovenia Forest Service, Central unite, Večna pot 2, SI- 1000 Ljubljana andreja.repe@zgs.si

² Dr. sc. Maarten de Groot, Department of Forest Protection, Slovenian Forestry Institute, Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana maarten.degroot@gozdis.si

³ Prof. dr. Maja Jurc, University of Ljubljana, Biotechnical faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources, Večna pot 83, SI-1000 Ljubljana, maja.jurc@bf.uni-lj.si

INTRODUCTION

UVOD

The small spruce bark beetle *Ips amitinus* (Eichhoff, 1871) is taxonomically placed in Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae. *I. amitinus* is predominantly found in the spruce forests in mountainous areas of Central Europe (Jurc & Bojović 2004). Principal hosts are *Picea* spp. and *Pinus* spp. (Cognato 2015), most frequently Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). Occasionally, other pines (*P. cembra* L., *P. mugo* Turra), silver fir (*Abies alba* Mill.) and European larch (*Larix decidua* Mill.) are also attacked. This bark beetle often remains undetected because it is confused with other, more common bark beetle species with which it often co-occurs, such as *Ips typographus* L. (Knížek et al. 2001, Holuša et al. 2012, Jurc & Bojović 2004). *I. amitinus* is distinguished from other Eurasian *Ips* spp. by its straight antennal club sutures. The species is a secondary pest, primarily colonizing recently dead or weakened trees. Nevertheless, under favourable weather and trophic conditions it can become dangerous, particularly for younger trees and plantations (Jurc & Bojović 2004, Okland & Skarpaas 2008).

In Slovenian forests some species that had not been economically important in the past might now, due to climate changes, cause damages in forests (Jurc & Bojović 2004). Among them is *I. amitinus*. Data on the location of specimens in the collection of the Natural History Museum of Slovenia showed an *I. amitinus* location in Pohorje (coll. Peyer) and a location in Peca (coll. Pavlin), in addition to Košenjak (Jurc 2003, Jurc & Bojović 2004). A gradation of *I. amitinus* infestation appeared from 2002–2003 where there were stands of 70- to 80-year-old Norway spruce in the Alpine region of Slovenia, at an altitude of 1270–1500 m above sea level, where snow breakage, extreme drought and warm weather were recorded in the years prior to attack (Jurc & Bojović 2004). *I. amitinus* are still present at this location but at a low population level (Ribič 2007).

I. amitinus, like other bark beetles, are vectors of various fungi. The fungal spore attaches to the bark beetles bodies and are dispersed to new host plants (Harrington 1993). Known fungal associates of the *I. amitinus* beetle are several genera from ascomycetes, mostly known as ophiostomatoid fungi. Ophiostomatoid fungi cause considerable economic losses in the forestry and timber production due to intensive discolorations or sap staining and vascular wilt diseases (Gibbs 1993, Harrington 1993). However, information regarding the basic ecological characteristics of *I. amitinus* is scarce (Holuša et al. 2012). The association of *I. amitinus* with ophiostomatoid fungi is equally poorly researched (Grosmann 1931, Kirisits et al. 2000).

Because environmental changes can influence bark beetle distribution as well as the distribution of its associated fungi, research on different bark beetle-fungi associations is es-

sential (Linnakoski et al. 2010, Rice et al. 2008). Thus, the aim of this study was to obtain a better understanding of the association between the ophiostomatoid fungi assemblage connected with *I. amitinus* in Norway spruce. Therefore, we investigated 1) species composition of fungi associated with *I. amitinus* and we define their pathogenicity for the host tree, 2) the association between fungi and the *I. amitinus* development stage, 3) the influence of colonization time and 4) the influence of colonization position within the Norway spruce.

MATERIALS AND METHODS

MATERIJALI I METODE

Sample collection – Uzimanje uzoraka

Material for this study was collected in Dravograd, in north Slovenia (Koroška, 46°38'45"N 15°2'10" E, altitude 1270 m a.s.l.) where Norway spruce trees were felled during the winter 2010 windthrow. They were naturally infested by the bark beetle *I. amitinus* in spring 2010. 204 beetles, 40 larvae, and 40 pupae were collected and placed individually in sterile tubes. Wood discs were cut from two trees at 0.5 m, 6 m and 15 meters above the stump (6 wood discs in total) and transported to the laboratory. Material was collected at the beginning of June 2010, immediately after the first colonization of bark beetles, and one month later in July 2010, when the first beetle generation had already built their galleries and the young adults were not emerging from the wood yet.

Fungal isolation – Izolacija gljiva

Fungi were isolated from sapwood of stem discs following a methodology similar to Solheim (1992a, 1992b) and Kirisits (2010). All the laboratory work was done in the laboratory of Forestry Institute of Slovenia in the Department of Forest Protection. Stem discs were split longitudinally in the laboratory one day after they were cut in the field. Three circular sections from each disc were taken, 18 total sections, and 158 wood chips in total were placed into a growing medium of 2% malt extract agar (MEA; 2% Bacto™ Malt Extract, 1.5% Difco™ Agar Technical; Becton, Dickinson and Company, Franklin Lakes, New Jersey, USA). Pieces of wood were taken from under female galleries at 2 mm, 5 mm and at every subsequent 5 mm into the sapwood to a depth of 35 mm using sterile technique used by Haberkern et al. (2002), Solheim (1992a; 1992b) and Kirisits (2009). Petri dishes were incubated in the dark at 22°C to 25°C till the mycelia started to produce.

Insect-associated fungi were gathered from the beetles. Each adult beetle (as well as each pupa and larva) was placed directly on to the MEA plates and smashed. Petri dishes were stored in the dark at 22°C to 25°C till the mycelia started to produce. They were inspected every day for fungal

Tab. 1 Ophiostomatoid fungi identified on *I. amitinus* (adults, larvae, pupae) and wood, with frequenciesTab. 1 Identificirane vrste gljiva na *I. amitinus* (adulti, larve, kukuljice) i drvu, s frekvencijama

	1st collection (52 ¹)		2nd collection (152 ¹)		Beetle Total (204 ¹)		Wood (158 ¹)		Larva (40 ¹)		Pupa (40 ¹)		Total (442 ¹)	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Ophiostoma bicolor</i>	13	25,0	25	16,4	38,0	18,6	20	12,7	8	20	8	20	74	16,7
<i>Ophiostoma brunneo-ciliatum</i>	10	19,2	61	40,1	71,0	34,8	20	12,7	10	25	32	80	133	30,1
<i>Ophiostoma fuscum</i>	1	1,9	8	5,3	9,0	4,4	2	1,3	6	15	0	0	17	3,8
<i>Ophiostoma piceae</i>	8	15,4	11	7,2	19,0	9,3	2	1,3	0	0	2	5	23	5,2
<i>Grosmannia cucullata</i>	4	7,7	4	2,6	8,0	3,9	0	0,0	0	0	2	5	10	2,3
<i>Grosmannia penicillata</i>	6	11,5	32	21,1	38,0	18,6	36	22,8	6	15	14	35	94	21,3
<i>Grosmannia piceiperda</i>	17	32,7	10	6,6	27,0	13,2	4	2,5	6	15	2	5	39	8,8
<i>Endoconidiophora polonica</i>	2	3,8	8	5,3	10,0	4,9	16	10,1	0	0	0	0	26	5,9
<i>Ceratocystiopsis minuta</i>	4	7,7	39	25,7	43,0	21,1	6	3,8	10	25	14	35	73	16,5
<i>Graphium fimbriisporum</i>	3	5,8	2	1,3	5,0	2,5	0	0,0	0	0	0	0	5	1,1
Total	68		200		268		106		46		74		494	
Number of ophiostomatoid fungi	10		10		10		8		6		7		10	
Yeast	13	25,0	30	19,7	43	21,1	5	3,2	20	50,0	15	37,5	83	18,8
<i>Penicillium</i> spp.	7	13,5	3	2,0	10	4,9	32	20,3	2	5,0	4	10,0	48	10,9
Total	88		233		321		143		68		93		625	

N Number of strains of the respective fungal species obtained from the different samples

% frequency of fungus per sample (N fungi/N samples)*100

¹ Number of samples per beetle life stage (bark beetles, larvae, pupae) or wood chip

growth. Where necessary, cultures were purified by transferring small pieces of mycelium onto new 2 % MEA plates. We added autoclaved pieces of conifer wood (spruce) to the medium and placed cultures under UV light, to stimulate ascocarp production.

Samples were carefully examined under the lens of an Olympus SZX 12 and further under an Olympus BX51 microscope. Fungi were identified based on their anamorph and teleomorph structures (Upadhyay 1981, Grylls & Seifert 1993, Wingfield et al. 1993, Jacobs & Wingfield 2001, Linnakoski et al. 2010). They were compared with fungi collected in previous research (Repe et al. 2013). Reference strains of all of the isolated ophiostomatoid fungi associated with *I. amitinus* in Slovenia were deposited in the culture collection of the Laboratory for Forest Protection (ZLVG) at the Slovenian Forestry Institute, Ljubljana, Slovenia.

DATA ANALYSIS

ANALIZA PODATAKA

The difference in number of fungi species observed at wood and adult bark beetle sampling sites between the months was compared with a Mann-Whitney test. Because the bark beetles' early development stages were mainly found to occur on the surface, samples from 2 mm into the wood were taken for further analyses. The differences in fungi species per substrate for the depth and height were compared with a Friedman test. The height (for the comparison between depths) and depth (for the comparison between heights) were taken as the block (Quinn & Keough 2002). When the

results of this test were significant, it was followed by the Steel test (Steel 1959). The differences between the development stages were compared using a Kruskal-Wallis test followed by a Dwass-Steel test.

The differences in species assemblages between the two development stages and the adult bark beetle in the different months were analysed with Permanova (Anderson 2001) using the library »vegan« (Oksanen et al. 2011) in R statistics software (R Development Core Team 2011). When multiple groups were compared pairwise, the P-value was adjusted with the Holm adjustment (Holm 1979). Additionally, for every ophiostomatoid fungi species, the differences between months for the adults and the differences between development stages over both months were tested. First, a Chi square test was performed, followed by the Ryan test (Ryan 1960).

RESULTS

REZULTATI

Fungal isolation and identification – *Izolacija gljiva i identifikacija*

Ophiostomatoid fungi were the most numerously represented group in this research (Tab. 1). Identified fungal isolates belonged to ten species: *Endoconidiophora polonica* (Siemaszko) Z.W. de Beer, T.A. Duong & M.J. Wingf., (Syn.: *Ceratocystis polonica* (Siemaszko) C. Moreau, Revue Mycol., Paris 17 (Suppl. Colon. no. 1): 22 (1952), Index Fungorum, <http://www.speciesfungorum.org/Names/SynSpecies.asp?RecordID=810316>), *Ceratocystiopsis minuta* (Siemaszko) H.P. Upadhyay & W.B. Kendr., *Ophiostoma*

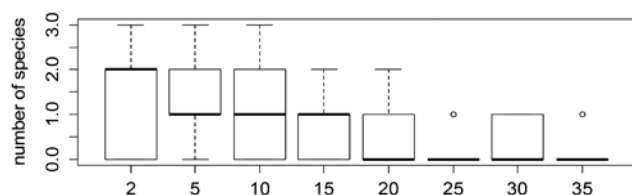


Fig. 1 The presence of ophiostomatoid fungi species in wood at different depths in mm (X axis) in the tree.

Slika 1 Prisutnost vrsta ofiostomatoidnih gljiva na uzorcima iz različitih dubina drva mm(X-os).

bicolor R.W. Davidson & D.E. Wells, *Ophiostoma brunneo-ciliatum* Math.-Käärik, *Ophiostoma piceae* (Münch) Syd. & P. Syd., *Ophiostoma fuscum* Linnak., Z.W. de Beer & M.J. Wingf., *Graphium fimbriisporum* (M. Morelet) K. Jacobs, *Grosmannia cucullata* (H. Solheim) Zipfel, Z.W. de Beer & M.J. Wingf., Kirisits & M.J. Wingf., *Grosmannia penicillata* (Grosmann) Goid., and *Grosmannia piceiperda* (Rumbold) Goid. In addition to species from the ophiostomatoid group, we found also *Penicillium* spp. and yeasts.

Fungi isolated from wood – Gljive izolirane iz drva

During the first collection in June 2010, logs had just been colonized by the bark beetles. At that time, the wood was not yet been blue-stained, and 'predictably', no ophiostomatoid fungi were found ($t=96$, $P<0.001$). During the second collection period, blue staining was present in the sapwood. The average discoloration depth was 19.3 mm.

The following eight ophiostomatoid fungi, including their imperfect states, were collected from wood: *E. polonica*, *C. minuta*, *O. bicolor*, *O. brunneo-ciliatum*, *O. fuscum*, *O. piceae*, *G. piceiperda*, *G. penicillata*, as well as *Penicillium* spp. and yeasts.

The species *G. penicillata* was present in 44% of sapwood circle sections and was obtained from 25% of sapwood pieces, representing the most commonly found fungi. It was followed by *O. bicolor* and *O. brunneo-ciliatum* species that were found in almost 14% of all sapwood pieces. The species *O. brunneo-ciliatum* was present in 77% of all circle sections and *O. bicolor* was found in 56%. The species *E. polonica* was found on 33% of sapwood circle sections and 11% of all sapwood pieces.

With increase in depth, the number of fungi species decreased. Only the species *G. penicillata* and *E. polonica* penetrated deeper than 15 mm into the sapwood, and we observed differences in ophiostomatoid fungi species richness over the depth of penetration ($\chi^2=21.03$, $df=7$, $p<0.01$) (Fig. 1).

More fungal species were observed in the higher parts of the tree (6 and 15 meters) compared to lower part of the tree (0.5 m) ($\chi^2=14.22$, $df=2$, $p<0.01$). There were very few fungi detected at the lowest sampling height, namely just *O. bicolor* and *O. brunneo-ciliatum*.

Fungi isolated from bark beetles – Gljive izolirane iz potkornjaka

On adult beetles, 10 ophiostomatoid fungal species were found, in contrast to pupae and larvae where 7 and 6 ophiostomatoid fungal species, respectively, were found (Table 1). We did not find differences in ophiostomatoid fungi species richness between the first and second collection times on bark beetles ($U=3694$, $P=0.47$). However, we did find differences in ophiostomatoid fungi assemblages on bark beetles ($F=10.8$, $p<0.001$, $R^2=0.076$) between the sampling periods.

The most common species was *O. brunneo-ciliatum*, it was followed by the species *C. minuta*, *O. bicolor* and *G. piceiperda* (Table 1). Fungi isolated from pupae and larvae were also dominated by the species *O. brunneo-ciliatum*. The species *E. polonica* was not isolated from either the pupae or the larvae (Table 1).

Comparisons of ophiostomatoid fungi isolated from different I. amitinus life stages and wood – Usporedbe vrsta ofiostomatoidnih gljiva izoliranih iz različitih razvojnih faza I. amitinus i drveta

Isolation of ophiostomatoid fungi was most successful from adult beetles. We did find differences between ophiostomatoid fungi assemblages (Fig. 2) on bark beetles compared with wood ($\chi^2=2.42$, $df=3$, $p<0.01$).

There was a slight difference in ophiostomatoid fungi species richness between the beetle life stages and wood. In wood, nine ophiostomatoid fungal species were found; whereas 8 were found on pupae and larvae and 11 fungal species were found on adult beetles ($\chi^2=9.87$, $df=3$, $p<0.05$).

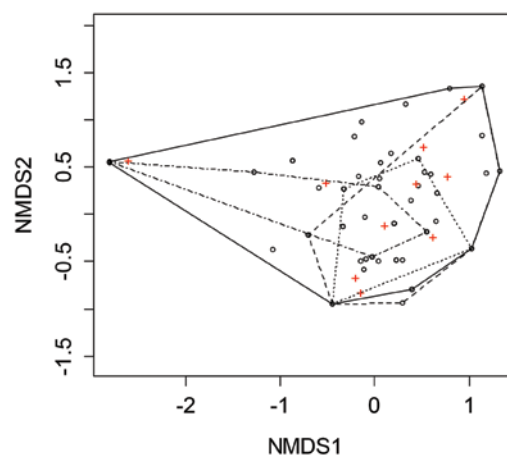


Fig. 2 Differences in ophiostomatoid fungi assemblages in wood and on bark beetles in different developmental stages using an NMDS plot (non-metric multidimensional scaling). Continuous line = adult, dashed line = larvae, dotted line = pupae, dot-dash line = wood.

Slika 2 Razlike u skupinama ofiostomatoidnih gljiva na drvetu i potkornjacima u različitim razvojnim stadijima upotrebom NMDS ploha (non-metric multidimensional scaling). Neprekinuta linija = odrasli kukci, isprekidana linija = ličinke, točkasta linija = kukuljice, linija-crtica linije = drvo.

DISCUSSION

RASPRAVA

Which ophiostomatoid fungi are vectored by *I. amitinus*? – Kojim ofiostomatoidnim gljivama je *I. amitinus* vektor?

This study showed that *I. amitinus* is involved in ophiostomatoid fungi dispersal. Despite the fact that our research studies were carried out on rather small sample we found ten different ophiostomatoid fungi as well as yeast and *Penicillium* spp. The results were based on samples collected from one location in one breeding season of *I. amitinus*. Fungal species found can be compared with other investigations of the bark beetle *I. amitinus* in Europe (Grosman 1931, Kirisits *et al.* 1998). Our findings concurred with an investigation by Kirisits *et al.* (1998) that was made on Norway spruce trees. Additionally, we found associations that were not previously recorded, namely those with species *G. cucullata*, *G. fimbriisporum* and *O. fuscum*.

Even if *I. amitinus* are causing more damages now then they have in the past (Jurc & Bojović 2004, Ribič 2007, Okland & Skarpaas 2008), the assemblages of ophiostomatoid fungi in this investigation showed that the associated species are not highly pathogenic, referring to the pathogenicity researches that were made with fungi species found also during this research (Repe *et al.* 2013, Kirisits and Offenthaler 2002, Kirisits 1998, Jankowiak and Kolarik 2010). The association of fungi was dominated by the species *O. brunneo-ciliatum* (Tab. 1). *C. minuta* was very commonly observed as well and is associated with a broad range of bark beetles as well as different host trees (Kirisits 2004). According to the pathogenicity researches, the most virulent fungal associate of bark beetles on Norway spruce is *E. polonica* (Repe *et al.* 2013 Kirisits and Offenthaler 2002, Kirisits 1998, Jankowiak and Kolarik 2010), found also during this research. However *E. polonica* was one of the least presented species in association with *I. amitinus* (Table 1), noting the fact that the sampling was undertaken at only one location and that the abundance of *E. polonica* could be different at other locations. Our observation of *E. polonica* was not as common as reported by Kirisits *et al.* (2000). It represented 5.9% of the associated fungi in this investigation and was found on 10.1% of all wood chips and 4.9% of bark beetles. It was not isolated not from pupae nor from larvae. Revising *E. polonica* abundance in prior investigations of other bark beetles on *P. abies* trees in Europe, the frequency of occurrence has differed considerably. It has rarely appeared as the dominant species (Solheim 1986, Kirisits 2010, Krokene & Solheim 1996) and was often not found at all or was found in moderate quantities (Jankowiak *et al.* 2009, Sallé *et al.* 2005, Giordano *et al.* 2013). It has been speculated that the composition of fungal associates may differ during different phases of pop-

ulation dynamics (Harding 1989, Solheim 1992a, Solheim 1992b, Kirisits 2004, Kirisits 2010) or over different localities in Europe (Kirisits 2004).

Wood colonization by *I. amitinus* – Kolonizacija drva od *I. amitinus*

At the beginning of bark beetle colonization, fungi were not yet present in the sapwood. Fungi penetrated into the wood slowly; an occurrence which was also presented in the research of ophiostomatoid fungi penetration in *P. abies* trees performed by Solheim (1992b). At the second collection time, after the bark beetles had been established in the tree, ophiostomatoid fungi were present. *I. amitinus* thus effectively transmitted the ophiostomatoid fungi. The most abundant species, namely, *G. penicillata*, was present in just 25% of wood chips out of the 158 samples taken from 18 circular sections. The complex of fungi found in wood was very similar to those found on the different beetle life stages (Table 1). The difference was that there were fewer fungi found on wood and the composition of fungi on wood differed from this on bark beetles.

At 0.5 m above the stump, few fungi were present, though there was not a strong beetle colonization either. It is known that *I. amitinus* prefer to colonize parts of trees with smaller dimensions (Jurc & Bojović 2004, Ribič 2007, Okland & Skarpaas 2008), consequently, beetles are more present higher up on the trunk of adult trees. Witrylak (2008) established that the most abundant *I. amitinus* colonization was where the habitat is more suitable for bark beetle development that is in the middle part of the stem, where the bark was 2-3 mm thick. In our research, accordingly, it was shown that the number of isolated fungi increased with the sample height. Just 9.5% of fungi was found on lowest sampling height (0.5 meters), 42.5% of fungi was found at sampling height of 6 meters and 48% of fungi on sampling height of 15 meters.

Comparison of the fungi isolated from wood and different beetle life stages – Usporedba gljiva izoliranih iz drva i različitim razvojnih faza potkornjaka

During this research, ophiostomatoid fungi were isolated from all bark beetle life stages (adult bark beetles, larvae, pupae) and wood. On adult bark beetles, the majority of ophiostomatoid fungi were found, and the smallest number was found on larvae. Considering the quantity of collected samples, the most ophiostomatoid fungi were found on pupae. This can be explained by the simple fact that feeding larvae penetrate deeper into the wood and can bore their way in front of fungi penetration. When the specimens start to pupate, thick layers of conidiophores and ascocarps develop around them in the pupal chambers. After young specimens transform from pupae, they become inoculated with conidia and ascospores (Kirisits 2004).

The smallest number of fungi were found on wood, because fungi penetrated into the wood slowly. Possibly more fungi or different fungal composition could be found if the research had continued for a few more months. The average discoloration depth (19.3 mm) was comparable to research in Poland (Kirisits 2010) which showed discoloration depth of 18.5 mm, or Norway (Solheim 1991), which showed a discoloration depth of 19.9 mm seven weeks after colonization. The speed of colonization depended on the percentage of humidity in the wood and consequently depends on the quantity of oxygen and temperature. The first fungus that colonized the tree was *E. polonica*, followed by *O. bicolor*, *G. penicillata*, and *O. ainoae* (Solheim 1992b). *E. polonica* tolerated low levels of oxygen and also grew very quickly, which was a good combination for colonization of trees (Solheim 1992b).

Kirisits (2004) anticipated that the host tree had a more important influence on assemblages of fungi than the species of bark beetle investigated. Bark beetles *I. typographus* and *I. amitinus* have very similar niches, so we can assume that the fungi associated with these two beetles were similar. The complex of fungi associated with *I. typographus* was more abundant than that associated with *I. amitinus* (Kirisits 2004, Repe et. al 2013); however, all fungi associated with *I. amitinus* could also be found in association with *I. typographus*. Further investigations, with different methods and different sampling plots may also find other fungi that have not yet been found in association with *I. amitinus*.

Penicillium spp. and yeast were found as well. Yeasts were found at quite high frequencies in association with *I. amitinus* bark beetle and its developmental life stages but not in connection with wood. Some investigations have already suggested (Grosmann 1931, Six 2003) that yeast might be an important bark beetles associate. In our research yeast was not as common on wood, which was in accordance with previous research in Norway (Solheim 1992b). Contrary to yeast, *Penicillium* spp. were found to be more abundantly associated with wood.

CONCLUSIONS ZAKLJUČCI

Our research of ophiostomatoid fungi associated with *I. amitinus* yielded ten ophiostomatoid fungal taxa. Fungi that were found on bark beetles and its earlier life stages were found on wood after the beetles' colonization. *I. amitinus* is a good ophiostomatoid fungi vector and it does inoculate fungi into Norway spruce trees. Like other bark beetles, it lives in association with yeast as well. Fungi assemblage connected with *I. amitinus* in Norway spruce depend on colonization time, position on the host tree and development stage.

ACKNOWLEDGMENTS ZAHVALE

We thank Vlado Petrovič from the Slovenian Forestry Service for help finding a research location and Janko Kuster for permission to use his trees for research and for help with cutting trees. Thanks are also due to Danijel Borkovič for his assistance with the fieldwork. We thank Prof. Dr. Dušan Jurc from the Laboratory of Forest Protection at the Slovenian Forestry Institute for allowing us to use his laboratory to isolate and identify the fungi.

FUNDING FINANCIRANJE

The present study was financed by the Slovenian Research Agency through a Young Research Scheme award to Andreja Repe 1000-07-310117, a grant from Pahernikova ustanova 2015 and research program "Forest biology, ecology and technology" (P4-0107).

REFERENCES LITERATURA

- Anderson, M.J., 2001: A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology* 26:32-46.
- Cognato, A., 2015: Biology, Systematics, and Evolution of Ips, Chapter 9. In: *Bark Beetles. Biology and Ecology of Native and Invasive Species* (Vega F, Hofstetter W eds.). Elsevier, 351-370, Amsterdam, Boston, Heidelberg, London, New York, Oxford, Paris, San Diego, San San Diego, San Francisco, Singapore, Sydney, Tokio.
- Gibbs, J.N., 1993: The biology of ophiostomatoid fungi causing sapstain in trees and freshly cut logs. In: "*Ceratocystis and Ophiostoma: Taxonomy, Ecology, and Pathogenicity*" (M.J. Wingfield, K.A. Seifert, J.F. Webber eds.). American Phytopathological Society, 153-160, St.Paul.
- Giordano, L., M. Garbelotto, G. Nicolotti, P. Gonthier, 2013: Characterization of fungal communities associated with the bark beetle *Ips typographus* varies depending on detection method, location, and beetle population levels. *Mycological Progress*, 12(1): 127-140. DOI: 10.1007/s11557-012-0822-1
- Grosmann, H., 1931: Beiträge zur Kenntnis der Lebensgemeinschaft zwischen Borkenkäfern und Pilzen. *Zeitschrift für Parasitenkunde*, 3: 56-102.
- Grylls, B.T., K.A. Seifert, 1993: A synoptic key to species of *Ophiostoma*, *Ceratocystis* and *Ceratocystiopsis*. In: "*Ceratocystis and Ophiostoma - taxonomy, ecology and pathogenicity*" (M.J. Wingfield, K.A. Seifert, J.F. Webber eds.). APS Press, pp. 261-268, St.Paul.
- Haberkern, K. E., B.L. Illman, K.F. Raffa, 2002: Bark beetles and fungal associates colonizing white spruce in the great lakes region. *Canadian Journal of Forest Research*, 32: 1137-1150
- Harding, S., 1989: The influence of mutualistic blue stain fungi on bark beetle population dynamics. Ph.D. thesis, Department of Zoology, Royal Veterinary & Agricultural University, Copenhagen.

- Harrington, T.C., 1993: Diseases of conifers caused by species of *Ophiostoma* and *Leptographium*. In: "Ceratocystis and *Ophiostoma*: Taxonomy, Ecology, and Pathogenicity" (M.J. Wingfield, K.A. Seifert, J.F. Webber eds.). American Phytopathological Society, pp. 161-172, St. Paul.
- Holm, S., 1979: A simple sequentially rejective multiple test procedure. Scandinavian Journal of Statistics 6: 65-70.
- Holuša, J., K. Lukášová, W. Grodzki, E. Kula, P. Matoušek, 2012: Is *Ips amitinus* (Coleoptera: Curculionidae) abundant in wide range of altitudes? Acta Zoologica Bulgarica, 64 (3): 219-228.
- Index Fungorum,
- <http://www.speciesfungorum.org/Names/SynSpecies.asp?RecordID=810316>
- Jacobs, K., M.J. Wingfield, 2001: *Leptographium* species: tree pathogens, insect associates, and agents of blue-stain. APS Press, pp. 224, St. Paul.
- Jankowiak R. / Kolarík M. 2010. Diversity and Pathogenicity of Ophiostomatoid Fungi Associated with Tetrapium Species Colonizing Picea abies in Poland. Folia Microbiol. 55, 2: 145-154.
- Jankowiak, R., M. Kacprzyk, M. Mlynarczyk, 2009: Diversity of ophiostomatoid fungi associated with bark beetles (Coleoptera: Scolytidae) colonizing branches of
- Norway spruce (*Picea abies*) in southern Poland. Biologia, 64, 6: 1170-1177.
- Jurc, M., 2003: Pojav malega osmerozobega smrekovega lubadarja (*Ips amitinus* (Eichhoff)) v revirju Košenjak ter defoliacije črne jelše v GE Plešivec, OE Slovenj Gradec. Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana, pp. 8.
- Jurc, M., S. Bojović, 2004: Bark beetle outbreaks during the last decade with special regard to the eight-toothed bark beetle (*Ips amitinus* Eichh.) outbreak in the Alpine region of Slovenia. In: Proceedings of the "Biotic damage in forests" (Csóka G ed.). Hungarian forest research institute, 85-95, Mátrafüred.
- Kirisits, T., 2004: Fungal associates of European bark beetles with special emphasis on the ophiostomatoid fungi. In: "Bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis" (F. Lieutier ed.). Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 181 - 235.
- Kirisits, T., 2010: Fungi isolated from *Picea abies* infested by the bark beetle *Ips typographus* in the Białowieża forest in north-east Poland. For.Path., 40 (2): 100-110. DOI: 10.1111/j.1439-0329.2009.00613.x
- Kirisits, T. 2009: Fungi isolated from *Picea abies* infested by the bark beetle *Ips typographus* in the Białowieża forest in north-east Poland. Forest Pathology, 40, 2: 100-110
- Kirisits T. 1998: Pathogenicity of three blue-stain fungi associated with the bark beetle *Ips typographus* to Norway spruce in Austria. Osterr. Z. Pilzk. 7: 191-201.
- Kirisits T., I. Offenthaler, 2002: Xylem sap flow of Norway spruce after inoculation with the blue-stain fungus *Ceratocystis polonica*. Plant Pathology 51: 359-364
- Kirisits, T., R., Grubelnik, E., Führer, 2000: Die ökologische Bedeutung von Bläuepilzen für rindenbrütende Borkenkäfer. [The ecological role of blue-stain fungi for phloem-feeding bark beetles.]. In: "Mariabrunner Waldbautage 1999—Umbau sekundärer Nadelwälder" (F. Müller ed.). Schriftenreihe der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien; FBVA-Berichte, pp. 117-137, Vienna.
- Kirisits, T., M.J., Wingfield, E. Führer, 1998: Comparative studies on the association of the bark beetles *Ips typographus*, *Ips cembrae* and *Ips amitinus* with blue-stain fungi in Central Europe. In: Proceedings of the "6th European Congress of Entomology České Budjovice" (V. Brunnhofer, T. Soldan eds.), p. 322, České Budjovice.
- Křížek, M., J., Holuša, Š., Křístek, J., Liška, P., Vojgtová, 2001: Distribution of *Ips duplicatus* (Coleoptera: Scolytidae) in the Czech Republic. In: Proceedings of the "Workshop 2006, IU-FRO Working Party", 177-182: Gmunden, Austria.
- Krokene, P., H. Solheim, 1996: Fungal associates of five bark beetle species colonizing Norway spruce. Canadian Journal of Forest Research, 26: 2115-2122.
- Linnakoski, R., Z.W.de Beer, J. Ahtiainen, E. Sidorov, P. Niemelä, A. Pappinen, M.J. Wingfield, 2010: *Ophiostoma* spp. associated with pine- and spruce-infesting bark beetles in Finland and Russia. Persoonia, 25: 72-93.
- Linnakoski, R., Z.W. de Beer, P. Niemelä, M.J. Wingfield, 2012: Associations of conifer-infesting bark beetles and fungi in Fennoscandia. Insects, 3, 1: 200-227
- Okland, B., O. Skarpaas, 2008: Draft pest risk assessment report on the small spruce bark beetle, *Ips amitinus*. Norwegian Forest and Landscape Institute, pp. 24
- Oksanen, J., F.G. Blanchet, R. Kindt, P. Legendre, R.B. O'Hara, G.L. Simpson, M.H.N. Stevens, H. Wagner, 2011: Vegan: community ecology package. Version 1.17-11. Available from: <<http://vegan.r-force.r-project.org/>>
- Quinn, G., M. Keough, 2002: Experimental design and data analysis for biologists. Cambridge University Press, pp. 553.
- R Development Core Team, 2011: R: A language and environment for statistical computing. - R Foundation for Statistical Computing.
- Repe, A., T. Kirisits, B. Piškur, M.d Groot, B. Kump, M. Jurc, 2013: Ophiostomatoid fungi associated with three spruce-infesting bark beetles in Slovenia. Annals of Forest Science, 70 (7): 717-727.
- Repe A., S. Bojović, M. Jurc, 2015: Pathogenicity of ophiostomatoid fungi on *Picea abies* in Slovenia, Forest Pathology, 45(4): 290-297. DOI: 10.1111/efp.12170
- Ribič, A., 2007. Little - eight - toothed spruce bark beetle (*Ips amitinus*, col.: Scolytidae) in the regional unit Dravograd in 2005. Graduation thesis, Biotechnical faculty, Department of Forestry and renewable forest resources, University of Ljubljana, Ljubljana, Slovenia.
- Rice, A.V., M.N. Thormann, D.W. Langor 2008 Mountain pine beetle-associated blue-stain fungi are differently adapted to boreal temperatures. Forest Pathol., 38: 113-123. DOI: 10.1111/j.1439-0329.2007.00525.x.
- Ryan, J.A., 1960: Significance test for multiple comparison of proportions, variances and other statistics. Psychological Bulletin 57: 318-328.
- Sallé, A., R., Monclus, A. Yart, J. Garcia, P. Romary, F. Lieutier 2005: Fungal flora associated with *Ips typographus*: Frequency, virulence, and ability to stimulate the host defence reaction in relation to insect population levels. Canadian Journal of Forest Research, 35: 365-373.
- Six, D., 2003: Bark beetle-fungus symbioses. In: Insect Symbiosis (K. Bourtzis, T.A. Miller eds.). CRC Press LLC: 97-114.

- Solheim, H., 1986: Species of Ophiostomataceae isolated from *Picea abies* infested by the bark beetle *Ips typographus*. Nordic Journal of Botany, 6 (2): 199-207.
- Solheim, H., 1991: Oxygen deficiency and spruce resin inhibition of growth of fungi associated with *Ips typographus*. Mycol. Res. 95: 1387-1392.
- Solheim, H., 1992a: The early stages of fungal invasion in Norway spruce infested by the bark beetle *Ips typographus*. Canadian Journal of Botany, 70: 1-5.
- Solheim, H., 1992b: Fungal succession in sapwood of Norway spruce infested by the bark beetle *Ips typographus*. European journal of forest pathology, 22: 136-148.
- Steel. R.G.M., 1959: A rank sum test for comparing all pairs of treatments. - Technometrics 2: 197-207.
- Upadhyay, H.P., 1981: A monograph of *Ceratocystis* and *Ceratocystiopsis*. University of Georgia Press, Athens, p. 176.
- Wingfield, M.J., K.A. Seifert, J.F. Webber, 1993: *Ceratocystis* and *Ophiostoma*: Taxonomy, Ecology, and Pathogenicity. American Phytopathological Society, , p. 304, St. Paul.
- Witrylak, M., 2008: Studies of the biology, ecology, phenology, and economic importance of *Ips amitinus* (Eichh.) (Col., Scolytidae) in experimental forests of Krynica (Beskid Sądecki, southern Poland). ACTA Scientiarum Polonorum, Silvarum Colendarum Ratio et Industria Lignaria, 7(1): 75-92.

Sažetak

Mali osmerozubi smrekov pisar *Ips amitinus* najčešće naseljava smreku u montanskima područjima Središnje Europe. Najvažniji domaćin je obična smreka (*Picea abies*) i bijeli bor (*Pinus sylvestris*). U ugodnim vremenskim i trofičnim uvjetima, potkornjak postaje opasan, posebno za mlađa stabla u plantažama. Klimatske promjene, s kojima se suočavamo danas, mogu biti povoljne za vrste koje nisu bile ekonomski važne u prošlosti, a u zadnje vrijeme počinju pričinjavati štete u šumama. Informacije o ekološkim/biološkim obilježjima *I. amitinus* su u literaturi rijetke, posebice za asocijacije potkornjaka i gljiva; iako je poznato da su vrste potkornjaka (Coleoptera: Scolytinae) povezane s različitim gljivama. Istraživali smo čimbenike koji utječu na asocijacije ofiostomatoidnih gljiva s *I. amitinus* na običnoj smreki. Materijal za studiju bio je prikupljen 2010. godine u blizini Dravograda, na sjeveru Slovenije, gdje je u zimskim vjetrovima bila porušena obična smreka. Za izolacije ofiostomatoidnih gljiva prikupili smo 442 uzorka (kukci i zaraženo drvo - uzorci iz drvenih diskova, s dva stabla na 0,5 m, 6 m i 15 metara iznad panja). Uzeto je ukupno 625 izolata. Ofiostomatoidne gljive su bile najbrojnije zastupljene skupine. Identificirali smo deset vrsta gljiva. Najčešća je bila *Ophiostoma brunneo-ciliatum*, slijedile su *Grosmannia penicillata*, *Ophiostoma bicolor*, *Ceratocystiopsis minuta*, *Grosmannia piceiperda*, *Endoconidiophora polonica*, *Ophiostoma piceae*, *Ophiostoma fuscum*, *Grosmannia cucullata*, *Graphium fimbriisporum*. Povezanost *I. amitinus* s *O. fuscum*, *G. cucullata* i *G. fimbriisporum* bila je prvi put potvrđena. Istraživali smo razlike u pojavljivanju pojedinih vrsta gljiva u različitim stadijima života potkornjaka (adulti, ličinke, kukuljice) i zaraženih uzoraka drva.

KLJUČNE RIJEČI: mali osmerozubi smrekov pisar, vektor, razvojni stadij potkornjaka, asocijacije gljiva, zaštita šuma, Slovenija, *Picea abies*

PRVI NALAZ HRASTOVE MREŽASTE STJENICE (*Corythucha arcuata*) U BOSNI I HERCEGOVINI

FIRST RECORD OF OAK LACE BUG (*Corythucha arcuata*) IN BOSNIA AND HERZEGOVINA

Mirza DAUTBAŠIĆ¹, Kenan ZAHIROVIĆ², Osman Mujezinović¹, Josip MARGALETIĆ³

Sažetak

U ovom radu opisan je prvi nalaz hrastove mrežaste stjenice (*Corythucha arcuata*) na području centralne Bosne, na dva lokaliteta. Kako je ovo prvi nalaz ove vrste na području Bosne i Hercegovine, potrebna su dodatna istraživanja biologije i štetnosti ovog insekta. Budući da je ovo strana i potencijalno invazivna vrsta, može se očekivati njeno širenje po teritoriji čitave Bosne i Hercegovine.

KLJUČNE RIJEČI: hrast kitnjak, hrastova mrežasta stjenica, strana vrsta, centralna Bosna, zdravstveno stanje šuma.

UVOD INTRODUCTION

Šume hrasta kitnjaka u Bosni i Hercegovini zauzimaju površinu od oko 300.000 ha i najrasprostranjenije su u Bosanskoj Posavini, u donjim tokovima rijeke Une, Vrbasa, Bosne i Drine (Matić i dr., 1971). Hrastove šume na ovim prostorima su destabilizirane djelovanjima raznih abiotičkih i biotičkih čimbenika (suše, mrazovi, sustav gazdovanja, način gospodarenja, genotip, starost, zagađenje okoline, uzročnici bolesti, insekti i dr.) (Ilić, 2009). Stoga, pravovremeni pronalazak strane vrste štetnog agensa, odnosno insekta može doprinijeti u definiranju i poduzimanju kvalitetnih mjera zaštite šuma hrasta. Entomološki kompleks hrasta kitnjaka obuhvaća velik broj vrsta, a posebno mjesto predstavljaju insekti listova u koje spada i hrastova mrežasta stjenica (Zúbrik i dr., 2013).

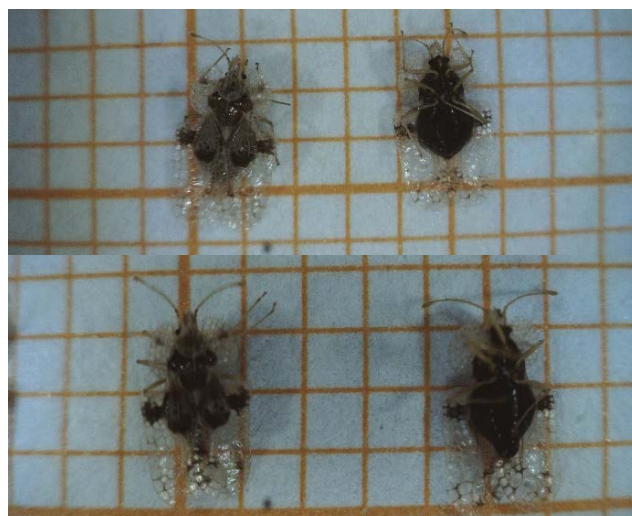
Sjevernoamerički rod *Corythucha* (Heteroptera: Tingidae) obuhvaća 49 vrsta mrežastih stjenica autohtonih za područje Sjeverne Amerike (Mutun i dr., 2009; Hrašovec i dr., 2013). Prethodno je na područje Europe unesena platanina mrežasta stjenica *Corythucha ciliata* (Linnaeus) (Macelj, 1986). Unosom platana u parkove 80-tih godina prošloga stoljeća unesena je na područje Bosne i Hercegovine (Gavrilović, 1980). Hrastova mrežasta stjenica (*Corythucha arcuata* (Say)) je unesena na područje Italije 2000. godine (Bernardinelli i Zandigiacomo, 2000). U idućem razdoblju proširila se u skoro sve dijelove Europe (Mutun, 2003; Csoka i dr., 2013). U Hrvatskoj je otkrivena 2013. godine (Hrašovec i dr., 2013).

Cilj ovoga rada je bilo utvrđivanje prisutnosti hrastove mrežaste stjenice morfološkim putem na istraživanim lokalitetima.

¹ prof. dr. sc. Mirza Dautbašić, e-mail: mirzad@bih.net.ba, ¹prof. dr. sc. Osman Mujezinović, e-mail: osmansfs@yahoo.com, Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu, Katedra za zaštitu šuma, urbanog zelenila i lovskog gospodarenja, Zagrebačka 20, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina

² Dr. sc. Kenan Zahirović, JP Šumsko-privredno društvo Zeničko-dobojskog kantona d.o.o. Zavidovići, Alije Izetbegovića 25, 72220 Zavidovići, Bosna i Hercegovina, e-mail: zahirovic_kenan@yahoo.com

³ prof. dr. sc. Josip Margaletić, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za zaštitu šuma i lovstvo, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska, e-mail: josip.margaletic@sumfak.hr



Slika 1, 2, 3 i 4. Kloroza lista hrasta kitnjaka; jajašca i imaga; nimfe; i imaga štetnika (ženka-leđno i trbušno; mužjak-trbušno) *Corythucha arcuata*
Picture 1, 2, 3 and 4. Leaf chlorosis of sessile oak, eggs and adults, nymphs; and adults of pest (female-dorsal and ventral view; male-ventral view) *Corythucha arcuata*

MATERIJAL I METODE MATERIALS AND METHODS

Rekognosciranjem terena u kolovozu 2017. godine u Bosni i Hercegovini na stablima hrasta kitnjaka *Quercus petraea* (Mattuschka) Lieblein, utvrđena je prisutnost kloroze listova, prisutnost ekskremenata, jajašaca, nimfi i imaga. Istraživanja su provedena na ukupno dva lokaliteta na području centralne Bosne (tablica 1). Jajašca, nimfe i imaga s lokaliteta istraživanja sakupljeni su i pohranjeni u 75 % etanol, radi kasnijih morfoloških analiza. Determinacija štetnika izvršena je u laboratoriju Katedre za zaštitu šuma i urbanog zelenila Šumarskog fakulteta Univerziteta u Sarajevu. Ista je provedena po ključu na temelju (Forster i dr., 2005), (na osnovi građe i oblika vratnog štita, oblika ovipozitora kod ženke), na temelju razvojnih stadija imaga, nimfi i jajašaca. Razvojni stadiji insekta fotografirani su prenosnim mikroskopom SVP DM540 i digitalnim fotoaparatom Canon PowerShot G5. Nakon provedenih morfoloških analiza, primjerci štetnika

pohranjeni su u hladnjaku. Ovim istraživanjem nije proučavana biologija ove vrste.

Tablica 1. Lokaliteti prvog nalaza hrastove mrežaste stjenice u Bosni i Hercegovini

Table 1. Localities of first record of oak lace bug in Bosnia and Herzegovina

Datum – Date	Lokalitet – Locality	Koordinate – Coordinates
09.08.2017.	Ivančevo	44°12'30"N; 18°25'27"E
10.08.2017.	Vijaka	44°12'21"N; 18°25'47"E

Rezultati

Hrastova mrežasta stjenica prvi je puta otkrivena u Bosni i Hercegovini na hrastu kitnjaku 9. 8. 2017. godine na lokalitetu Ivančevo, općina Vareš. Daljnjim pregledom štetnik je utvrđen na lokalitetu Vijaka.

Na napadnutim listovima je bila vidljiva kloroza listova, posebice na mlađim stablima (slika 1). Na donjoj strani lista nađena su jajašca (slika 2), zatim nimfe (slika 3) i imaga (slika 4). Nije utvrđeno sušenje listova.

RASPRAVA I ZAKLJUČCI

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Hrastova mrežasta stjenica može se smatrati stranom vrstom na području Bosne i Hercegovine. Smatramo da je štetnik raširen na područje Bosne i Hercegovine iz susjedne Hrvatske, i to najprije u područje sjeveroistočne Bosne, a kasnije i južnije. S obzirom na to da je štetnik otkriven na području središnje Bosne može se pretpostaviti da je prisutan na cijelom području sjeverne Bosne, ali za to su potrebne dodatne potvrde. Prisutnost štetnika nije utvrđena uzorkovanjem listnog materijala južnije od mjesta nalazišta (južni dijelovi planine Zvijezda). Stoga se trenutno ovo nalazište može smatrati kao najjužnija tačka rasprostranjenja hrastove mrežaste stjenice u Bosni i Hercegovini. Kako je rasprostranjenje hrasta kitnjaka u Bosni i Hercegovini vezano uglavnom za sjeverne dijelove Bosne (Matić i dr., 1971), može se smatrati da je ovaj novi štetnik prisutan u navrijednijim sastojinama ove vrste drveća u Bosni i Hercegovini. Štete od hrastove mrežaste stjenice manifestiraju se u sušenju i preranom opadanju listova (Hrašovec i dr., 2013). Prema Poljaković-Pajnik i dr. (2015) štete se ogledaju u smanjenju intenziteta fotosinteze napadnutih listova, što ukazuje na pojačan stres napadnutih biljaka. Imajući u vidu ovu činjenicu, kao i informacije da su sastojine hrasta kitnjaka na području sjeverne Bosne posebno ugrožene od hrastove imele (*Loranthus europeus*) (Ilić, 2009), ali i drugih štetnih agenasa (Siwecki i Ufnalski, 1998), možemo pretpostaviti da će ova nova vrsta imati značajan utjecaj na pogoršanje zdravstvenog stanja ove vrste drveća. Istraživanja ovog štetnika, a ponajprije interdisciplinarnog karaktera, u budućnosti će trebati dati odgovore na pitanja puteva njihovog širenja, štetnog djelovanja, odnosa s drugim vrstama organizama u šumskim ekosustavima i mjera zaštite hrastovih šuma, kao i drugih domaćina. Na osnovi prvog nalaza hrastove mrežaste stjenice može se zaključiti sljedeće:

- Štetnik je u Bosnu i Hercegovinu došao najvjerojatnije prirodnim rasprostranjenjem, nakon što je 2013. godine otkriven na području Hrvatske;
- Pronađena su jajašca, nimfe i imaga hrastove mrežaste stjenice na listovima hrasta kitnjaka;
- Na dvije lokacije utvrđeno je 45 nimfi i 21 imago štetnika;
- Potrebna su dodatna istraživanja biologije, štetnosti i širenja štetnika na stablima hrasta kitnjaka te ostalim domaćinima u Bosni i Hercegovini.

Summary

This research is first record of oak lace bug (*Corythucha arcuata*) in the municipality of Vareš, Bosnia and Herzegovina on two localities. It was found eggs, nymphs and adult insects of oak lace bug on the leaves of sessile oak. Since this is a foreign and potentially invasive species, its spread throughout the territory of Bosnia and Herzegovina can be expected.

KEY WORDS: sessile oak, oak lace bug, alien species, Vareš, Bosnia and Herzegovina.

LITERATURA

REFERENCES

- Bernardinelli, I., Zandigiacomo, P. (2000): Prima segnalazione di *Corythucha arcuata* (Say) (Heteroptera, Tingidae) in Europa. *Informatore Fitopatologico*, 50: 47–49.
- Csóka, G., Hirka, A., Somlyai, M. (2013): A tölgycsipkésposloska (*Corythucha arcuata* Say, 1832 – Hemiptera, Tingidae) első észlelése Magyarországon. *Növényvédelem*, 49(7): 293–296.
- Forster, B., Giacalone, I., Moretti, M., Dioli, P., Wermelinger, B. (2005): Die Amerikanische Eichennetzwanze *Corythucha arcuata* (Say) (Heteroptera, Tingidae) hat die Südschweiz erreicht. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft Bulletin de la Societe Entomologique Suisse*, 78: 317–323.
- Gavrilović, D. (1980): Prva pojava i rasprostranjenost mrežaste stjenice platana (*Corythucha ciliata* (Say)) u Bosni i Hercegovini. *Narodni šumar*.
- Hrašovec, B., Posarić, D., Lukić, I., Pernek, M. (2013): Prvi nalaz hrastove mrežaste stjenice *Corythucha arcuata* u Hrvatskoj. *Šumarski list*, 9–10: 499–503.
- Ilić, N. (2009): Decline of sessile oak [*Quercus petraea* (Mattuschka) Lieblein] and occurrence of the mistletoe *Loranthus europaeus* Jacq. on mountain Motajica. *Works of Faculty of Forestry. University of Sarajevo*. No. 1. str. 22–33.
- Maceljski, M. (1986): Current status of *Corythucha ciliata* in Europe. *EPPO Bulletin*, 16: 621–624.
- Matić, V., Drinić, P., Stefanović, V., Ćirić, M., Beus, V., Bozalo, G., Golić, S., Hamzić, U., Marković, Lj., Petrović, M., Subotić, M., Talović, N., Travar, J. (1971): Stanje šuma u Bosni i Hercegovini (prema inventuri šuma na velikim površinama 1964–1968). *Šumarski fakultet i Institut za šumarstvo Sarajevo*. Posebno izdanje br. 7.
- Mutun, S. (2003): First report of the oak lace bug, *Corythucha arcuata* (Say, 1832) (Heteroptera: Tingidae) from Bolu, Turkey. *Israel Journal of Zoology*, 49(4): 323–324.
- Mutun, S., Ceyhan, Z., Sözen, C. (2009): Invasion by the oak lace bug, *Corythucha arcuata* (Say) (Heteroptera: Tingidae), in Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 49(4): 323–324.
- Poljaković-Pajnik, L., Drekić, M., Pilipović, A., Nikolić, N., Pap, P., Vasić, V., Marković, M. (2015): Pojava velikih šteta od *Corythucha arcuata* (Say) (Heteroptera: Tingidae) u šumama hrasta u Vojvodini. XIII savetovanje o zaštiti bilja. *Zbornik radova*. str. 63.
- Siwecki, R., Ufnalski, K. (1998): Review of oak stand decline with special reference to the role of drought in Poland. *Europ. J. For. Path.* 28. str. 99–112.
- Zúbrik, M., Kunca, A., Csóka, G. (2013): Insects and Diseases Damaging Trees of Europe. N.A.P. Éditions. A colour atlas. str. 1–535.



U drugom katu pročelja smješten je krasno uređjeni društveni šumarski muzej. ... zaprema tri dvorane, nu znatan je dio izložaka, koji ne mogu toliko stradati od promjene temperature, smješten u hodniku pred ovimi dvoranima. ... U srednjoj muzealnoj dvorani, u koju se i ulazi iz hodnika u muzej, smješteno je lovstvo naime raznovrstna zvjerad, divljač i lovne sprave. Ovdje ima više liepih grupa, tako: divokoza (jarac) na kraškoj vrleti potičuća iz Velebita; lisica u lovu na patke; vuk iz kraša i opet jedan iz slavonskih hrastovih lugova; vidre uz vodu; medjed na stablu, kako gleda dvie vjeverice koje se igraju, pak ogromna medjedica sa dva sliepa mlada iz Velebita; hrpa labudova i divlja mačka u boju sa orlom-ribarom. Stiene ukrašene su mnogobrojnom našom domaćom divljači, zvjeradi i pticama u raznim položajima. Lievo i desno nad vratima orijaške su glave vepa, od kojih je jedan ubijen u Širokoj bari, a drugi u Crnoj planini g. 1895. U ovoj dvorani ima i mnoštvo raznovrstnih lovnih željeza kao i drugih sprava, koje se u lovstvu rabe.

SPOMENICA HRVATSKO-SLAVONSKOGA ŠUMARSKOG DRUŽTVA U ZAGREBU, ZAGREB, 1899.

U novosagrađenom Šumarskom domu u prizemlju se desno smjestilo samo Šumarsko društvo, a lijevo Šumarska akademija. Sve prostorije pročelja prvog kata zauzela je također Šumarska akademija, a lijevo i desno krilo zauzimali su stanovi za iznajmljivanje. Centralni dio drugog kata od početka je rezerviran za Šumarski muzej. Zašto muzej na drugom katu? *Hodajuć u II. kat imat će polaznici muzeja u prizemlju, I. i II. katu prije ulaza u muzealne prostorije više prilike otrti si obuću, pa će i podove muzealnih prostorija daleko manje za-
blatiti, nego da je muzej u prizemlju, gdje bi posjetnik, došav iz vana, već nakon nekoliko koraka stupio u prostorije muzeja.*



120 GODINA ŠUMARSKOG DOMA

OPENNESS OF FORESTS AND FOREST LAND IN THE BOSNIA AND HERZEGOVINA ENTITY REPUBLIC OF SRPSKA

OTVORENOST ŠUMA I ŠUMSKOG ZEMLJIŠTA U BOSNI I HERCEGOVINI, ENTITETU REPUBLICI SRPSKOJ

S. DRAŽIĆ¹, M. DANILOVIĆ², D. STOJNIC³, V. BLAGOJEVIĆ⁴, R. LUČIĆ⁵

Summary

The focus of this paper is on the description of the openness of primary forest traffic infrastructure in the Republic of Srpska. The data were collected using Garmin Oregon 600 GPS devices across the entire territory of state forests, managed by the Public Enterprise „Šume Republike Srpske”, and the recorded traces were compared and corrected by orthophoto snapshots with a 0.50 m resolution. The tools used for the processing of collected data were software ESRI ArcGIS 10.2 and Quantum GIS 16.2. In addition, the analysis covers all forest roads that pass through state forests that can be used for forest management and enable the movement of trucks. Public roads are only taken as an overview of openness of this category of roads and forest openness is shown by forest categories. The analyses included 843,466.00 ha out of the total of 1,002,056.00 ha of state-owned forests. The final aim of this analysis was to obtain a clear insight into the quantitative status of primary forest traffic infrastructure in the Republic of Srpska. The data were collected during 2016. Based on the analysis, the total density of the network of primary forest traffic infrastructure for the research area was 9.28 m/ha without public roads, i.e. 11.21 m/ha with public roads. In addition, density of the network of primary forest traffic infrastructure was determined separately for each category of forests, and the highest density of forest road network was found in forest plantations (11.57 m/ha or 14.82 m/ha with public roads) and high forests with natural regeneration (11.13 m/ha or 12.49 m/ha with public roads).

KEY WORDS: Forest roads, Forest opening, Density of primary forest traffic infrastructure, a register of primary forest roads, GIS, GPS, Republic of Srpska

INTRODUCTION AND PREVIOUS RESEARCH UVOD I PRETHODNA ISTRAŽIVANJA

The construction of a forest road network is considered a key element for successful forest management (Krč & Beguš, 2013). A well planned, designed, constructed and

maintained system of forest roads is essential to facilitate forest management and protection of natural resources (Nasiri & Lotfalian, 2012). Open forests are gradually equipping the planned road network and forest stocks (Tucek and Suchomel, 1998). Primary forest roads provide access to forests for the production of wood assortments,

¹ MSc Srdan DRAŽIĆ, Research Develop and Project Centre, Grčka 21,78000 Banja Luka, BiH, srdjandrasic@gmail.com

² Milorad DANILOVIĆ, DSc, full professor, University of Belgrade – Faculty of Forestry, The Chair of Forest Utilization, Kneza Višeslava 1, 11 000 Belgrade, Serbia,

³ MSc Dušan STOJNIC, University of Belgrade – Faculty of Forestry, The Chair of Forest Utilization, Kneza Višeslava 1, 11 000 Belgrade, Serbia,

⁴ Velibor BLAGOJEVIĆ DSc., Research Develop and Project Centre, Grčka 21,78000 Banja Luka, BiH

⁵ Radovan LUČIĆ DSc., Research Develop and Project Centre, Grčka 21,78000 Banja Luka, BiH,

but also for the needs of forests, monitoring, research, recreation, fire protection and other purposes (*Eastaugh & Molina, 2011; Stefanović et al. 2016; Laschi et al. 2016*). Planning a network of truck roads is preceded by a detailed analysis of the current qualitative and quantitative state of roads, and above all determines the spatial distribution of truck roads (*Pentek et al. 2005; Lotfalian et al. 2008; White et al. 2010; Krč & Beguš, 2013; Danilović & Stojnić, 2014*). The analysis of current spatial distribution reveals the part of the forest which does not allow access to the use of existing roads (*Pellegrini, 2012*). An analysis of the existing primary forest traffic infrastructure consists of a series of operations and procedures. Its task is to determine the quality, quantity and possible deficiencies of the existing road network, while it is also the first stage in the planning and optimization of a forest road network (*Pentek et al. 2005*).

Primary forest traffic infrastructure in the Republic of Srpska consists of forest roads that go through the forest and can be used for forest management. According to the Law on Public Roads (*Official Gazette of RS, No. 89/13*), forest track roads belong to the category of unclassified roads, together with rural, agricultural and industrial paths and roads on embankments for flood protection, access roads and others. In recent years, various studies on the state of the network of forest roads and perspectives of their development were carried out in the Republic of Srpska (*Ljubojević, 2010; Potočnik et al. 2013; Danilović & Ljubojević, 2013; Petković et al. 2015; Dražić, 2016; Marić, 2016*). During their research, the authors obtained a variety of information about the openness of forests and forest land at disposal. However, the information were mainly obtained on the basis of assessment or incomplete and unreliable evidence. So, *Potočnik et al. 2009* reported that the density of the network of truck roads in Bosnia and Herzegovina and the Republic of Srpska was 8.7 m/ha in 2009, while three years later (*Potočnik et al. 2012*) the reported density of the network of truck roads was as low as 6.0 m/ha. However, in the report on the analysis of the forestry sector in Bosnia and Herzegovina (*FAO, 2015*) the density of the network of forest truck roads in the Republic of Srpska is 9.05 m/ha.

In 2016, an inventory of primary forest traffic infrastructure in the area of Public Enterprise „Šume Republike Srpske” was produced in order to gain a clear insight into the quantitative status of the network of truck roads in the Republic of Srpska. The inventory of primary forest traffic infrastructure was implemented using handheld GPS devices, and the data were processed using GIS softwares. Although it is clear that handheld GPS devices are not designed for accurate measurements, especially in forest conditions (*Abdi et al. 2012*), it was concluded that they could be used for the mapping of forest roads, since forest roads are

mostly open areas where trees are removed. The development of the existing forest road cadastre is a prerequisite for conducting analyses and obtaining quality forest opening programs. Since the network of forest roads is dynamic and subject to constant changes, it is very important to regularly update the database (*Talebi et al. 2015*).

RESEARCH AREA PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

The research was conducted in the territory of the Republic of Srpska, one of the two entities in Bosnia and Herzegovina. According to the Cadastre of forests (PFE, 2015), the total area of forests and forest land owned by the Republic of Srpska is 1,002,055.00 ha, and the total area of forests and privately owned forest land is 300,329.00 ha.

Table 1. An overview of forest areas and forest land by forest categories

Tablica 1. Pregled površina šuma i šumskog zemljišta prema kategorijama šuma

Forest categories	ha
1000 – High forests with natural regeneration Visoke šume s prirodom obnovom	469,167.00
2000 – High degraded forests Visoke degradirane šume	19,611.00
3000 – Forest plantations Šumske kulture	55,347.00
4000 – Coppice forests Panjače	206,642.00
5000 – Surfaces suitable for afforestation and forest management Površine podesne za pošumljavanje	168,851.00
6000 – Surfaces unsuitable for afforestation and forest management Površine nepodesne za pošumljavanje	63,108.00
7000 – Usurpation Uzurpacije	19,329.00
TOTAL – Ukupno	1,002,055.00

User forests and forest land owned by the Republic of Srpska are managed by the Public Enterprise „Šume Republike Srpske”, within 26 forest management units (FMU) and karst areas managed by the Center for karst management with headquarters in Trebinje. Areas of the national parks “Kozara” (3,530.00 ha) and “Sutjeska” (17,214.00 ha) belong to forests and forest land owned by the Republic of Srpska, while industrial plantations cover an area of 7,383.00 ha. In this paper, we analyzed an area of 843,466.00 hectares managed by 26 forest management units (FMU) without the Brčko District. These areas are not included in the analysis because forests and forest land in this region have a different purpose, which could have an impact on the results.

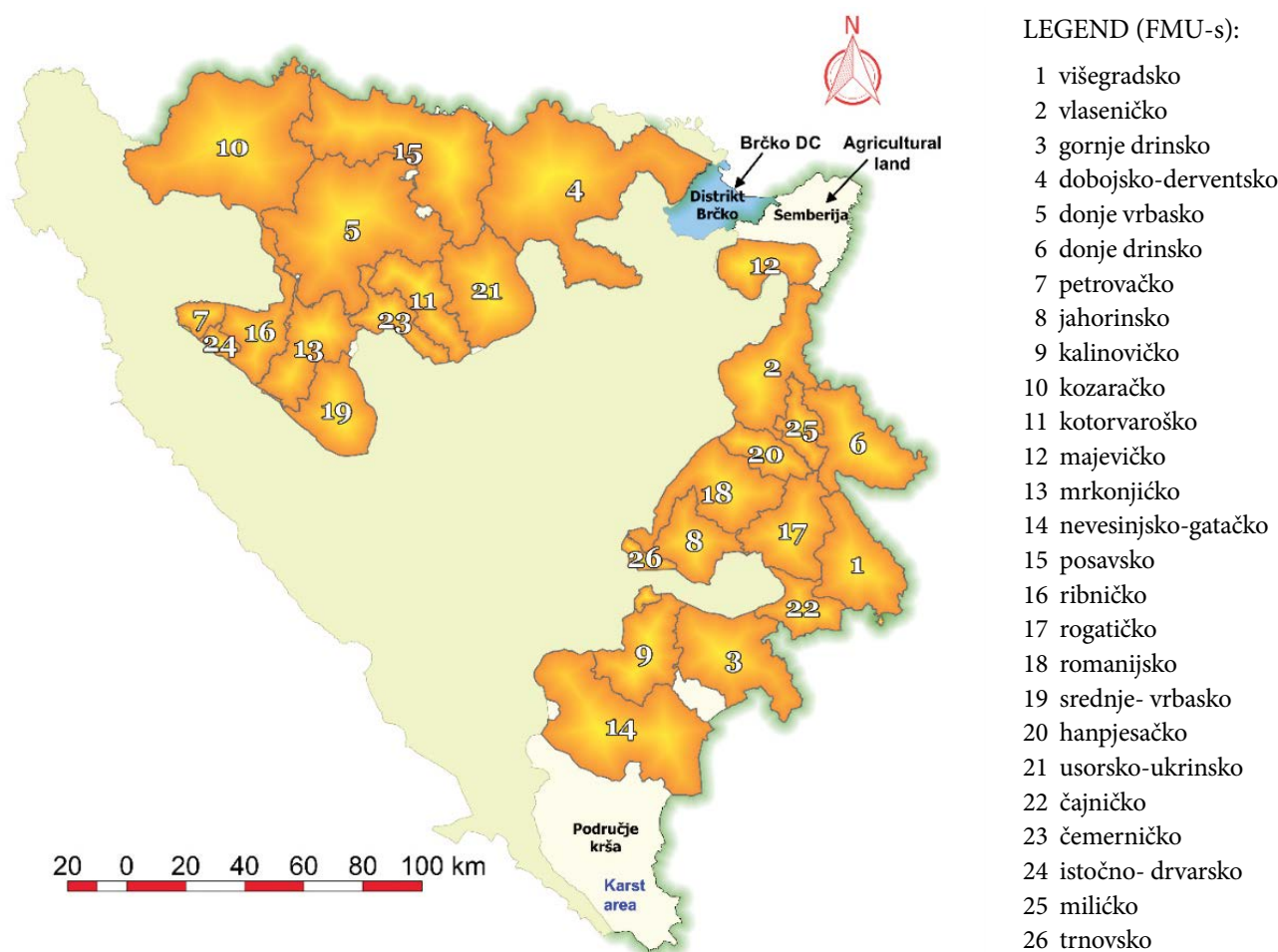


Figure 1: A map of forest areas in the Republic of Srpska

Slika 1: Pregledna karta šumsko-gospodarskih područja Republike Srpske

MATERIALS AND METHODS

MATERIJALI I METODE

As outlined in the previous section, the research was carried out in the area of 26 forest economic units. Forest engineers made Tracklogs using *GARMIN Oregon 600* handheld GPS devices. All tracklogs were recorded in the form of polyline

composed of 10 m-long segments, while the starting and ending points of each tracklog, as well as intersection locations were recorded as points. The recording was carried out in one pass, and the speed of movement of the vehicle during the recording was in line with the road category. The software used for data processing was GIS, ESRI ArcGIS 10.2 and Quantum GIS 2.16 „Nødebo“. The recorded track

Table 2. Technical characteristics of forest roads (UNDP, 2008)

Tablica 2. Tehničke karakteristike šumskih cesta (UNDP, 2008)

Road category Kategorija puta	The main forest road – Glavna šumska cesta			
	Lowland Ravničarski	Between lowland and hilly Brežuljkasti	Hilly Brdoviti	Mountain Planinski
Speed – brzina (km/h)	60	40	30	25
Min Radius	85	40	20	15
Min Radius (serpent.)	40	15	15	12
Long. Grade – uzdužni nagib	6% – 8%			
Track width – širina kolovoza	3.0 m – 3.5 m			
Shoulder width – širina bankine	0.5 m – 0.75 m			
roadway construction – Kolovozna konstrukcija	„Mac Adam“ or „Telford“ Depending on the category of soil. – „Makadam“ ili „Telford“ U ovisnosti od kategorije zemljišta.			

logs of truck roads were further controlled using orthophoto images with a 0.50 m resolution.

Primary forest traffic infrastructure that was taken for analysis, represents all forest truck roads that allow movement of trucks with and without trailers, regardless of the pavement condition. The following table provides technical standards that must be met by forest roads in the Republic of Srpska. All public roads that pass through the forest or its boundary which can be used for forestry purposes were included in the research. From the aspect of categorizing public roads (*The law on public roads of RS, 2013*), such roads are all local and regional highways and most of the arterial highways, but not fast roads and highways.

Density of the network of forest roads was calculated using the formula:

$$RD = \frac{L[m]}{A[ha]}$$

RD – density of the forest roads network m/ha,

L – Calculation length of forest roads,

A – area.

The length of forest roads was calculated according to the following criteria. Entire length was taken into account for roads that pass through forest land. Half the length of the road was taken into account for roads that go to the edge of forest land or up to 300 m from the edge of forest land provided that they can be used for transport. In addition, roads coming perpendicular to the forest land were considered in the length of up to 500 m (Šikić et al., 1989).

In addition to the analysis of density of the network of truck roads, the paper presents a ten-year construction rate of

truck roads by forest regions. The dynamics of truck road construction was obtained from the systematization of data of the “Research Development and Project Center” from Banja Luka, which designs truck roads for the purpose of the Public Enterprise “Šume Republike Srpske” and controls derivative works.

Since there is no precise analysis of the optimal density of truck roads in the Republic of Srpska, similar relief surfaces from neighboring countries were used as parameter in this case. The analysis of forest roads according to the relief characteristics of Croatia, which are similar to the characteristics in Bosnia, revealed that minimum openness required for the management of forests in RS starts from 15 m/ha, while the optimal value is about 20 m/ha (Šikić et al., 1989). The analysis of forest openness also included these parameters.

RESEARCH RESULTS

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

According to the categorization of roads, the roads that open forest regions in the Republic of Srpska are classified into public and forest roads. The total length of roads in the Republic of Srpska for the analyzed area amounts to 9,453.73 kilometers. The length of public roads is 1,628.16 kilometers or 17.22%, and of forest roads 7,825.57 km or 82.78%. Based on these data and the methodology applied to calculate the density of the network of truck roads, the result is that the average density of the primary forest traffic infrastructure in the Republic of Srpska is 9.28 m/ha and 11.21 m/ha of public roads.

An exceptionally low openness is evident in the “majevičko” forest management unit, whose openness amounts to 1.19

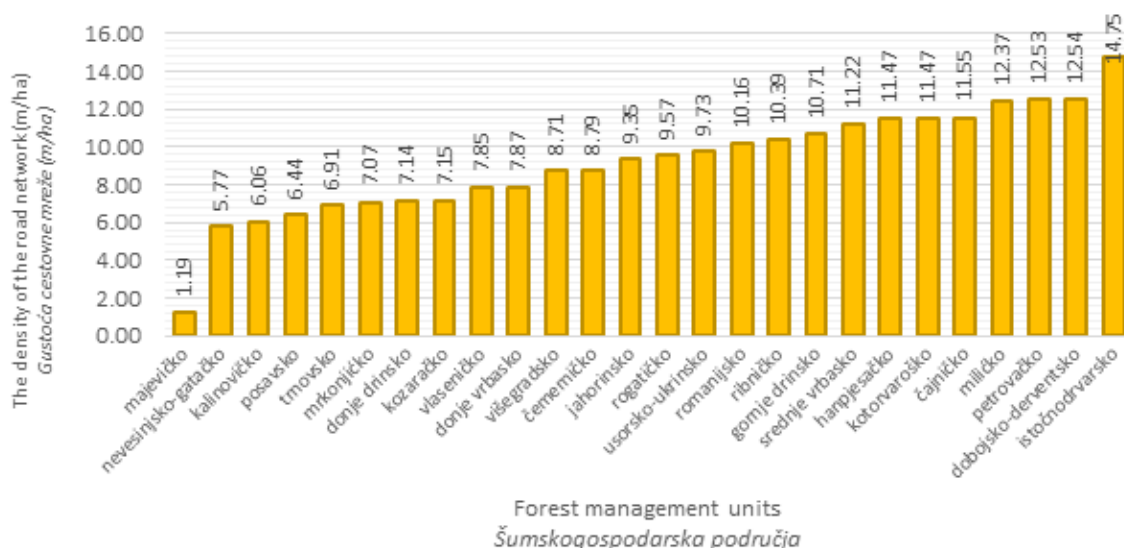


Figure 2: The average density of primary forest traffic infrastructure by forest regions (m/ha)

Slika 2: Prosječna gustoća primarne šumske prometne infrastrukture po šumsko-gospodarskim područjima (m/ha)

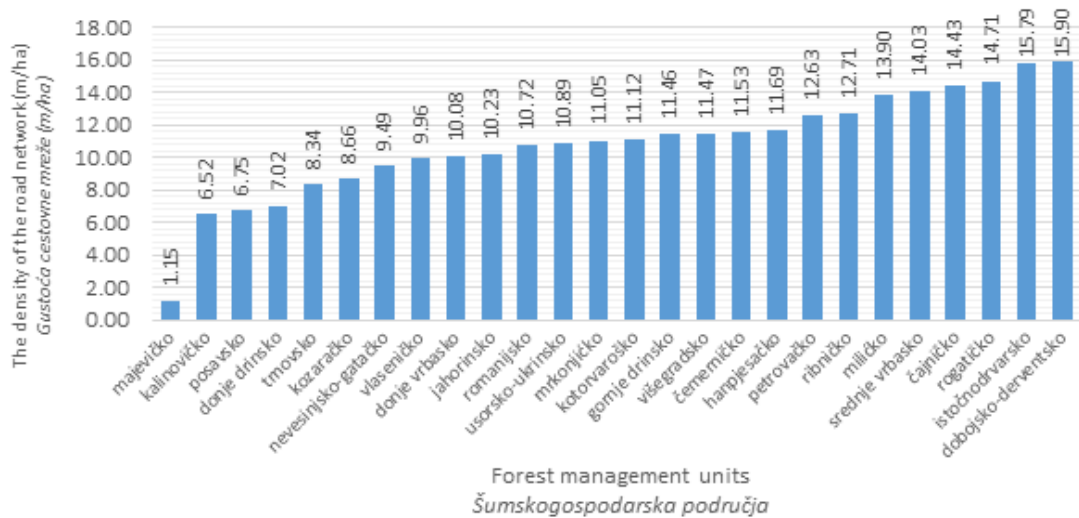


Figure 3: The average density of primary forest traffic infrastructure in high forests with natural regeneration by forest regions (m/ha)

Slika 3: Prosječna gustoća primarne šumske prometne infrastrukture u visokim šumama sa prirodnom obnovom po šumskogospodarskim područjima (m/ha)

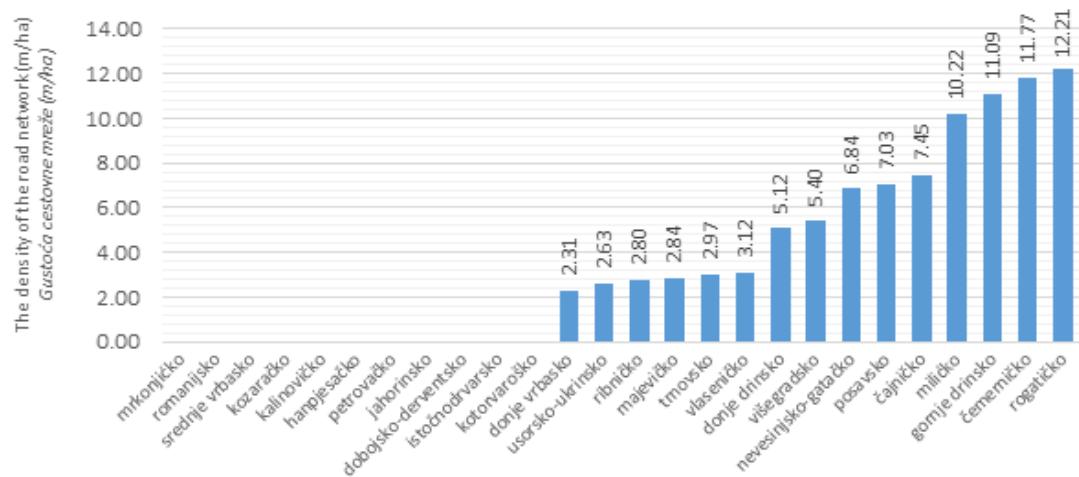


Figure 4: The average density of primary forest traffic infrastructure in high degraded forests by forest regions (m/ha)

Slika 4: Prosječna gustoća primarne šumske prometne infrastrukture u visokim degradiranim šumama po šumsko-gospodarskim područjima (m/ha)

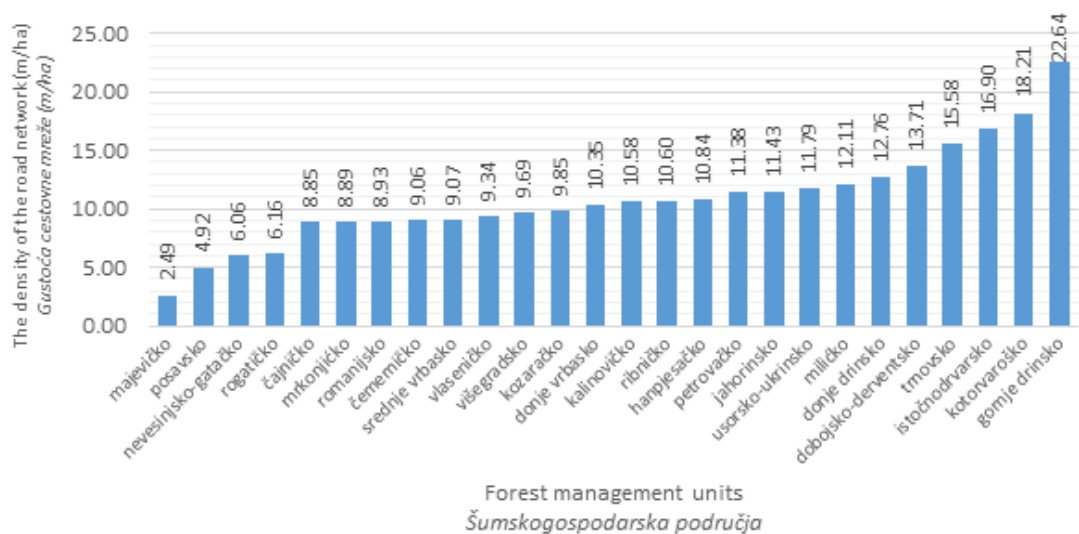


Figure 5: The average density of primary forest traffic infrastructure in forest plantations by forest regions (m/ha)

Slika 5: Prosječna gustoća primarne šumske prometne infrastrukture u šumskim kulturama po šumsko-gospodarskim područjima (m/ha)

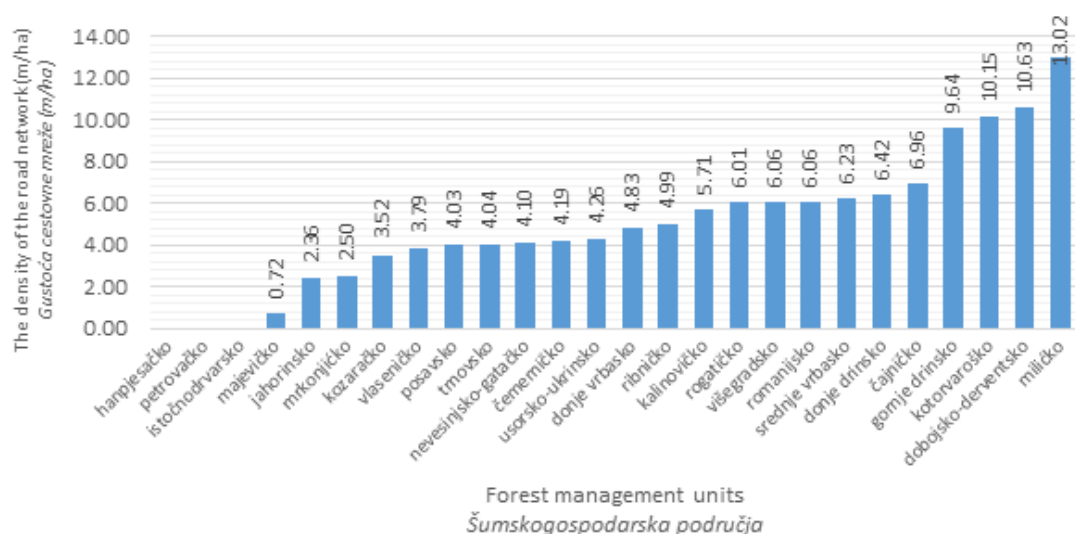


Figure 6: The average density of primary forest traffic infrastructure in coppice forests by forest regions (m/ha)

Slika 6: Prosječna gustoća primarne šumske prometne infrastrukture u izdanačkim šumama po šumsko-gospodarskim područjima (m/ha)

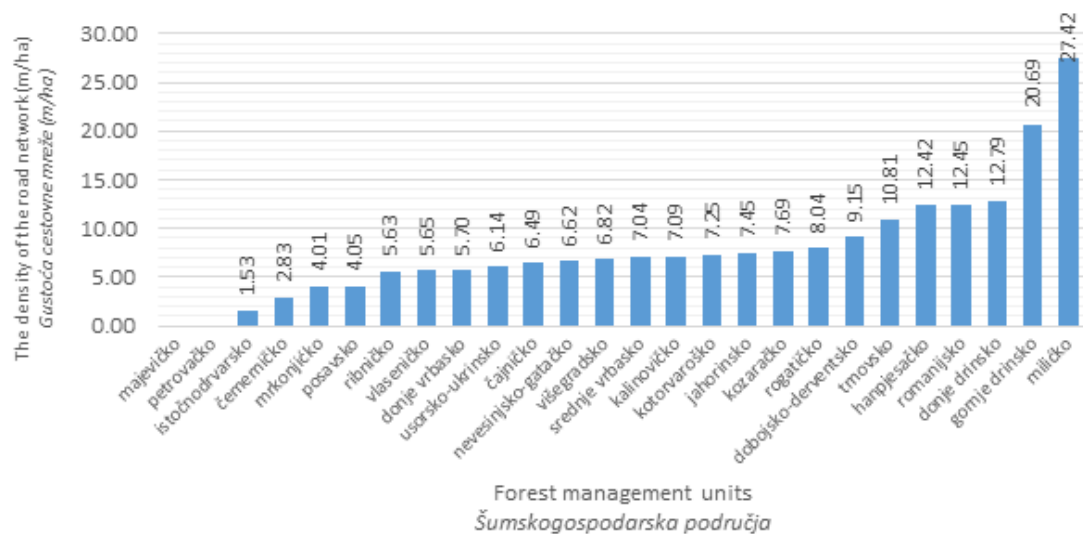


Figure 7: The average density of primary forest traffic infrastructure in areas suitable for reclamation and afforestation by forest regions (m/ha)

Slika 7: Prosječna gustoća primarne šumske prometne infrastrukture na površinama podesnim za pošumljavanje po šumsko-gospodarskim područjima (m/ha)

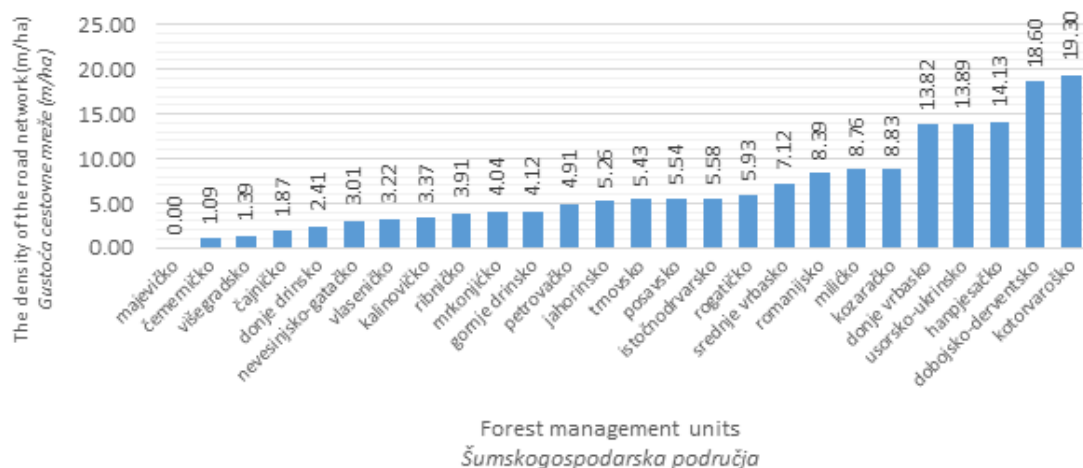


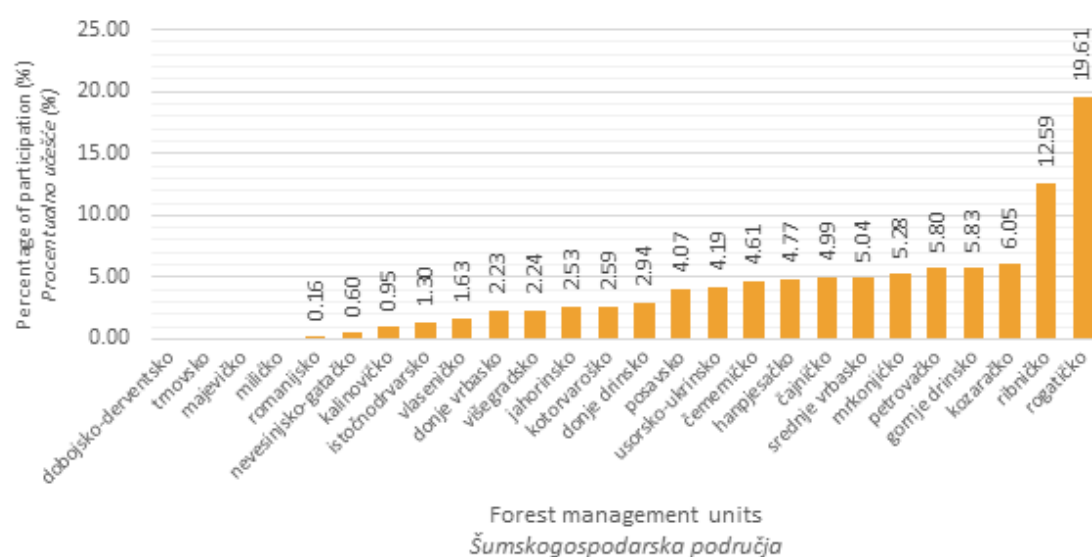
Figure 8: The average density of primary forest traffic infrastructure in areas unsuitable for reclamation and afforestation by forest regions (m/ha)

Slika 8: Prosječna gustoća primarne šumske prometne infrastrukture na površinama nepodesnim za pošumljavanje po šumskogospodarskim područjima (m/ha)

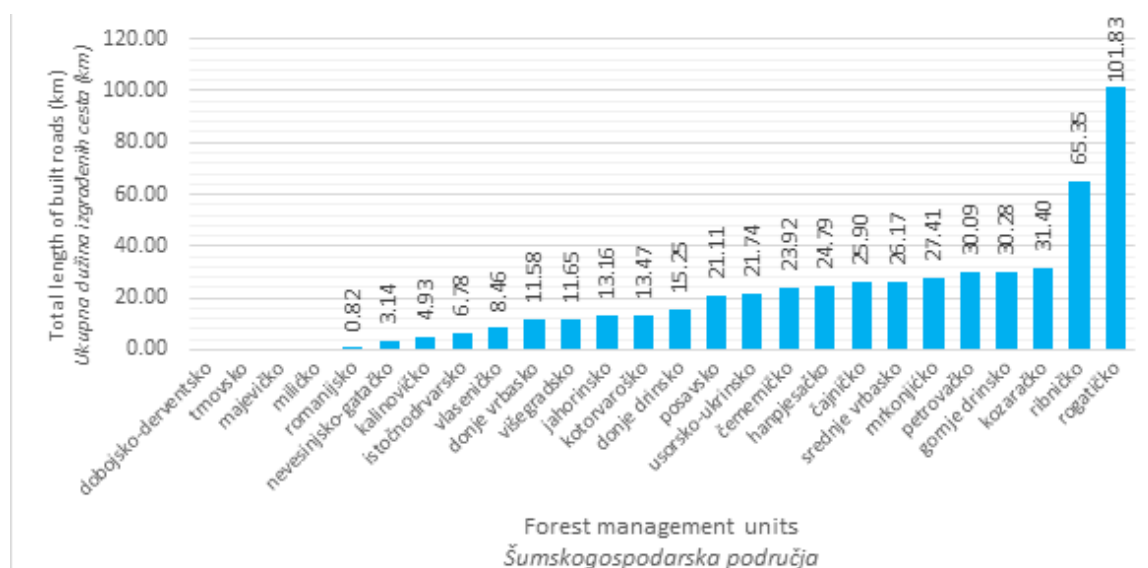
Table 3: Summary of the density of primary forest traffic infrastructure by forest categories

Tablica 3: Sumarna gustoća primarne šumske prometne infrastrukture po kategorijama šuma

Forest Categories Kategorija šuma	Forest roads Šumske ceste (m)	Public roads Javne ceste (m)	Total Ukupno (m)	Forest roads Šumske ceste (m/ha)	Public roads Javne ceste (m/ha)	Total Ukupno (m/ha)
1000	5,216,803.63	634,635.90	5,851,439.54	11.13	1.35	12.49
2000	149,467.02	28,251.71	177,718.73	7.46	1.41	8.87
3000	612,340.99	172,077.27	784,418.26	11.57	3.25	14.82
4000	997,367.18	449,262.26	1,446,629.44	5.86	2.64	8.51
5000	530,322.80	162,924.81	693,247.60	8.05	2.47	10.53
6000	207,025.43	149,203.18	356,228.61	4.38	3.16	7.54
7000	112,244.43	31,802.72	144,047.15	5.99	1.70	7.69
	7,825,571.48	1,628,157.85	9,453,729.33	9.28	1.93	11.21

**Figure 9:** Percentage of participation in road construction by forest regions for the period 2006-2016.

Slika 9: Procentualno učešće izgradnje cesta po šumskogospodarskim područjima za period 2006-2016.

**Figure 10:** Total length of built roads by forest management areas for the period 2006-2016.

Slika 10: Ukupna dužina izgrađenih cesta po šumsko-gospodarskim područjima za period 2006-2016.

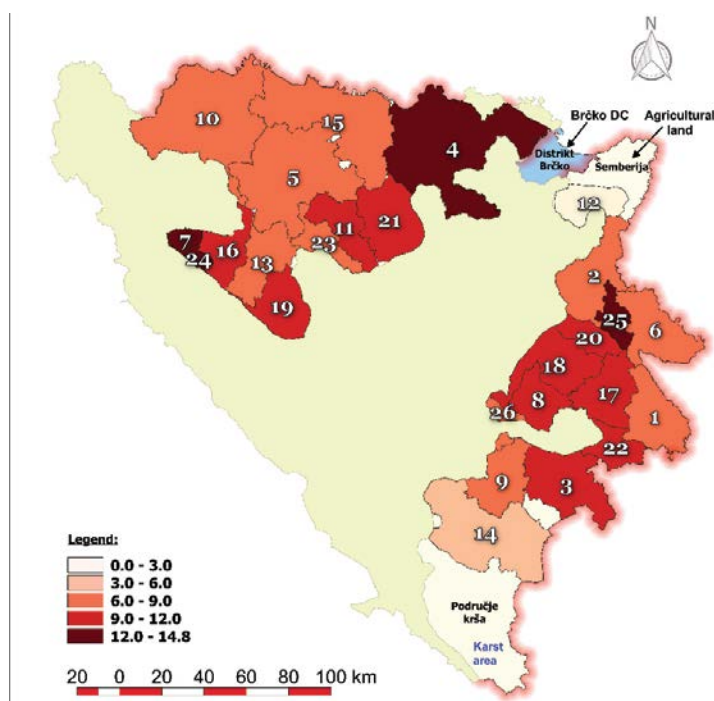


Figure 11: The average density of primary forest traffic infrastructure in the Republic of Srpska

Slika 11: Prosječna gustoća primarne šumske prometne infrastrukture u Republici Srpskoj

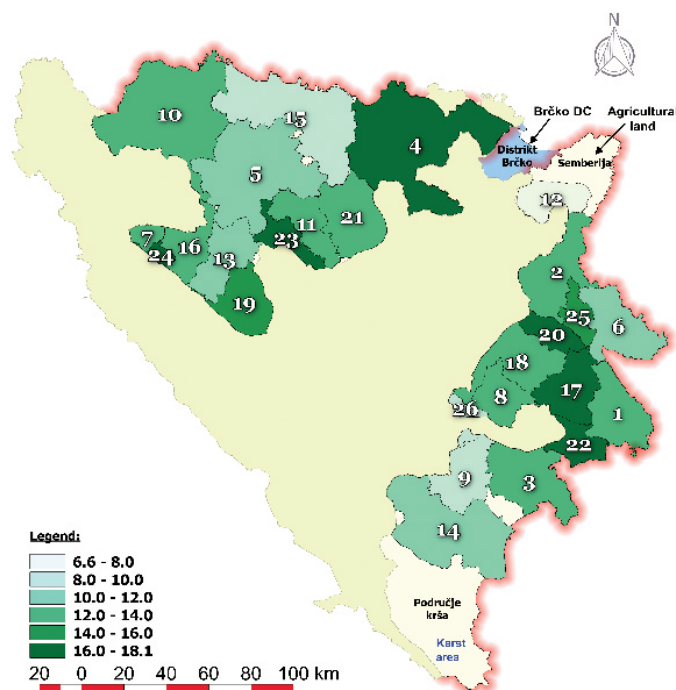


Figure 12: The average density of primary forest traffic infrastructure in high forest with natural regeneration (m/ha)

Slika 12: Prosječna gustoća primarne šumske prometne infrastrukture u visokim šumama s prirodnom obnovom (m/ha)

m/ha. In this area, a large percentage of the forest is protected due to drinking water, so there is no intensive forest road construction and forest exploitation in this area. The municipality of Bijeljina finances the protected parts of the fo-

rest. The openness of public roads in terms of transport assortments is 8.61 m/ha.

According to the data of the "Research Development and Project Center" from Banja Luka for the period from 2006

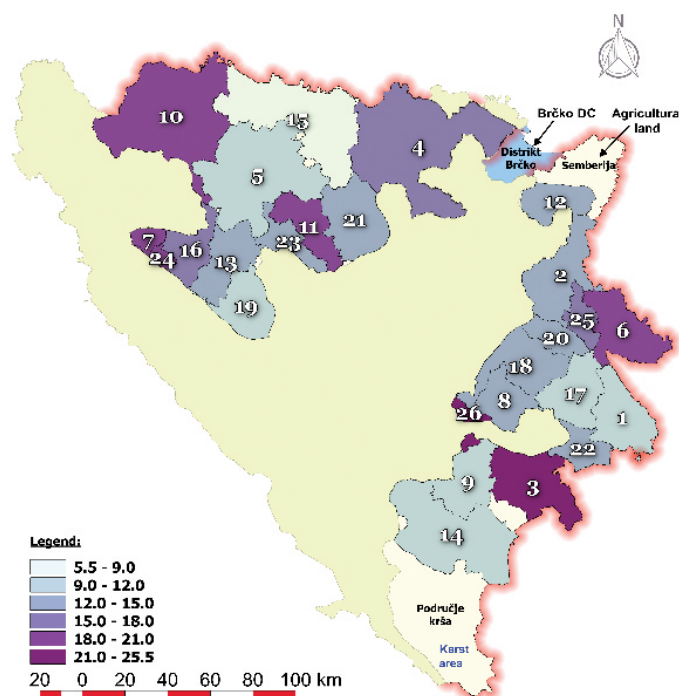


Figure 13: The average density of primary forest traffic infrastructure in forest plantations (m/ha)

Slika 13: Prosječna gustoća primarne šumske prometne infrastrukture u šumskim kulturama (m/ha)

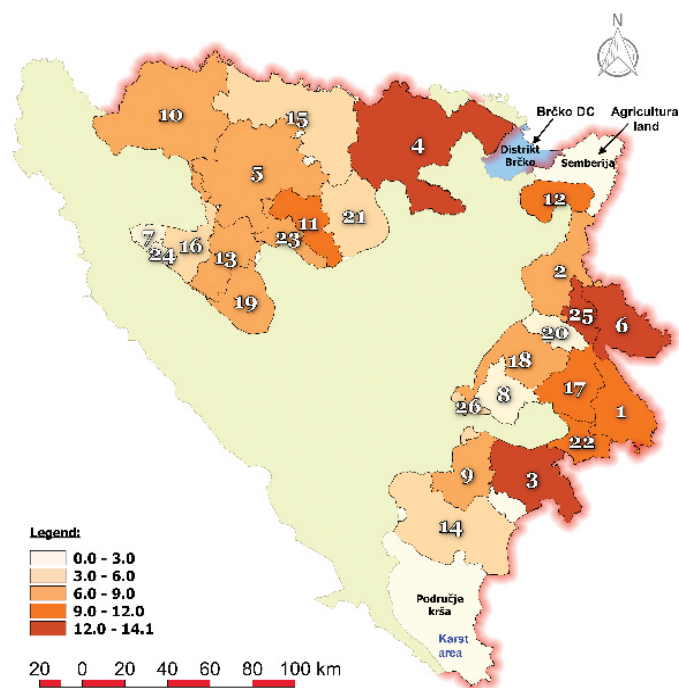


Figure 14: The average density of primary forest traffic infrastructure in coppice forests (m/ha)

Slika 14: Prosječna gustoća primarne šumske prometne infrastrukture u panjačama (m/ha)

to 2016, 47.20 kilometers of forest truck roads are built on average in the Republic of Srpska each year. The total length of newly designed and constructed forest truck roads for this period reached 519.21 km. The average cost of con-

struction of forest truck roads in the period from 2006 to 2016 amounted to 61,694.00 BAM/km (31,541.00 €/km). Figure 9 shows the percentage share of road construction for each of the forest management areas for the period

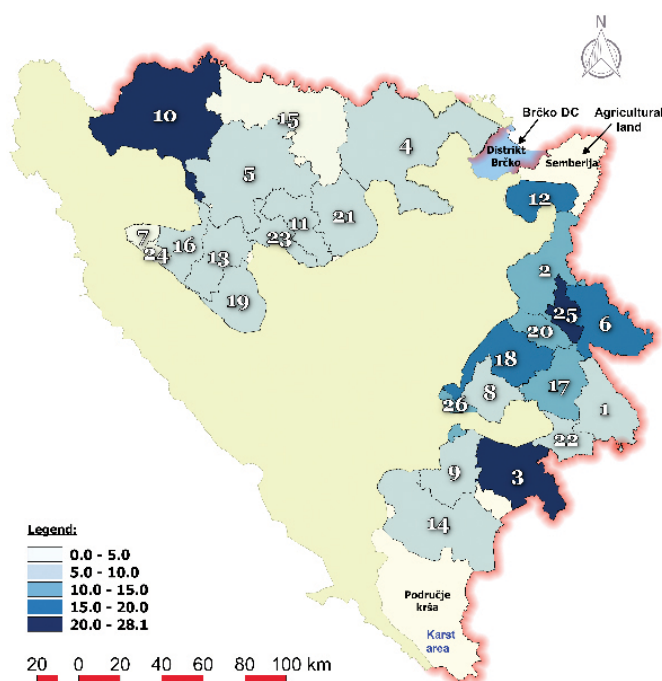


Figure 15 The average density of primary forest traffic infrastructure in forests suitable for reclamation and afforestation (m/ha)

Slika 15: Prosječna gustoća primarne šumske prometne infrastrukture u šumama podesnim za pošumljavanje (m/ha)

shown. Forest management units “ribničko” and “rogatičko” achieve the best financial results, so they are able to invest more financial resources than others.

Figure 10 shows the amount or length of constructed roads for each forest area in relation to the total road construction in the exploration area for the shown period.

DISCUSSION RASPRAVA

The combination of GPS and GIS technology represents a global trend with an inexhaustible range of applications when it comes to collecting and analyzing spatial information (Drosos *et al.* 2014) and a fast, efficient and cost-effective method of forest roads inventory (Gumus & Acar, 2003). Due to possible defects occurring during the recording of forest roads, the precision of the GPS device and the signal quality, further analysis of the recorded data is necessary. Çalışkan & Karahalil (2017) applied GPS tracking and formed a database on every road, while Lepoglavec *et al.* (2015) made a correction of recorded data using orthophotos, in addition to recording a forest path track with a GPS device in one pass. Pentek *et al.* (2003) recommend recording the so-called “Feedback Methods, i.e., two-way shooting paths to minimize errors.

As already mentioned in this paper, a network of roads was created in the forests owned by Public Enterprise „Šume Republike Srpske” in 2016. Based on the analysis of the quantitative conditions in the network of truck roads in the Republic of Srpska, the density of primary forest traffic infrastructure is 9.28 m/ha and for public roads 11.21 m/ha. According to the above density of the network of truck roads, Republic of Srpska lags behind developed countries of Western Europe, in which the density of forest road networks reaches over 45 m/ha (Sokolović & Bajrić, 2009), but not so much behind the countries of the region. By comparison, the total length of roads used for forestry in Macedonia is 13,263.00 km, of which 3,326.00 km are public roads and 9,937.00 km are truck roads, which makes the density of truck road network of 13.43 m/ha (Trajanov *et al.* 2015). Based on data from 2009, the density of the network of primary forest traffic infrastructure in the Federation of BiH* (without the Herzegovina-Neretva Canton) was 10.9 m/ha (Sokolović & Bajrić, 2009). Pentek *et al.* (2014) reported that the density of forest roads in Croatian lowland regions was 9.05 m/ha, in hilly areas 11.26 m/ha, and 15.43 m/ha in the mountains, while in the karst area reached about 4.81 m/ha. Analyzing the network of forest and public roads that were used for forestry in Slovenia, Krč & Beguš (2013) point to the density of the road network of 24.8 m/ha. If we take only

* One of two entity in Bosnia and Herzegovina

forest roads into account, the network density is 10.6 m/ha, while in Austria it is as high as 45 m/ha (*Ghaffarian & Stampfer, 2007*). When we talk about the network of truck roads in Serbia, there are still no precise data on their quantitative and qualitative status (*Danilović & Stojnić, 2014*). The road network density in Bulgaria is 7.90 m/ha (*Stoilov et al. 2014*), and in Romania 13.73 m/ha (*Bereziuc et al. 2014*). In Czech Republic it amounts to 18.0 m/ha (*Žáček & Klč, 2008*), 10.1 m/ha in Ukraine (without public roads 7.8 m/ha) (*Styranivsky et al. 2011*), and in Slovakia it reaches 20.1 m/ha (*Ambrušová et al. 2013*).

Despite significant investment in the construction of primary forest traffic infrastructure in recent years, the density of the network in the Republic of Srpska is still not at a satisfactory level. In the past 11 years in the area of forests owned by the Republic of Srpska almost 519 km of truck roads and about 47.20 km per year were built. However, in addition to an underdeveloped network of truck roads, a major drawback is also the relatively low quality of the network of truck roads, and uneven density of the road network by forest regions. The dynamics of the construction of truck roads for a ten-year management period is envisaged in planning documents for all forest management areas, but looking at the results, it can be concluded that not everyone adhered to the dynamics of road construction, while in the forest region Doboj - Derventa, Trnovo, Lopare and Milići areas, forest truck roads have not been built at all.

Figure 11 shows the average openness of forest management units. It can be observed that higher openness can be found in forest management areas with high quality forests and those belonging to the hilly - mountainous belt. The top open areas are: 20 - petrovačko; 4 - dobojsko-derventsko; 25 - miličko and 24 - istočnodrvarsko. These are mostly hilly and mountain regions dominated by high forests with natural regeneration. The least opened areas are: 15 - posavsko, 14 - nevesinjsko - gatačko, 9 - kalinovičko and 12 - majevičko. The areas with a large share of high forests have higher openness, because the costs of forest road construction can be compensated by wood assortment production. Areas without a significant share of high forests have extremely low openness.

CONCLUSIONS ZAKLJUČCI

Based on data from the field and the processing of data collected from over 843,000.00 hectares in 26 forest management units which belong to different relief areas and over 9,450.00 kilometers of forest roads and public roads recorded, the density of forest road network of 9.28 m/ha was found in forests managed by the Public Enterprise „Šume Republike Srpske“, while in public roads it amounted to 11.21 m/ha. The newly built roads increased the density of

primary forest traffic infrastructure by 0.62 m/ha. With this dynamics of construction, minimum openness would be achieved in 60 years including public roads, while minimum openness for primary forest truck roads would be achieved in 100 years. Only one forest area can be considered minimally open, representing about 1.48% of the total area of state forests in the Republic of Srpska. It is important to intensify the construction of primary forest road trucks, and especially focus on forest areas with almost no construction. The lack of financial resources and poor quality of forests in some forest management units result in inadequate openness. It is also necessary to carry out a more detailed analysis of specific impact factors for this area in order to determine the optimum. It is necessary that planning documents or specific studies elaborate on all the factors affecting forest openness, in order to achieve the optimum density of the forest road network for different relief conditions.

The data on the density of forest road network in the Republic of Srpska represent an exceptional value, obtained from the recording of the current state of the forest road network and systematization of the data collected, which represents the first study of this type in such a wide area. A completed inventory of forest roads represents the basis for developing strategies and plans for further development of the forest road network in the Republic of Srpska.

REFERENCES LITERATURA

- Abdi, E., S.R. Slsakht, L. Goushbor, H. Soufl, 2012: Accuracy assessment of GPS and surveying technique in forest road mapping. *Annals of Forest Research*, Vol. 55(2): 309-317
- Ambrušová, L., D. Halaj, J. Ilavský, J. Marttila, 2013: Atlas of the forest sector in Slovakia. Working Papers of the Finnish Forest Research Institute 257, pg. 38
- Bajrić, M., D. Pičman, Dž. Sokolović, S. Gurda, 2011: Conversion of skid trails with a longitudinal slope up to 12% into truck access roads. *Works of the Faculty of Forestry, University of Sarajevo*, No. 1: 85-100.
- Bereziuc, R., V. Alexandru, V. Ciobanu, E.C. Musat, A-E. Dumitrascu, C. Antoniadu, J. Visan, 2014: The Density Index of Forest-Road Network Managed by the National Forest Administration (R.N.P.). *Proceedings of the Biennial International Symposium - Forest and Sustainable Development*. Transilvania University Press, Brasov, 2015, pg. 196-203.
- Çalişkan, E., U. Karahalil, 2017: Evaluation of forest road network and determining timber extraction system using GIS: A case study in Anbardag planning unit. *Şumarski list*, 3-4 (2017): 163-171
- Danilović, M., D. Ljubojević, 2013: Forest opening with a secondary road network. *Bulletin of Faculty of Forestry University of Banja Luka*, 108: 25-38
- Dražić, S., 2016: Forest opening in the economic unit "Dimitor" in the forestry management unit "Lisina" Mrkonjić Grad. Master thesis. The University of Belgrade, Faculty of Forestry, pg. 81

- Drosos, V.C., A.G. Liampas, K.G. Doukas, 2014: Digital surveying and mapping of forest road network for development of a GIS-tool for the effective protection and management of natural ecosystems. Published in SPIE Proceedings Vol. 9229: Second International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment (RSCy2014), 12 August 2014, doi: 10.1117/12.2069660
- Eastaugh, C.S., D. Molina, 2011: Forest road networks: metrics for coverage, efficiency and convenience. *Australian Forestry*, Vol. 74(1): 54–61.
- FAO 2015: The Forest Sector in Bosnia and Herzegovina - Preparation of IPARD Forest and Fisheries Sector Reviews in Bosnia and Herzegovina. Regional Office for Europe and Central Asia, FAO, pg. 153.
- Ghaffarian, M.R., K. Stampfer, 2007: Optimum road spacing of forwarding operations: A case study in Southern Austria. In Proceedings of Austro2007/FORMEC 07: Meeting the Needs of Tomorrow's Forests – New Developments in Forest Engineering, October 7 – 11, 2007, Vienna and Heiligenkreuz – Austria
- Gumus, S., H. Acar, 2003: Building of forest road database by GPS/GIS techniques for Turkish forestry. Austro2003: High Tech Forest Operations for Mountainous Terrain, October 5–9, 2003, Schlägl – Austria
- JPŠ, “Šume Republike Srpske”, 2015: Cadastre of forest and forest land.
- Krč, J., J. Beguš, 2013: Planning Forest Opening with Forest Roads. *Croatian Journal of Forest Engineering* 34(2013)2: 217–228
- Laschi, A., F. Neri, N. Brachetti Montorselli, E. Marchi, 2016: A Methodological Approach Exploiting Modern Techniques for Forest Road Network Planning. *Croatian Journal of Forest Engineering* 37(2016)2: 319–331
- Lepoglavec, K., T. Pentek, I. Papa, M. Šporčić, M. Landekić, H. Nevečerel, 2015: Influence of existing secondary forest road network on the selection of timber extraction technologies at the tactical level of planning. *Bulletin of Faculty of Forestry, supplement issue, University of Belgrade - Faculty of Forestry* (63–74). DOI: 10.2298/GSF15S1063L
- Ljubojević, D. 2010: Forest opening in the economic unit „Kozara-Mlječanica“, Master thesis. The University of Belgrade, Faculty of Forestry pg. 36.
- Lotfalian, M., Y. Kooch, N. Sarikhani, 2008: Effective Factors in Determination Optimal Density of Forest Road Network. *Asian Journal of Scientific Research*, 1(4): 470–475.
- Marić, D. 2016: Analysis of forest opening by road network in the forest management unit “Čemernica” Kneževu. Master thesis. The University of Belgrade, Faculty of Forestry, pg. 59
- Nasiri, M., M. Lotfalian, 2012: Programming and Forest Road Planning. *Journal of Ecology and Environmental Sciences*, Vol 3(2): 68–73.
- Petković, V., D. Marčeta, S. Španjić, M. Kosović, 2015: Determination of skidding distance with GIS in the lowland and hilly terrain conditions. *Bulletin of Faculty of Forestry University of Banja Luka* 23: 5–14
- Pellegrini, M., 2012: Support tools for planning and management of a forest road network. Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali, Doctoral thesis.
- Pentek, T., D. Pičman, A.P.B. Krpan, T. Poršinsky, 2003: Inventory of primary and secondary forest communications by the use of GPS in Croatian mountainous forest. In Proceedings of Austro2003: High Tech Forest Operations for Mountainous Terrain, October 5–9, 2003, Schlägl - Austria
- Pentek, T., D. Pičman, H. Nevečerel, 2004: The mean wood skidding distance. *Šumarski List*, 9–10: 545–558.
- Pentek, T., H. Nevečerel, T. Ecimović, K. Lepoglavec, I. Papa, Ž. Tomašić, 2014: Strategic planning of forest roads in Republic of Croatia – a breakdown of the existing situation as a basis for future activities. *Nova mehanizacija šumarstva* 35(2014): 63–78
- Pentek, T., D. Pičman, I. Potočnik, H. Nevečerel, P. Dvorščak, 2005: Analysis of an existing forest road network. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 26(1): 39–50.
- Pičman, D., T. Pentek, 1998: Relative openness of the forest area and its use in the construction of the forest fire-prevention roads, *Šumarski list* 1–2: 19–30.
- Potočnik, I., V. Petković, D. Marčeta, D. Ljubojević, 2013: Determination of optimal density of forest roads network in Prosara. *Bulletin of Faculty of Forestry University of Banja Luka*, No. 18: 45–56
- Potočnik, I., S. Ljubojević, V. Petković, D. Marčeta, 2009: State of the art principles of forest road planning. *Bulletin of Faculty of Forestry University of Banja Luka*, No. 10: 1–13
- Sokolović, D., M. Bajrić, 2009: Forest Transportation Infrastructure in the Federation of Bosnia and Herzegovina, *Nova mehanizacija šumarstva*, Vol 34: 39–50.
- Stefanović, B., D. Stojnić, M. Danilović, 2016: Multi-criteria forest road network planning in fire-prone environment: a case study in Serbia. *Journal of Environmental Planning and Management*, 59:5, 911–926, DOI:10.1080/09640568.2015.1045971.
- Stoilov S., T. Krumov, N. Uchikov, 2014: Study of forest road network in Central Rhodopes mountains (in Bulgarian with English abstract). *Mechanics, Transport, Communications - Academic journal*, Vol. 12(3/3): VIII-1 - VIII-8
- Styranyivsky, O., Y. Hromyak, Y. Styranyivsky, 2011: Argumentation of Optimum Road Density in the Forests of Ukraine. In Proceedings of FORMEC 2011 - Pushing the boundaries with research and innovation in forest engineering, October 9–13, 2011, Graz, Austria
- Šikić, D., B. Babić, D. Topolnik, D. Knežević, D. Božičević, Ž. Švabe, I. Piria, S. Sever, 1989: Tehnički uvjeti za gospodarske ceste. *Znanstveni savjet za promet JAZU*, Zagreb, p. 1–40.
- Talebi, M., B. Majnounian, E. Abdi, F.B. Teherani, 2015: Developing a GIS database for forest road management in Arasbaran forest, Iran. *Forest Science and Technology*, 11(1): 27–35, DOI: 10.1080/21580103.2014.957351
- Trajanov Z., Lj. Nestorovski, P. Trajkov 2015: Development and perspective of the forest road infrastructure in the Republic of Macedonia. *Bulletin of Faculty of Forestry, supplement issue, University of Belgrade – Faculty of Forestry* (141–148), DOI:10.2298/GSF15S1141T
- Tucek J., J. Suchomel, 1998: Technological Requirements for the Location of Forest Roads in Slovak Conditions, in Proceedings of the Seminar on Environmentally Sound Forest Roads and Wood Transport, Sinaia, Romania, 17–22 June 1996.
- Law on public roads. *Official Gazette of the Republic of Srpska* No. 89/13
- Žáček, J., P. Klč, 2008: Forest transport roads according to natural forest regions in the Czech Republic. *Journal of Forest Science*. Vol. 54(2): 73–83
- UNDP, 2008: Guidelines for forest roads. Srebrenica region recovery program, pg. 20
- White, R.A., B.C. Dietterick, T. Mastin, R. Strohmman, 2010: Forest Roads Mapped Using LiDAR in Steep Forested Terrain. *Remote Sensing* Vol 2: 1120–1141, DOI: 10.3390/rs2041120

Sažetak

Radi potrebe unaprjeđenja mreže cesta u Republici Srpskoj, u ovome radu su prikazani određeni rezultati. Dinamiku izgradnje cesta i otvaranja šuma prate velike oscilacije, a posebice stagnacija početkom devedesetih godina. Izgradnja cesta u Republici Srpskoj nastavljena je vrlo slabo do 2006. godine, kada se krenulo intenzivno s projektiranjem i izgradnjom šumskih kamionskih cesta do danas. U ovome razdoblju na prostoru Republike Srpske izgrađeno je 519 km cesta, ili prosječno 47.20 km godišnje. S obzirom da ne postoji jasna analiza optimalne gustoće kamionskih cesta u Republici Srpskoj, u ovom slučaju su kao parameter poslužila slična reljefna područja iz okruženja. Pritom minimalna otvorenost koja je potrebna za gospodarenje šumama u RS uzeta je vrijednost od 15 m/ha, dok je optimalna oko 20 m/ha. Na osnovi ovih parametara učinjena je i analiza otvorenosti šuma. Otvorenost šuma šumskim kamionskim cestama iznosi 9.28 m/ha. Mnogi autori prikazali su otvorenost šuma, uključujući i javne ceste. Glede toga, i u ovome radu prikazana je otvorenost od 11.21 m/ha. Otvorenost javnim cestama možemo promatrati u smislu značenja ne samo za transport šumskih drvnih sortimenata, nego i za zaštitu šuma od požara i monitoring šuma, kao i za prijevoz radnika i opreme do šuma za potrebe izvođenja radova na pošumljavanju, uzgoju i korišćenju šuma. Gustoća šumskih kamionskih cesta za radoblje od 2006. do 2016. godine je uvećana za 0.62 m/ha. Ovom dinamikom izgradnje cesta minimalna otvorenost bi se dostigla za 100 godina. Otvorenost šuma kreće se od 1.19 m/ha, pa sve do 14.75 m/ha. Svega jedno šumsko-gospodarsko područje (istočnodrvarsko) može se svrstati u minimalno otvoreno, što predstavlja 1.48% od ukupne površine državnih šuma Republike Srpske. Šumskogospodarsko područje "majevičko" ima najnižu otvorenost. Na ovome prostoru velika površina šuma je zaštićena kao vodozahvat pitke vode u općini Bijeljina, i na ovome prostoru nije dozvoljena intenzivnija eksploatacija šuma, pa samim tim i izgradnja šumskih kamionskih cesta. S obzirom da je ovo područje malo površinom, ono nema veliki utjecaj na ukupnu otvorenost šuma i šumskog zemljišta. Iz rezultata ovoga istraživanja dolazi se do zaključka, kao i u entitetu Federacija Bosne i Hercegovine, da su najvažnija pretpostavka i uvjet za unaprjeđenje šumske prometne infrastrukture i u Republici Srpskoj financijska sredstva. Nedostatak financijskih sredstava su osnovni uzrok zbog čega je realizirana novogradnja cesta značajno ispod preporučenog minimuma. Potrebno je značajno intenzivirati izgradnju šumskih kamionskih cesta, posebice obratiti pozornost na šumsko-gospodarska područja u kojima se skoro nikako nije gradilo. S obzirom da su parametri za utvrđivanje otvorenosti šuma uzeti iz okruženja, potrebno je provesti detaljniju analizu konkretnih utjecajnih čimbenika za ovaj prostor kako bi se odredio minimum i optimum. Neophodno je u planskim dokumentima razraditi otvorenost šuma ili određenim studijama analizirati sve čimbenike koji utječu na otvorenost šuma, kako bi se postigli optimumi gustoće mreže šumskih kamionskih cesta za različite reljefne uvjete. Razvoj katastra postojeće šumske ceste je preduvjet za provođenje analize i dobivanje kvalitetnih programa otvaranja šuma. U radu je prikazana otvorenost šuma i šumskog zemljišta primarnom mrežom cesta u Republici Srpskoj. Podaci su prikupljeni GARMIN Oregon 600 GPS uređajima, na cijelom području, čiji je korisnik JPŠ "Šume Republike Srpske", a snimljeni tragovi uspoređivani su i korigirani ortofoto snimkama rezolucije 0.50m. Za obradu podataka korišteni su GIS softveri, ArcGIS 10.2 i QGIS 2.16. GPS tragovi su razvrstani na javne i šumske ceste. Otvorenost šuma i šumskog zemljišta je prikazana po kategorijama šuma.

KLJUČNE RIJEČI: šumske ceste, primarno otvaranje šuma, gustoća primarne šumske prometne infrastrukture, registar primarnih šumskih prometnica, GPS, GIS, Republika Srpska



HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO OGRAK BJELOVAR

web: <http://www.sumari.hr/bjelovar>

organizira povodom

20. lipnja, Dana hrvatskoga šumarstva

žiriranu izložbu



14. BJELOVARSKI SALON FOTOGRAFIJE “ŠUMA OKOM ŠUMARA” S MEĐUNARODNIM SUDJELOVANJEM

1. Izložba će se održati u Gradskom muzeju u Bjelovaru **tijekom mjeseca lipnja 2018.g.**
2. Fotografije se primaju najkasnije **do 10. travnja 2018.g.** na sljedeću adresu:

HRVATSKE ŠUME d.o.o. - UŠP BJELOVAR

ŠUMARIJA VRBOVEC

n/r ŽELJKO GUBIJAN, dipl.ing.šum.

Kolodvorska 26, 10340 VRBOVEC

3. Fotografije za izložbu odabire Ocjenjivački sud od tri člana.
4. Ocjenjivački sud proglašava GRAND PRIX SALONA, 3 najbolje pojedinačne fotografije i 3 najbolje serije fotografija, te odabire fotografiju za plakat Salona.
5. Ocjenjivački sud dodjeljuje do 3 pohvale za pojedinačnu fotografiju i do 3 pohvale za seriju fotografija.
6. Dobitnik Grand prix-a ostvaruje pravo na samostalnu izložbu u prostoru i vremenu održavanja sljedećeg salona.
7. Sve odluke Ocjenjivačkog suda su konačne i neopozive.
8. Svaki će autor dobiti katalog izložbe na adresu iz prijavnice.

Pravila Natječaja:

- a) Motiv fotografije mora biti u okviru zadane teme “Šuma okom šumara”;
- b) Pravo sudjelovanja na izložbi, osim članova Hrvatskoga šumarskoga društva, te svih zaposlenika i umirovljenika Hrvatskih šuma d.o.o., imaju i sve zainteresirane osobe iz šumarske struke u zemlji i inozemstvu, te studenti, učenici i članovi PD, “Šumar”, uz obveznu presliku indeksa, dačke knjižice ili planinarske članske iskaznice sa plaćenom članarinom za tekuću godinu, priložene uz prijavnicu;
- c) Od organizatora zatražite i ispunite prijavnicu na kojoj je potrebno obavezno popuniti sve podatke koji se u njoj traže, a za koje svaki autor osobno odgovara te obavezno priložite presliku traženu pod točkom b) ukoliko pripadate toj grupi autora. U protivnom, nepotpuno ispunjene prijavnice bez tražene preslike dokumentacije neće se uzimati u obzir;
- d) Svaki se autor može prijaviti na Natječaj s najviše 10 pojedinačnih fotografija, a maksimalno 2 fotografije mogu biti zamijenjene serijama od po 3-6 fotografija (serija se broji kao jedna fotografija);
- e) Fotografije moraju biti neopremljene, s dimenzijama duže stranice fotografije unutar 24 - 30 cm. Uz fotografije obavezno priložiti i digitalni zapis u JPEG formatu kompresije 4-7 rezolucije 300 dpi, na prenosivom mediju. Fotografije smiju biti obrađene u okvirima osnovnih načela obrade fotografije bez velikih intervencija. Zbog anonimnosti pri žiriranju, na poledini fotografije treba napisati samo naziv fotografije;
- f) Organizator ima pravo postavljanja izložbe i u drugim mjestima tijekom sljedeće dvije godine nakon prvog izlaganja i obvezuje se nakon zadnjeg izlaganja, fotografije vratiti autoru;
- g) Svaki autor osobno odgovara za prikazani motiv i bez naknade dozvoljava reprodukcije i objave u izdanjima HŠD-a kao i u ostalim medijima i publikacijama u svrhu promidžbe Salona, osim ako autor izričito ne zabrani objavljivanje.

Prijavnicu i detaljnije informacije o natječaju i izložbi možete vidjeti na web stranici Hrvatskoga šumarskoga društva Ogranak Bjelovar: <http://www.sumari.hr/bjelovar> ili se izravno obratiti kolegi **ŽELJKU GUBIJANU** na e-mail: zeljko.gubijan@hrsume.hr odnosno broj mobitela: ++385(0)98 453 324 (VPN 4381).

Organizacijski odbor

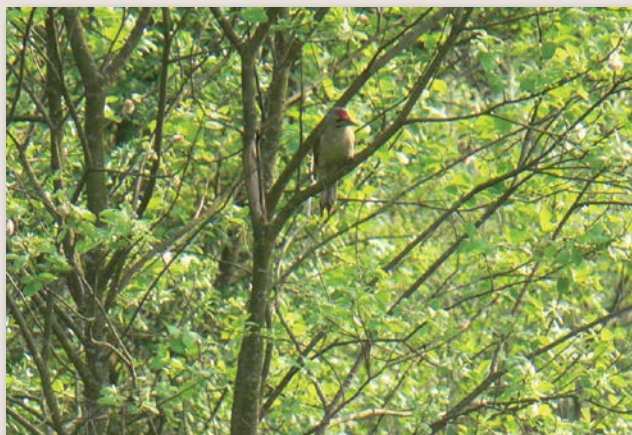
SIVA ŽUNA (*Picus canus* GMELIN)

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

Unutar vrste opisano je 11 podvrsta, od kojih nominalna podvrsta *P. c. canus* nastanjuje područje Europe. Naraste u dužinu oko 30 cm, s rasponom krila do 50 cm te ima oko 165 grama težine. Po veličini tijela možemo je usporediti s veličinom kosa, dok je manja od zelene žune. Spolovi su slični. Boja perja na vratu i donjim dijelovima tijela je siva, leđa, rep i podrepak su sivo zeleni, kao i krila koja imaju crno bijeli završetak na primarnim letnim perima. Glava je siva s crnom prugom – „brkovima“, koja ide od korijena kljuna. Mužjaka od ženke razlikujemo po crvenoj kapi na čelu, dok ženka uopće nema crvenog perja (po čemu je razlikujemo i od ženke zelene žune). Perje mladih ptica je više smeđe i na bokovima je prugasto. Kljun je dug, snažan,



Odrasla jedinka, ženka

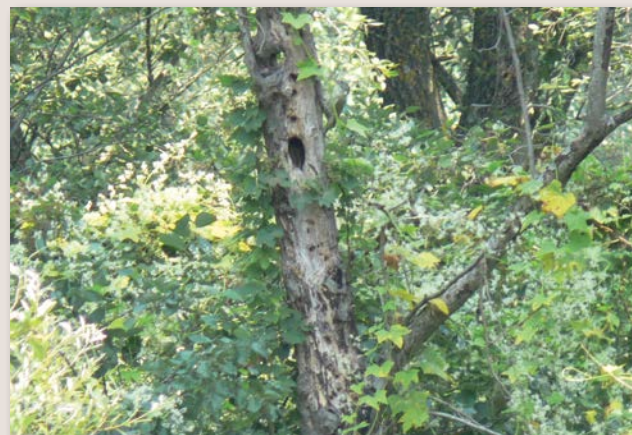


Odrasla jedinka, mužjak

ravan i šiljast poput dlijeta, uz čiju pomoć dubi duplje za gniježđenje u stablima, pronalazi hranu u kori i drvetu suhih stabala koju vadi uz pomoć dugog i ljepljivog jezika. Noge su tamno sive, kratke, snažne, prilagođene penjanju po stablima, sa po dva prsta smještena prema naprijed i dva prsta od kojih je jedan kraći prema natrag. Rep je četvrtast, građen od krutih pera koje služe kao oslonac prilikom penjanja po stablu. Leti brzo, isprekidano u obliku valova, a po tlu se vješto kreće poskakivanjem. Boravi u listopadnim i mješovitim šumskim predjelima, koji su ispresijecani neobraslim i poljoprivrednim površinama na području gotovo cijele Europe na sjeveru do granice rasprostranjenosti šuma, a na jugu do područja Balkana i sjevernog ruba Crnog mora. Gnjezdšte radi u duplji bez dodatno donesenog materijala. Gnjezdi od travnja do lipnja. Nese 5–10 bijelih jaja veličine oko 30 mm. Na jajima sjedi mužjak i ženka oko dva i pola tjedna. Prema nekim autorima noću na jajima sjedi samo ženka. Mladunci su čučavci i o njima se brinu oba roditelja još iduća četiri i pol tjedna. Hrane se insektima i njihovim ličinkama (posebna poslastica su im mravi) koje pronalaze na tlu i drveću te plodovima i sjemenkama.

U Hrvatskoj je gnjezdarica i stanarica šumskih predjela u središnjem i gorskom dijelu, od nizinskog do planinskog područja. Rjeđe se viđa izvan područja gniježđenja, koje napušta zbog natalne disperzije ili zimske skitnje radi prezimljavanja u povoljnijim uvjetima, kada dolazi i do morske obale.

Siva žuna je strogo zaštićena vrsta u Republici Hrvatskoj.



Suha stabla su vrijedan izvor hrane ili mjesto za izradu gnjezdišta

ZAŠTIĆENA PODRUČJA

Kratka povijest rendžerske službe – ideja, uzori i razvoj

Prof. dr. sc. Ivan Martinić

Mnogi će reći kako su upravo rendžeri ono najboje u povijesti razvoja nacionalnih parkova. U ovom nastavku pričom odlazimo u povijest prvih rendžera. Prvi rendžeri ostvarili su nevjerojatnu količinu posla s malo ili nimalo pomoći. Proveli su mnogo dugotrajnih dana u patroliranju, provjeravajući kršenja propisa, sami se bavili šumskim požarima i brojnim drugim aktivnostima. Spavali su na otvorenom s malo ili nimalo skloništa, živjeli na kratkim obrocima, bez telefona ili radio uređaja. Upravo su njihovi neumoljiv duh i ljubav prema poslu učinili parkove onim što su danas.

Po ugledu na rendžersku službu kakva je razvijena i djeluje u okviru Nacionalne parkovne službe SAD-a (NPS) organizirane su službe čuvara prirode u zaštićenim područjima različitih kategorija zaštite diljem svijeta. Razlog je to da barem u najkraćoj formi upoznamo povijesne okolnosti i ljude koji su u tijekom vremena oblikovali rendžersku službu, kao danas najprepoznatljivije parkovno osoblje širom svijeta.

Hej, rendžeru! - ovaj je uzvik poznat većini rendžera u SAD. Bilo da se radi o parkovnim rendžerima, šumskim rendžerima, čuvarima parka, parkovnim policajcima, parkovnim tehničarima, vodičima, interpretatorima ili rendžerima koji nose neki drugi od mnogobrojnih naziva. Nakon toga uzvika obično slijedi pitanje vrlo važno uzbuđenome posjetitelju koji je rendžera dozvao. Pitanje se može odnositi na lokalni divlji životinjski svijet, kojim putem doći do neke znamenitosti, a ovaj uzvik čak može biti i početak neke priče koja uopće nije niti trebala biti pitanje.

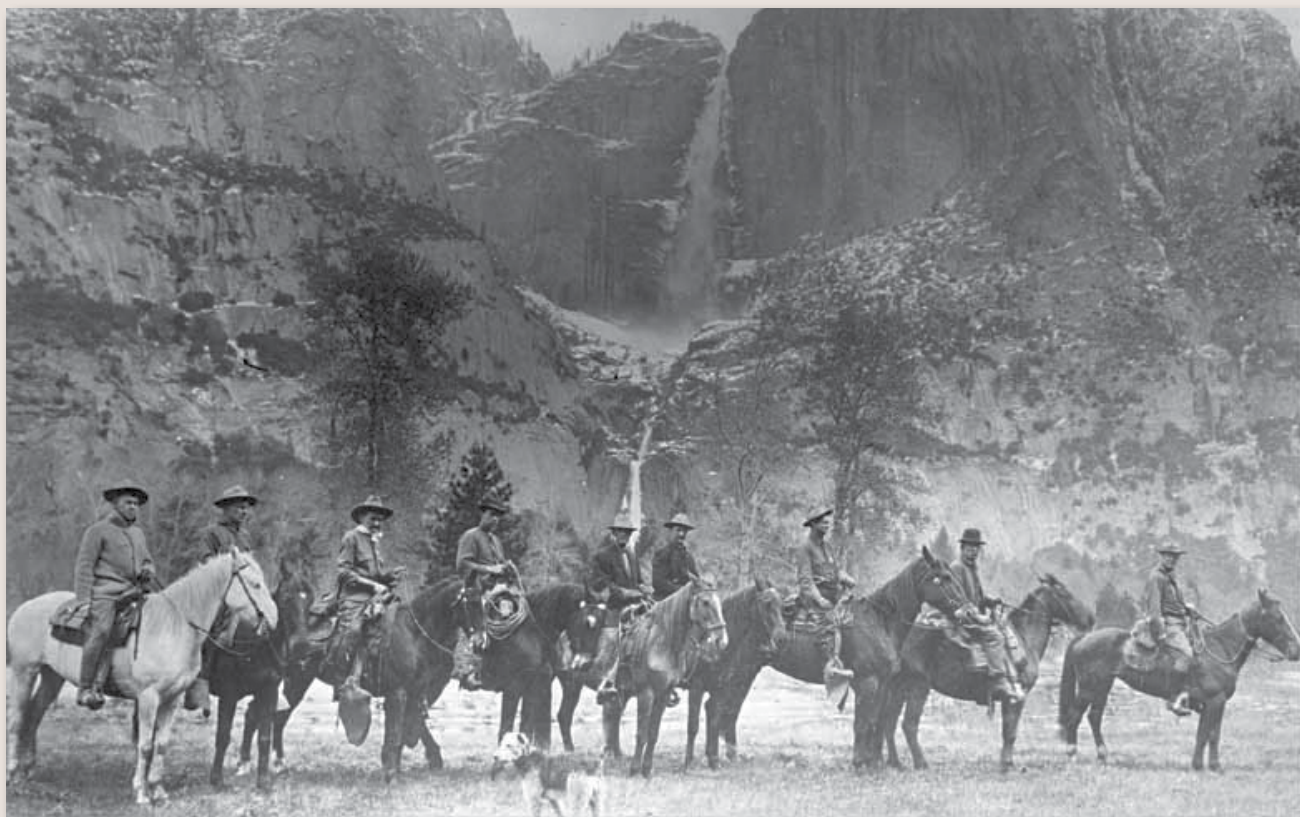
Podrijetlo pojma rendžer (engl. ranger) datira iz 14. stoljeća u Engleskoj, a izvučeno je iz riječi 'range' (prev. s engl. raspon) u smislu kretanja kroz neko područje veće površine. Tako prvi rendžeri patroliraju u kraljevskim šumama i parkovima kako bi spriječili krivolovce u lovištima koja pripadaju kruni.



Rogersovi rendžeri kao preteče današnje rendžerske službe – Rogers' Rangers u svojim zelenim, vunanim uniformama tijekom tzv. francuskog i indijskog rata (1754 – 1763)*; ovi prvi rendžeri predstavljali su male vojne jedinice koje je ustrojio R. Rogers i koje su se na strani britanske vojske borile u ratu, poznatome kao francuski i indijski rat.

U smislu suvremenog upravljanja nacionalnim parkovima pojam rendžera po prvi se puta veže uz Park Adirondack i reorganizaciju tamošnjih vatrogasnih snaga nakon katastrofalnog požara (1899. godine) kojim je bilo zahvaćeno 80.000 hektara parka. Sam naziv i izraz 'rendžer' preuzet je od Rogersovih rendžera, malih vojnih jedinica koje je ustrojio Robert Rogers i koje su se od 1755. godine tijekom tzv. francuskog i indijskog rata (1754 – 1763) borile na

* ilustracija pruzeta s: https://en.wikipedia.org/wiki/Rogers%27_Rangers#/media/File:Rogers_Rangers_U.S._Army_Center_of_Military_History.jpg



Godine 1914., civilni djelatnici Ministarstva unutarnjih poslova (US Department of Interior) zamijenili su vojsku u zaštiti Nacionalnog parka Yosemite*. Rendžerske snage (Ranger Force) činilo je pet stalnih rendžera i deset privremenih rendžera.

strani britanske vojske u području Lake George i Lake Champlain u regiji New York.

Izraz rendžer usvojio je prvi direktor NPS-a Stephen T. Mather, koji je promišljajući njihovu važnu i složenu ulogu, među ostalim, kazao i sljedeće: „Ovi čuvari (op. rendžeri) su fini, ozbiljni, inteligentni i javnome poslu predani ljudi, iako malobrojni, njihov je utjecaj velik. Na svojim ramenima nose mnoge dužnosti – ako treba pronaći prohodnu stazu, pošalješ rendžera; ako neka životinja zaglubi u snijegu, upravitelj šalje rendžera da pomogne; ako medvjed doluta u hotel, ako požar ugrožava šumu ili ako nekoga treba spasiti, rješenje je – pošalji rendžera!“.

Horace Albright, drugi po redu direktor NPS-a, nazvao je Harryja Younta, nadzornika zaduženog za divljač u nacionalnom parku Yellowstone, „ocem rendžerske službe i prvim rendžerom“ u nekom nacionalnom parku. Yount je angažiran 1880. godine kako bi proveo zabranu lova u parku. Uz ove dužnosti, on će služiti kao vodič, ali i pratnja državnim službenicima prilikom njihovih posjeta i obilaska parka. Prije svoje ostavke krajem 1881. godine Yount je predložio ravnatelju Yellowstonea da „... divljač i prirodne zanimljivosti parka moraju biti zaštićeni od strane parkovnih službenika koji se nalaze na različitim točkama parka

i koji imaju ovlasti provoditi poštivanje zakona te biti zaduženi za održavanje parkova i staza“. Yount je također istaknuo da je gotovo nemoguće da jedna osoba sama potpuno zaštiti divljač na širokom prostranstvu parka.

Rendžeri su u današnjim zaštićenim područjima „oči i uši“ parka. Moraju biti pouzdani, motivirani, te moraju negovati znatiželju i kreativnu hrabrost. Svaki rendžer svoje radno mjesto mora promatrati kao neiscrpan izvor projekata, ali i problema kojima se treba baviti i rješavati ih.

Rad rendžera određen je kroz tri razine znanja, iskustva i sposobnosti, pri čemu svaka razina ima svoje posebne zahtjeve i izazove. U američkom parkovnom sustavu svaki se uposleni rendžer nalazi na jednoj od tri razine: ulaznoj, razvojnoj ili razini pune radne sposobnosti.

Ulazna razina je uvodna razina tijekom koje rendžer svoj rad obavlja pod strogim nadzorom s naglaskom na sigurnost, kako rendžera tako i posjetitelja, a posebna pozornost posvećuje se razvoju osnovnih radnih sposobnosti.

Razvojna razina označava fazu u kojoj se rad rendžera i dalje odvija pod strogim nadzorom s naglaskom na sigurnost i daljnji razvoj osnovnih radnih sposobnosti, ali i uz upoznavanje s naprednijim radnim tehnikama i njihovim usavršavanjem.

* fotografija preuzeta s http://yosemite.ca.us/library/guardians_of_the_yosemite/images/first_rangers.jpg



Rendžeri ispred rendžerske postaje „Walter Harper“ (SAD, Aljaska). Ova postaja smještena u gradu Talkeetna, oko 100 milja južno od ulaza u nacionalni park i rezervat prirode Denali, središte je planinarskih operacija. Penjači koji žele osvojiti Denali ili druge vrhove u području Aljaskе moraju se ovdje zaustaviti i registrirati. Na slici je ukupan sastav rendžerske postaje koju čine glavni rendžer za Južni okrug (South District), voditelj službe planinarskih rendžera, 9 planinarskih rendžera, trener za helikopterske operacije kratkog dometa, pilot helikoptera, mehaničar helikoptera, tajnik za administraciju koji je ujedno i službenik za informiranje, 2 specijalista za upravljanje koncesijama u parku, ravnatelj službe i 3 pomoćnika službe za posjetitelje. Izvor fotografije: <https://www.nps.gov/dena/welcome-to-denali-dispatches.htm>

Na razini pune radne sposobnosti nadzor nad radom rendžera je manji. Rendžer samostalno obavlja radne zadatke uz pismene i usmene upute nadređenih.

Zadatak je rendžera osigurati posjetitelju siguran boravak u zaštićenome području, ekološki ga educirati i pri tome paziti da li posjetitelj poštuje propise važeće u nacionalnome parku. Posjetitelj dolazi u park uživati u prirodnim ljepotama, naučiti nešto novo i osjećati se sigurno dok boravi u parku.

Siguran boravak posjetitelja u parku u velikome dijelu ovisi o prisutnosti rendžera i njegovom pravilnome obavljanju posla. Međutim, i posjetitelji doprinose svojoj vlastitoj sigurnosti poštujući propise važeće u zaštićenome području. Svaki posjetitelj kada prvi puta dolazi u neki park, mora se informirati o propisima kojih se mora pridržavati tijekom boravka - što je dopušteno, a što je zabranjeno raditi u parku. U većini se parkova mogu dobiti tiskani materijali s popisom pravila i kaznama koje slijede ako se posjetitelj ne pridržava propisa. U nekim su parkovima i na ulaznicama otisnuta najvažnija pravila.

Prema nekim iskustvima, za ocjenu učinkovitosti pravila i zabrana nisu odlučujući ni zakoni na papiru, ni količina savjeta podijeljena posjetiteljima, niti broj upozoravajućih

natpisa u parku. Mnogo je važnija osobna prezentacija i provođenje ovih pravila na terenu.

Ako bilo što nije jasno u vezi s nekim propisom, posjetitelj je upućen konzultirati se s rendžerom. Nasmijani i dobro obaviješteni rendžer najugodniji je način za dobivanje potrebnih informacija.

Ovlaštenja rendžera vezana uz kažnjavanje posjetitelja uglavnom su detaljnije opisana u internim propisima pojedinog zaštićenog područja i pravilnicima o radu rendžerskih službi. Obično svi rendžeri imaju pravo prijavljivanja prekršitelja, naplaćivanja novčanih kazni, provjere identiteta posjetitelja te zaplijene predmeta i materijala koje je zabranjeno unositi u zaštićeno područje.

Uz parkovne rendžere u nekim državama postoje i šumski rendžeri. Najčešći rendžeri koje u američkom parkovnom sustavu posjetitelji miješaju su parkovni rendžer i šumski rendžer. Postoji li stvarna razlika između rendžera u nacionalnom parku i onih rendžera koji brinu o zaštićenoj šumi? Razlike, iako su male, ipak postoje i za posjetitelje su te razlike vrlo važne.

Iako mnogi posjetitelji toga nisu svjesni, nacionalni parkovi i zaštićena šumska područja dvije su različite zaštitne kategorije, svaka sa svojim koristima i svojim propisima. Nacionalni parkovi strogo štite nedirnutu prirodna područja,

usredotočuju se na zaštitu prirodnih i povijesnih značajki uz pažljivo odabrane rekreativne mogućnosti koje pružaju posjetiteljima. Krajnji je cilj prirodu sačuvati “nenarušenom za uporabu sljedećim generacijama”. Parkovni su rendžeri uposlenici NPS-a u okrilju Ministarstva unutarnjih poslova SAD (Department of Interior).

Zaštićena se šumska područja, s druge strane, osim zaštitom prirodnih dobara bave i različitim načinima njihovoga iskorištavanja. Pod pojmom višenamjenske uporabe zaštićene šume SAD svojim građanima osiguravaju niz usluga i dobara, uključujući drvene proizvode, ispašu stoke, iskorištavanje nalazišta minerala, te rekreaciju bez ili uporabom različitih tipova vozila. Zaštićenim šumama upravljaju šumski rendžeri, uposlenici Šumarske službe SAD (US Forest Service – USFS) u okviru Ministarstva poljoprivrede SAD (Department of Agriculture).

Zbog svojih različitih namjena, nacionalni parkovi i zaštićena šumska područja imaju i različita pravila ponašanja koje posjetitelji moraju poštivati. Na primjer, u zaštićenim je šumama sportski lov obično dozvoljen, dok je on strogo zabranjen u nacionalnim parkovima. Na šetačke staze nacionalnih parkova ne smiju se voditi psi, dok je to dopušteno u zaštićenim šumama. Motocikli su, na primjer, dozvoljeni u zaštićenim šumama, a zabranjeni u nacionalnim parkovima.

Obje se agencije brinu o očuvanju prirodnih područja. U okviru svoje nadležnosti, obje organizacije nastoje ostvariti što je veći mogući stupanj zaštite prirodnih krajolika.

U slučaju kada nacionalni parkovi neposredno graniče sa zaštićenim šumskim područjima, posjetitelj mora obratiti

posebnu pozornost tome gdje se u određenom trenutku nalazi, u kojoj je vrsti zaštićenog područja. Neka aktivnost dopuštena propisima zaštićenih šuma može posjetitelja stati velike novčane kazne ako je prešao granicu i istu aktivnost nastavio provoditi u nacionalnome parku.

Diljem SAD, čuvari prirodnih, povijesnih i kulturnih bogatstava, bez obzira na raznolikost njihovih naziva, uniformi, razine njihove obučenosti ili porijekla, nalaze se ipak u sličnim situacijama. Rendžer u jednoj agenciji može imati određene dužnosti i radne zadatke, dok u drugoj agenciji ima drukčiji položaj, a radni mu se zadaci razlikuju u određenoj mjeri. Ipak, u profesionalnoj karijeri svakoga rendžera mogu se naći mnoge dodirne točke.

Od prvih čuvara parkova na početku 19. stoljeća u novoj prijestolnici SAD, Washingtonu, preko stvaranja ideje nacionalnoga parka i ustanovljavanja prvoga nacionalnoga parka u svijetu (Yellowstone 1872. godine), osnivanja NPS-a, krovne rendžerske organizacije u SAD, pa sve do danas, američki su rendžeri pioniri posebnoga pristupa zaštiti prirode i zaštićenih prirodnih područja. Tijekom svoje više od 100 godina duge povijesti, stručnjaci NPS, zaljubljenici u prirodu i obični ljudi, ali u najvećoj mjeri rendžeri dali su svoj doprinos oblikovanju rendžerske ideje u mnogim načinima rada na zaštiti prirode. Zbog toga se iz SAD rendžerska ideja proširila na skoro sve kontinente i u mnoge države, koje koristeći se iskustvima američkih rendžera nastoje svojim građanima osigurati uživanje u prirodnim osobitostima države, ali tako da se izvanredne prirodne vrijednosti ne naruše, već da se obzirno sačuvaju za generacije koje dolaze.

ŠUMA ŠUMARUM (ŠUMOVI U POIMANJU ŠUME)

Christian Gallo, dipl. ing. šumarstva

Obično nazivamo šumom svako zemljište koje je obraslo šumskim drvećem. Sa strogo stručnog gledišta nije to ispravno, jer svako zemljište na kojemu se uzgaja šumsko drveće ne služi kao šuma, nego može služiti kao perivoj, igralište, sajmište, itd., a na ovakvom zemljištu ne uzgajamo drveće radi dobivanja drveta i drugih nuz-užitaka kao u šumi, nego radi hlada u kojemu odmaramo, igramo, trgujemo itd. Ne možemo nazivati šumom ni zemljišta obrasla šumskim grmljem tj. šikare, koje uglavnom služe kao pašnjaci, a drva

iz njih dobivamo vrlo malo. Gornja definicija nije stoga potpuna, jer prave šumske površine ne moraju i nisu uvijek obrasle drvećem, npr. šumske čistine ili nekoliko godina nepošumljene sječine. Tako je davne 1925. u svojoj knjizi Uzgajanje šuma pisao dr. Andrija Petračić. Proteklo je od tada gotovo sto godina (niti jedna lužnjakova ophodnja), a definicija - percepcija šume je bitnija (i zamršenija) nego ikad. Šume su u međuvremenu postale vrlo bitna tema i izvan konteksta proizvodnje visokovrijednih drvnih sortimenata.

U još uvijek važećem Zakonu o šumama stoji, da se šumom smatra zemljište obraslo šumskim drvećem u obliku sastojine na površini većoj od 10 ari. Šumom se smatraju i šumski rasadnici i sjemenske plantaže koje su sastavni dio šume, šumska infrastruktura, protupožarni prosjeci te ostala manja otvorena područja unutar šume, šume u zaštićenim područjima prema posebnom propisu, šume od posebnog ekološkog, znanstvenog, povijesnog ili duhovnog interesa, vjetrobrani i zaštitne zone – zaštitni pojasevi drveća površine veće od 10 ari i širine veće od 20 m. Šumsko je zemljište ono na kojemu se uzgaja šuma ili koje je zbog svojih prirodnih obilježja i uvjeta gospodarenja kao najpovoljnije za uzgajanje šuma. U prijedlogu novog Zakona o šumama, koji je po najavama trebao već stupiti na snagu, definicija (članak 5) je složenija, te se sada između ostalog u istoj navode i proizvodnja šumskih proizvoda, ostvarivanje općekorisnih funkcija, uravnoteženi odnosi biocenoze i staništa, ali se i detaljno razdvaja (definira) šuma od šumskog zemljišta.

Definicija šume je jasna, bar naizgled, kontinentalni dijelovi Hrvatske nemaju nikakvih problema s istom, no što je tamo gdje je vrijednost (šumskog) zemljišta dosegla vrijednost suhog zlata, u usporedbi koje je vrijednost najvrjednijeg lužnjakovog sortimenta smiješna? U jednom trenutku novije Hrvatske povijesti iz jedne naočigled jasne definicije što je to šuma/šumsko zemljište, proizišli su krupni problemi u tumačenju iste, toliko krupni da dan danas s vremenskim odmakom od dvadeset osam godina nisu riješeni. Problem je čitav niz godina mirovao poput duha u boci, da bi najzad njegov polagani izlazak podizao entropiju u tumačenju šuma/šumskog zemljišta, građevinskog zemljišta, poljoprivrednog zemljišta, izdvajanja šuma/šumskog zemljišta, vlasništva nad šumama/šumskim zemljištem.

Problem je uočen, i to je svakako prvi korak ka njegovom rješavanju, koje neće biti niti jednostavno, niti brzo. U rješavanje istog uključeni su različiti subjekti, uglavnom različitih interesa, oprečnih stavova, proturječnih tumačenja. U svemu navedenom nažalost i šumarska se struka povremeno sagibala i povlačila pred raznim silnicama.

16. listopada 1990. dan je začeca većeg dijela ove problematike, datum je to Izmjena i dopuna Zakona o šumama. Tim je izmjenama i dopunama izvršena pretvorba društvenog vlasništva na svim šumama i šumskom zemljištu koje tada nisu bile u privatnom vlasništvu, odnosno koje su bile u društvenom vlasništvu te je vlasnikom istih određena Republika Hrvatska. Različita tumačenja javila su se za šume i šumska zemljišta koja su se tada nalazila u građevinskom području naselja. Na temelju tumačenja da nije riječ o šumama i šumskom zemljištu samom činjenicom da se nalaze unutar građevinskog područja, pojedini su sudovi dozvoljavali jedinicama lokalne samouprave uknjižbu vlasništva nad predmetnim šumama i šumskim zemljištem. Zaključak jednog od mišljenja starog petnaestak godina Državnog od-

vjetništva Republike Hrvatske upućenog županijskim i općinskim državnim odvjetništvima (na znanje i određenim ministarstvima) glasio je: „*Neovisno od toga je li se nekretnina nalazi u gradu ili u naselju gradskog karaktera ili je prostornim planom određena za izgradnju gradskih objekata ili za javne površine, a šuma je kao što to propisuje Zakon o šumama, vlasništvo Republike Hrvatske od 16. listopada 1990.*“ Citirano je mišljenje dostavljeno radi uknjižbe vlasništva Republike Hrvatske, koja za velik broj čestica nije provedena, odnosno ne u korist Republike Hrvatske. Protekom vremena problem je eksponencijalno rastao, jer su jedinice lokalne samouprave na različite načine raspolagale istim – čestice su prodavane ili je na njima izgrađena razna infrastruktura, ili su pak održavane kao urbane šume, ili pretvarane u parkove. Dugo odgađanje rješavanja problema prekinuto je 2012. godine nakon presude Vrhovnog suda Republike Hrvatske da šume i šumsko zemljište koje se 1990. nalazilo u društvenom vlasništvu, neovisno je li se nalazilo u zoni građevinskog zemljišta ili izvan nje, sukladno Zakonu o šumama postaje vlasništvo Republike Hrvatske. Novonastala situacija rezultirala je mnoštvom tužbi Republike Hrvatske, jer jasno, jedinice lokalne samouprave nisu se htjele odreći prava vlasništva, bar ne nad svim česticama.

No, ne postoje samo problemi u tumačenju šumskog i građevinskog zemljišta (pa time i vlasništva), već i u tumačenju šumskog i poljoprivrednog zemljišta u vlasništvu Republike Hrvatske. Iako je poljoprivredno zemljište samo po sebi često politici vruć krumpir (pa i trenutačno), nije ono predmet za ove retke. Predmet je samo onoliko koliko iznosi, matematičkim rječnikom, presjek skupova šumskih i poljoprivrednih čestica, odnosno koliko ima čestica koje su obuhvaćene u oba skupa. Taj bi presjek trebao biti prazan skup, odnosno skup čestica šumskog zemljišta i skup čestica poljoprivrednog zemljišta trebali bi biti disjunktni. Naporno se radi na tomu, a pritom je jedan od orijentira bio i Arkod – po definiciji „nacionalni sustav identifikacije zemljišnih parcela, odnosno evidencija uporabe poljoprivrednog zemljišta u Republici Hrvatskoj“. U apogeu domišljatosti netko se prije više vremena sjetio da čestice koje su obuhvaćene Arkodom ne smiju biti obuhvaćene programima gospodarenja, no pritom je zaboravio barem dvije činjenice: da je tada, nadam se ne i sada, Arkod bio sustav, između ostalog i lažnih podataka te da su se u Arkodu mogle naći i čestice za koje je temeljem Zakona o šumama sklopljen ugovor o zakupu u svrhu pašarenja. Kasnije, u jednom dopisu Ministarstva poljoprivrede podsjeća se, da je za sve čestice koje se uključuju u šumskogospodarske planove, a koje se u katastru ne vode kao šuma, nužno pribaviti potvrdu Agencije za poljoprivredno zemljište da se iste ne nalaze u nekom obliku raspolaganja sukladno Zakonu o poljoprivrednom zemljištu. Kada je već riječ o poljoprivrednom zemljištu u vlasništvu Republike Hrvatske, istaknuo bih još jedan trenutak – Uredba o postupku i mjerilima za osnivanje služ-

nosti u šumi ili na šumskom zemljištu u vlasništvu Republike Hrvatske radi podizanja višegodišnjih nasada. Za sve one čestice za koje je Vlada u svojih deset Odluka dozvolila prenamjenu iz šumskog u poljoprivredno zemljište na temelju navedene uredbe, žalim za onim česticama koje se nisu trebale naći na tom popisu, jer nisu bile ni neobrasle ni obrasle početnim ili degradacijskim razvojnim stadijima šumskih sastojina, kako je to propisivala Uredba koja srećom više nije na snazi. Nažalost, kako to često u našem društvu biva, razne devijacije poput pritisaka, ustupaka, obećanja... odradile su svoje.

Jedan od sljedećih vjernih problema je katastarska kultura čestica, odnosno način uporabe katastarske čestice. Općepoznata je činjenica da katastar nije ažuriran, što znači da ne odgovara stanju u naravi. Prema Zakonu o državnoj izmjeri i katastru nekretnina svaku promjenu na nekretninama koja utječe na podatke upisane u katastar, pa tako i ona o kulturi, nositelj prava na nekretninama dužan je u roku od 30 dana prijaviti nadležnom uredu za katastar uz odgovarajući elaborat. I na tu činjenicu je u jednom od svojih dopisa Ministarstvo poljoprivrede upozoravalo, da društvo Hrvatske šume ima zakonsku obvezu prema kojoj kao nositelj prava na nekretninama – pravo gospodarenja na šumama i šumskim zemljištima u vlasništvu Republike Hrvatske, dužno prijaviti promjene kako je već netom navedeno. Vlastito iskustvo govori mi kako mijenjanje katastarske kulture čestica koje su obuhvaćene programima za gospodarenje šumama/šumskim zemljištima u vlasništvu Republike Hrvatske nije jednostavno ni brzo, ali ipak moguće. No, u tim birokratskim putešestvijima usput možete otkriti da je postupanje raznih katastarskih ispostava po istom zahtjevu različito. Isto predstavlja opsežan problem, kojega bi radi sustavnog, ali i bržeg rješavanja, trebalo podići na višu razinu. Problem katastarske kulture ponovo nas vodi u susret poljoprivrednom zemljištu. Stoga u članku 60. Pravilnika o uređivanju stoji „*U iskaz površina uvrštavaju se sve površine sukladno članku 4. Zakona o šumama, bez obzira na vrstu uporabe evidentirane u katastru*“, ali stoji i sljedeće: „*Površine obrasle početnim razvojnim stadijima šumskih sastojina za koje vrsta uporabe evidentirana u katastru nije šuma, a koje se uz gospodarski opravdane troškove mogu privesti poljoprivrednoj proizvodnji, ne uvrštavaju se u šumskogospodarske planove.*“ Problem šuma u naravi koje se u katastru ne vode kao takve, u jednom je trenutku kulminirao prilikom uređivanja šuma šumoposjednika, posebno u temperamentnim južnijim krajevima Hrvatske, kada su takve površine bile, ili trebale biti obuhvaćene novim programima gospodarenja šumama šumoposjednika. Slučajevi u kojima šumsko zemljište može postati poljoprivredno, i obratno, definirani su najnovijim Zakonom o poljoprivrednom zemljištu (i u prijedlogu Zakona o šumama o kojemu se ovih dana raspravlja u Saboru) članak 3. stavak 2 *Pojedino zemljište izvan građevinskog područja koje je po načinu upo-*

rabe u katastru opisano kao oranica, vrt, livada, pašnjak, voćnjak, maslinik, vinograd, trstik i močvara, a u naravi je zapušteno poljoprivredno zemljište koje se može privesti poljoprivrednoj proizvodnji uz troškove koji su manji od tržišne vrijednosti ili ukupnog iznosa zakupnine kroz cijelo vrijeme trajanja zakupa toga zemljišta, a koje je dio šumskogospodarskog područja može se izdvojiti iz šumskogospodarskog područja sukladno posebnom propisu iz upravnog područja šumarstva, odnosno stavak 6 Pojedino zemljište izvan građevinskog područja, za koje je kao način uporabe u katastru navedeno oranica, vrt, livada, pašnjak, voćnjak, maslinik, vinograd, trstik i močvara, a u naravi je zapušteno poljoprivredno zemljište koje neće biti privedeno poljoprivrednoj proizvodnji, jer su troškovi privođenja poljoprivrednoj namjeni veći od tržišne vrijednosti ili ukupnog iznosa zakupnine toga zemljišta, a sada nije dio šumskogospodarskog područja, može se uključiti u šumskogospodarsko područje sukladno posebnom propisu iz upravnog područja šumarstva. Nakon svega iznesenog bilježim i događaj iz osobnog iskustva. Po prijavi za neovlašteno zauzimanje šumskog zemljišta u vlasništvu Republike Hrvatske uredno obuhvaćenim važećim programom za gospodarenje šumama, šumarski se inspektor utvrdio da se katastarska čestica (u naravi šuma) na kojoj je došlo do neovlaštenog zauzimanja u katastru ne vodi kao šuma, proglašava nenadležnim!

Vratimo li se ponovo definiciji šume i šumskog zemljišta, kampovi su kategorija za koju nije bilo sve jasno i nedvojbeno u kontekstu Zakona o šumama. Kada je riječ o Istarskoj županiji treba naglasiti da je većina kampova uglavnom smještena u prirodnim šumama ili pak na mjestima koja je prethodno šumarska struka pošumila. Postupak izdvajanja i uplate naknade, koji je bio zakonom predviđen i prije 1990. uglavnom nije proveden, pa su kampovi mahom ostali obuhvaćeni programima gospodarenja do dana današnjeg. Kampovi su se našli u žiži interesa i u kontekstu turističkog zemljišta (još jedan problem čije se rješavanje odgađalo čitav niz godina). I na ovu temu će Državno odvjetništvo Republike Hrvatske uputiti mišljenje Ministarstvu poljoprivrede (2015.) i županijskim državnim odvjetništvima (2017.). U mišljenju iz 2015. (koje je doneseno i na temelju mišljenja Ministarstva graditeljstva i prostornog uređenja) između ostalog stoji „*izgradnjom objekata koji su u funkciji kampa (receptije, sanitarnog čvora i dr.) te međusobnog odnosa izgrađenih objekata i zemljišta koje služi za obavljanje djelatnosti kampa, građenjem je nastala nova stvar – kamp. Što je bolja drvena sastojina unutar izgrađenog objekta, to je u pravilu kamp bolje kategoriziran i poželjnije odredište po korisnike kampa. Stoga smo mišljenja da zemljište obraslo drvnom sastojinom u kampu nije šuma i šumsko zemljište u smislu Zakona o šumama, već je sastavni dio jedinstvene građevine kampa....*“. Nadalje stoji da ukoliko se takve nekretnine vode u šumskogospodarskoj osnovi, trebaju isključiti iz iste bez provođenja posebnog postupka za izuzimanje i

plaćanja naknade za to. U nastavku i kontekstu ističem Uredbu o osnivanju prava građenja na šumama i šumskom zemljištu u vlasništvu Republike Hrvatske iz 2016. godine, kojom se propisuju postupak i mjerila za osnivanje prava građenja na šumama i na šumskom zemljištu u vlasništvu Republike Hrvatske kojima gospodari trgovačko društvo Hrvatske šume d.o.o. u svrhu izgradnje golf igrališta i **kampa**, čija je gradnja prema prostornom planu planirana izvan građevinskog područja. Nakon dva mišljenja da zemljište obraslo sastojinom u kampu nije šuma, nakon što se prilikom revizija doista sporne čestice ne uvrštavaju više u programe gospodarenja, postoji uredba koja propisuje kako izgraditi kamp na šumskom zemljištu izvan građevinskog područja, a da pritom zemljište ostane i dalje obuhvaćeno programom gospodarenja!? Neka komentar izostane! Usput budi rečeno Prostorni plan Istarske županije dopušta gradnju kampova, kao i golf terena, isključivo na građevinskom zemljištu. Nakon svega navedenog, doista mi nije poznat doseg predmetne Uredbe.

Granica između je šuma i nije više šuma tanašna je, zahvaljujući članku 51. Zakona o šumama. To je prvi članak imovinsko – pravnih odnosa, te u njemu stoji o izdvajanju čestica iz šumskogospodarskog područja. Gotovo u svakim izmjenama i dopunama Zakona mijenjao se predmetni članak, čak je 2008. dodan članak 51a. Izdvajanje postaje vrlo važan moment u šumarstvu, skoro toliko da bi se i zakon mogao zvati Zakon o izdvajanju šuma i šumskog zemljišta. Na tom tragu u posljednjim izmjenama i dopunama Zakona o šumama 2014., u članku nad člancima, 51. stoji da „šume i šumska zemljišta u vlasništvu Republike Hrvatske koja se Prostornim planom proglase građevinskim područjem, izdvajaju se iz šumskogospodarskoga područja Republike Hrvatske danom stupanja na snagu Prostornog plana kojim su uključene u građevinsko područje“. Dakle, izdvajanje se događa bez ikakvog rješenja, metodom automatizma i prije nego se zna tko i što gradi na novoproglašenom građevinskom području, ili kako stoji u službenom obrazloženju posljednjih izmjena i dopuna zakona, uveden je potpuno novi postupak izdvajanja šuma i šumskog zemljišta u vlasništvu Republike Hrvatske, a sve u svrhu privlačenja novih investitora s kvalitetnim investicijskim projektima. Kako nadalje stoji u istom članku još uvijek važećeg Zakona, *izdvojenom šumom ili šumskim zemljištem pravo gospodarenja zadržava osoba koja je imala ista prava prije iz-*

dvajanja. Nalikuje mi na stanje ambivalencije – istovremeno je i nije šuma/šumsko zemljište, odnosno de facto je, a de jure nije. Ovaj, za hrvatsko gospodarstvo spasonosni članak, regulira i pravo građenja u svrhu izgradnje prije spomenutih kampova (i golf terena). U najnovijem prijedlogu Zakona o šumama, čije je stupanje na snagu sve bliže, za izdvajanje šuma rezervirana su čitava tri članka (predviđa se i mogućnost izdvajanja „poljoprivrednog“ zemljišta – također već spomenuto), a posebno se naglašava da Ministarstvo **rješenjem** može izdvojiti šumu i šumsko zemljište u vlasništvu Republike Hrvatske iz šumskogospodarskog područja....Izgleda da se spasonosnom članku 51. u postojećem obliku bliži kraj. Tko zna zašto? Pretpostavljam da ćemo čestice koje smo požurili „izdvojiti“ na temelju toga što su se našle u građevinskom području, a na kojima se do sada glede gradnje nije ništa zbilo, uredno uključiti u šumskogospodarsko područje.

Vjerojatno naprijed navedeno ne predstavlja sve probleme u poimanju šuma i šumskog zemljišta, no i ovo je više nego dovoljno. Na kraju naglašavam da su ovi zaključci doneseni isključivo na temelju osobnog iskustva te zaključujem da šume i šumska zemljišta ne uživaju zaštitu kakvu zaslužuju s obzirom na svoju važnost. Iako u Zakonu o šumama i dalje stoji da su šume i *šumska zemljišta dobra od interesa za Republiku Hrvatsku te imaju njezinu osobitu zaštitu*, šume i šumska zemljišta *njezinu* zaštitu uživaju manje od potrebnog zbog raznih prijašnjih članaka Zakona o šumama kojima se pogodovalo, kako ga se voli nazivati, krupnom kapitalu, iako se pogodovalo i ostalom, sitnijem, kapitalu. Drugi, nemali, problem leži i u neprovođenju Zakona, nedostatnog nadzora nad primjenom istog, a što se u konačnici reflektira u općem stavu prema šumama. A taj se stav, primjerice, izvrsno da iščitati kroz nikad manje autoritativnu lugarsku službu ili pak u raznim sudskim presudama (za nedopuštene radnje u šumama i šumskim zemljištima) koje su često nalikovale persiflažama. Kako se veći dio navedenih problema odnosi na priobalno, krško šumarstvo, koje se i unutar struke uvijek smatralo drukčijim šumarstvom, što u konačnici i je, ali ne manje vrijedno, nažalost i sama struka mogla je učiniti znatno više u rješavanju, ali i sprječavanju predmetnih problema. No, s obzirom da su neki od problema detektirani i na najvišim državnim razinama, za očekivati je da će u skoroj budućnosti biti i riješeni. Dakako, nadam se ne na štetu šuma i šumskog zemljišta.

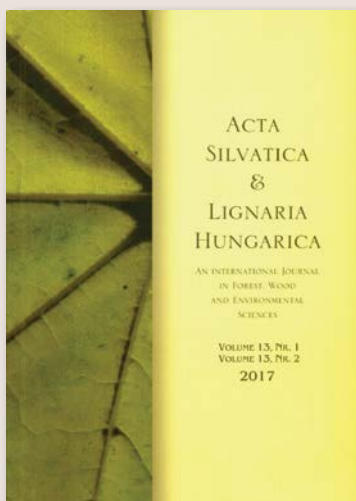
PREGLED PISANJA ODABRANIH ČASOPISA U REDAKCIJSKOJ RAZMJENI ŠUMARSKOG LISTA

Branko Meštrić, dipl. ing. šum.

ACTA SILVATICA ET LIGNARIA HUNGARICA

VOLUME 13, Nr. 1 (2017)

Ekonomska procjena sastojina obične bukve i hrasta cera gospodarenih na način blizak prirodnom (CSÉPÁNYI, Péter – CSÓR, Attila)



Svjetlosni uvjeti, vlaga tla i pokrivenost vegetacijom na umjetnim progalama u zapadnoj Mađarskoj (KOLLÁR, Tamás)

Učinak umjetnih svjetala na zajednice noćnih makrolepidoptera (Lepidoptera: Macroheterocera) (PINTÉRNÉ NAGY, Edit – PÖDÖR, Zoltán)

Primjena informacijskih sustava zaštite okoliša u procjeni utjecaja na okoliš (u Mađarskoj) (ELEKNÉ FODOR, Veronika – PÁJER, József)

Energetska trava kao sirovina za proizvodnju MDF-a (ALPÁR, Tibor L. – MARKÓ, Gábor)

Ispitivanje fotostabilnosti drva običnog graba (*Carpinus betulus* L.) acetiliranog i premazanog kuhanim lanenim uljem (FODOR, Fanni – NÉMETH, Róbert)

VOLUME 13, Nr. 2 (2017)

Praćenje hidrološke ravnoteže na području Nacionalnog parka Kiskunság (BOLLA, Bence – NÉMETH, Tamás Márton)

Nadzemna biomasa stabala i sastojina običnog bagrema (*Robinia pseudoacacia* L.) (RÉDEI, Károly – GÁL, János – KESERŰ, Zsolt – ANTAL, Borbála)

Korištenje hrastove (*Quercus petraea* (Matt. Liebl.) kore za anaerobnu digestacijsku proizvodnju bioplina (MAKK, Ádám – NÁNDOR – RÉTFALVI, Tamás – HOFMANN, Tamás)

Higroskopsnost uzdužno komprimiranog drveta (BÁDER, Mátyás – NÉMETH, Róbert)

Sadržaj i sažeci Biltena šumarskih znanosti, Vol. 7, 2017

(Kompletni radovi mogu se pronaći i preuzeti u pdf formatu s internetske stranice časopisa (www.erdtudkoz.hu))

Contents and Abstracts of Bulletin of Forestry Science, Vol. 7, 2017

The full papers can be found and downloaded in pdf format from the journal's webpage (www.erdtudkoz.hu)

CROATIAN JOURNAL OF FOREST ENGINEERING

Volume 39 No.1 (2018)

IZVORNI ZNANSTVENI RADOVI

Model produktivnosti za operacije “cut-to-length” harvester na južnoafričkim plantažama eukaliptusa za celulozu (JENNIFER NORIHIRO, PIERRE A. ACKERMAN, DIRK LAENGIN, BEN D. SPONG)



Produktivnost “cut-to-length” harvesterskih operacija po dobi i iskustva operatera (JUKKA MALINEN, JANNE TASKINEN, TIMO TOLPPA)

Produktivnost i troškovi harvarderskih sustava u proredama sitnog industrijskog drva (KALLE KÄRHÄ, ASKO POIKELA, TEIJO PALANDER)

Učinci metode kratkotrajnog skladištenja na gubitak vlage i promjenu težine bukovih trupaca (ARKADIUSZ TOMCZAK, GRZEGORZ GRODZIŃSKI, MARCIN JAKUBOWSKI, TOMASZ JELONEK I WITOLD GRZYWIŃSKI)

Planiranje mreže šumskih putova u prirodnim šumskim područjima: studija slučaja u sjevernoj Bosni i Hercegovini (VLADIMIR PETKOVIĆ, IGOR POTOČNIK)

Studija utjecaja šumskih putova na sastojinsku i stanišnu strukturu u tri talijanske i iranske šume umjerenog područja (RODOLFO PICCHIO, FARZAM TAVANKAR, RACHEL VENANZI, ANGELA LO MONACO, MEHRDAD NIKOBY)

Srednjoročne promjene na površinskom sloju tla na vlakama i sječnim linijama nakon produžene sječe: studija slučaja u borealnoj šumi Sjeveroistočne Rusije (ALEKSEY ILINTSEV, ELENA NAKVASINA, ALEKSEY ALEJNIKOV, SERGEJ TRETJAKOV, SERGEJ KOPTEV, ALEKSANDAR BOGDANOV)

Vučna učinkovitost guma u šumskim uvjetima - procjena utjecaja parametara tla i guma (ANNA CUDZIK, MAREK BRENNENSTHUL, WŁODZIMIERZ BIAŁCZYK, JAROSŁAW CZARNECKI)

Prekretanje prikolice tijekom prijevoza drva: Eksperimentalni pregled utjecaja vezne točke i šasije (MARCO MANZONE, ANGELA CALVO)

Analiza opasnih emisija ručnih šumskih strojeva pokretanih standardnim mješavinama goriva ili alkilatnim gorivom (ALDO CALCANTE, DAVIDE FACCHINETTI, DOMENICO PESSINA)

Procjena točnosti digitalnih modela terena nizinskih šuma hrasta lužnjaka izvedenih iz zračnog laserskog skeniranja iz zraka i fotogrametrije (IVAN BALENOVIĆ, MATEO GAŠPAROVIĆ, ANITA SIMIC MILAS, ALEN BERTA, ANTE SELTKOVIĆ)

Određivanje vijeka trajanja zupčanika iz sintetiziranih metala s obzirom na zamor i savijanje zuba (SREČKO GLODEŽ, MARKO ŠORI, KREŠIMIR VUČKOVIĆ, STJEPAN RISOVIĆ)

PREGLEDNI RAD

Trendovi istraživanja u europskim lancima opskrbe šumskim gorivima: pregled posljednjih deset godina (2007-2016) - Drugi dio: Prekidanje, transport i logistika (MARTIN KÜHMAIER, GERNOT ERBER)

GOZDARSKI VESTNIK

Vol. 76 • br. 1

UVODNIK

Uvijek novi izazovi u višenamjenskom planiranju šuma (Mitja SKUDNIK)



ZNANSTVENE RASPRAVE

Brdski biciklizam u prirodnom okruženju u Sloveniji (Peter ZAJC, Mojca GOLOBIČ, Andrej BONČINA)

Utjecaj svojstava tla na pojavu klizišta u Sloveniji (Črt ŠUŠTAR, Milan KOBAL)

STRUČNI RADOVI

Šumarska pedagogija - način obrazovanja ljudi za održivi razvoj društva (Špela PLANINŠEK, Saša VOCHL, Katarina FLAJŠMAN, Ursa VILHAR, Petar ŽELEZNIK, Špela HABIČ)

ŠUMARSTVO U VREMENU I PROSTORU

CARL POSCH - začetnik grupno-prebornog gospodarenja u šumama Gornje Gorenjske (Alojz BUDKOVIĆ)

LIFE Klimatski put 2050 (Katarina TRSTENJAK, Boštjan MALI)

Stanje državnih šuma nakon vjetrolova u prosincu 2017. godine (Katarina STANONIK ROTER)

Riječ u spomen dr. Franje Kordiša (Rafael VONČINA)

Vol. 76 • br. 2

UVODNIK

Korak ka objektivnijem mapiranju šumskih funkcija (Mitja SKUDNIK)

ZNANSTVENI I STRUČNI RADOVI

Pregled metoda za modeliranje kamenih odrona u Sloveniji (Barbara ŽABOTA, Milan KOBAL)

Usporedba selektivnog prorjeđivanja i situacijskog prorjeđivanja u bukovim letvicima na Menini (Domen ARNIČ, Janez KRČ, Jurij DIACI)

Obična vinobojka - invazivna alohtona biljka, problematično za obnovu šuma (Maria STARE)

ŠUMARSTVO U VREMENU I PROSTORU

ECO KARST - Ekosustavne aktivnosti krških zaštićenih područja - pokretačke snage za održivi razvoj na lokalnoj razini (Davorin ROGINA)

12. aukcija najvrjednijeg drva u Slovenj Gradecu u znaku suficita (Marta KREJAN ČOKL)

Doktorske disertacije na području šumarstva u 2017. (Lucija PERŠIN ARIFOVIĆ)

Šumarstvo u izvješćima Ministarstva unutarnjih poslova u godinama 1949. – 1952. (Alojz BUDKOVIĆ)

REVUE FORESTIERE FRANÇAISE

RFF - Numéro 3 - 2017

BIOLOGIJA I EKOLOGIJA

Očuvanje crne topole u Francuskoj - trenutno stanje Programa očuvanja i razvoja genetičkih resursa (Marc Villar, Olivier Forestier)

Bukva u svjetlu klimatskih promjena: slučaj Belgije (Nicolas Latte, François Lebourgeois, Vincent Kint, Thomas Drouet, Hugues Claessens)

PLANIRANJE I UPRAVLJANJE

Aktivno obnavljanje oštećenih šumskih tala (Juan Luis Flores Fernandez, Peter Hartmann)

POVIJEST I TERITORIJE

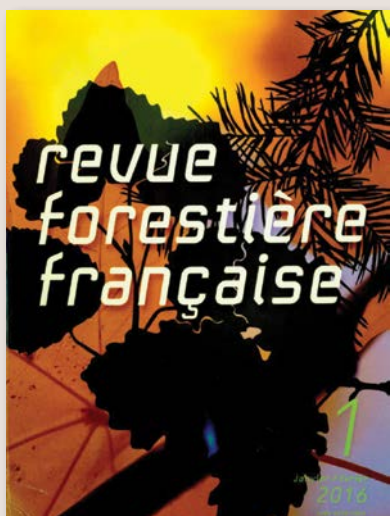
Njemačko šumarstvo i njegove "fantomske površine" na prijelazu iz 19. u 20. stoljeće (Jawad Daheur)

SLOBODNO IZRAŽAVANJE

Francuski paradoks: nedovoljno iskorištena šuma i rizik od velikog uvoza drvenih konstrukcija (Jean-Marie Ballu)

Drukčiji pristup "francuskom paradoksu" (Yves Poss)

Koja je budućnost europskih šuma suočena s klimatskim promjenama i s ciljem ugljične neutralnosti? (Félix Lallemand, André-Jean Guérin)



OSTALI ČASOPISI

Kako u ovom broju imamo relativno malo znanstvenih časopisa, iskoristit ćemo priliku da popratimo što piše u zadnje vrijeme FORSTZEITUNG, časopis čiji prvi broj iz 1883. imamo u našoj biblioteci. Napominjemo da se ovdje ne radi o znanstvenom časopisu.

FORSTZEITUNG

1/2018

NAGLASCI: ŠUMSKO SAVJETOVANJE, ŠUMSKA EKOLOGIJA

U hladu staklene šume: "Mnogi vlasnici šuma podcjenjuju kako je staklena postala njihova šuma", kaže Rafaela Rothwangl, direktorica šumarske konzultantske tvrtke.



Šumarsko integralno planiranje. Vlasnici šuma suočeni su sa sve većim zahtjevima i uvjetima u svojim šumarskim aktivnostima.

Odnos čovjek - šuma. Kritički pogled upravitelja šuma na ciljeve Natura 2000 i strategijama njihove implementacije.

EKOLOGIJA

Radi se o supstanci. Adventna konferencija 2017. u Grazu Raznolikost u združenoj šumi. Prvi mrežni sastanak u sklopu projekta "Pogledamo na naše šume!"

TRŽIŠTE

Regionalni, nacionalni, međunarodni. Vjetroizvale vjerojatno bez tržišnih posljedica.

EKONOMIJA

Konačno gradnja u drvu. Konačno, drvena konstrukcija za BOKU

Dickhans Küchenmeister. Majstor učinkovitosti i neupućenosti. Šuma na tabletu. Šumarska tvrtka mapira online.

ŠUMA I OKOLIŠ

Društvena održivost u šumarskim operacijama. Pilot projekt za obuku priznatih izbjeglica za pomoćne šumarske poslove Natura 2000 - zajedno umjesto međusobno! Gdje mogu šumovlasnici doći do vrijednih savjeta?

2/2018

NAGLASCI: VREDNOVANJE ŠUMA, ŠUMARSKA POLITIKA

Prorektor Ante Portas. Gerhard Mannsberger, šef odjela za šumarstvo na odlasku, osvrće se na najvažnije i izazove posljednjih 22 godine.

Nova švicarska procjena šuma. Po prvi puta švicarske smjernice za procjenu šuma pokušavaju uključiti usluge ekosustava u stručnu raspravu pomoću reprezentativnih studija slučaja.

O budućim prinosima po tržišnoj vrijednosti? Vrednovanje šumskih svojstava trebalo bi se temeljiti manje na emocijama, a više na dobro utemeljenim argumentima: prilozi za razmišljanje o pristupu dohotku.

Smanjenje prometa na cestama. Presentacija rezultata nedavnog stručnog istraživanja.

Ojačati europsku šumarsku strategiju. To zahtijeva opsežnu raspravu i pripremu, a održava se u prosincu i sredinom siječnja. Privremeno izvješće.

EKONOMIJA

Dosje klimatske promjene. Trenutni podaci o tom fenomenu.

Uspjeh pregovora o misiji. Trgovina šumskim proizvodima, savjetovanje o šumama i pregovaranje iz jednog izvora.

Plemenit i na sva četiri. Novi predstavnik u segmentu dinamičkih SUV-ova.

TRŽIŠTE

Regionalni, nacionalni, međunarodni. Potražnja drva i dalje raste.

EKOLOGIJA

Panoptikum istraživanja šuma. BFW praksa u Beču – Schönbrunn.

Bila jednom smreka. Linz Urfahr: oštećeno drvo u obimu dvije trećine prirasta.

Krik nad činjenicama. Klimatske posljedice upravljanja šumama.

ŠUMA I OKOLIŠ

Društvena održivost u šumarskim operacijama. Pilot projekt za obuku priznatih izbjeglica za pomoćne šumarske poslove.

Interakcija šuma - čovjek. Očuvanje muzejskih krajobrazova, kao rezultat ljudskog gospodarskog deficita.



Travna žaba: amfibija godine 2018. Krenuvši prema mrjesti-lištu.

Iako u dijelu časopisa pod nazivom WALDTEC dominiraju moćni strojevi i silna druga tehnologija, ovdje prikazujemo dvije sličice najobičnije sjekačke opreme iz dva posljednja broja:

Zaštitna kaciga malo ljepša nego su u nas uobičajene, ali uz to "samo" 10 puta sigurnija nego to traže propisi, s regulacijskim sustavom u 20 koraka koji osigurava udobno nošenje, sofisticiranom tehnologijom koja regulira klimu ispod kacige. Treba li reći da ima integriran vizir ili zaštitne naočale, štitnik za vrat i sustav za učvršćivanje. Zaštita sluha je posebna priča. Osim standardnih antifona postoji i bluetooth komunikacijska kapsula koja osigurava međusobnu komunikaciju do četiri sudionika, uz automatsko stišavanje okolne buke i do 20 dB.

Klin za obaranje. Ako smo mislili da je klin davno izmišljen i da tu nema prostora za moderne tehnologije ... kombinacija vretenastog klina i standardnog akumulatorskog udarnog odvijača osigurava radniku do 30 t podizne sile bez ikakvih tjelesnih napora, usred šume i cijeli radni dan.



Die Kombination aus Schlagschrauber und Spindelkeil erreicht bis zu 30 t Hubkraft

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. Relativno ažurne linkove na sve časopise možete pronaći na stranicama www.sumari.hr/biblio na linku ČASOPISI U RAZMJENI.

ZNANSTVENA MONOGRAFIJA

Prof. dr. sc. DALIBOR BALLIAN i dr. sc. GREGOR BOŽIĆ

„BIOKEMIJSKA VARIJABILNOST SMREKE (*Picea abies* Karst) U BOSNI I HERCEGOVINI“

Prof. dr. sc. Davorin Kajba

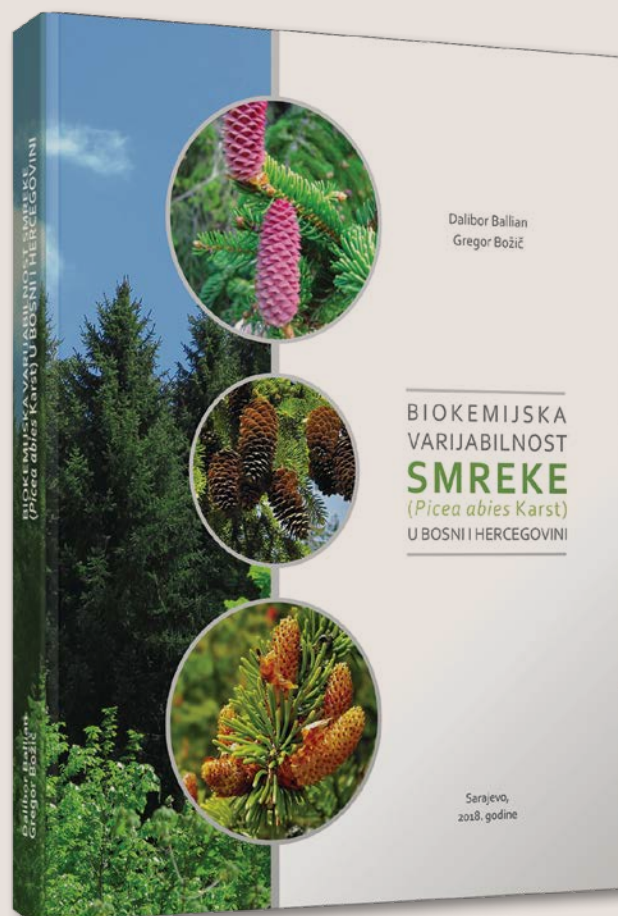
Početkom godine tiskana je i četvrta značajna znanstvena monografija šumskog drveća od izdavača Udruženja inženjera i tehničara šumarstva Federacije Bosne i Hercegovine (UŠIT FBiH) i suizdavača Silva Slovenica – izdavačkog centra Šumarskog instituta Slovenije u Ljubljani. Monografija sadrži 221 stranicu, od čega 102 slike i 40 tablica.

U *Uvodu* autori daju općeniti pregled šuma i kultura obične smreke navodeći da predstavlja jednu od najvažnijih vrsta europskih šuma. Prikazana je njezina uloga u okolišu, njezina komercijalna uporaba, osjetljivost na onečišćenja zraka i druge oblike utjecaja čovjeka, što doprinosi razlozima za poseban interes za ovu vrstu. Oko 200 godina smreka se intenzivno sadi unutar i izvan njenoga prirodnog rasprostiranja, a za Bosnu i Hercegovinu prikazani podaci odnose se na sve šume po svojoj vlasničkoj strukturi, uzgojnom obliku, namjeni i fitocenološkim jedinicama. Autori navode kako je ova vrsta bila predmet brojnih istraživanja s biokemijskim i molekularnim biljezima, s naglaskom na dobivene različite razine i strukture genetske varijabilnosti, kao i ozbiljnu prijetnju njenom nestanku zbog zagađenja zraka i globalnog zatopljenja. Obična smreka je vrlo često u zemljama središnje i sjeverne Europe identificirana kao prioritetna vrsta u strategijama za očuvanje genetičkih izvora na nacionalnoj, ali i na paneuropskoj razini.

Poglavlje *Biosistematska pripadnost smreke* sadrži saznanja moderne sistematike koja uvažava znatne razlike u usporedbi sa starim načelima i izdvajanju taksona na temelju morfologije, što pokazuje da se moderna taksonomija i sistematika nalaze u znatnom previranju zbog primjene novih molekularnih metoda u istraživanjima. Navodi se da sistematika smreke još nije u potpunosti riješena na zadovoljavajući način o čemu svjedoče brojni radovi. Njena je taksonomska varijabilnost poznata, a prema europskoj flori prihvaćaju se dvije glavne svojte na razini podvrsta: europska smreka (*Picea abies* ssp. *abies*) i sibirski smreka (*Picea abies* ssp. *obovata* (Ledeb.) Domin). Neki autori smatraju

da su te dvije svojte dva ekotipa unutar cjelovitog europskog rasprostiranja, dok u novijoj karti prirodne vegetacije Europe navode se kao odvojene vrste. Ovo poglavlje obuhvaća i pregled taksonomskih jedinica s njihovim osnovnim karakteristikama.

U poglavlju *Morfološka svojstva smreke* utvrđuje se da je to vrlo visoko polimorfna vrsta, odnosno da je ustanovljena varijabilnost morfoloških svojstava s obzirom na širok europski areal rasprostiranja, kao i njezina ekološka dife-



rencijacija. Također je u poglavlju dan detaljan opis ove vrste sa svim svojim morfološkim karakteristikama.

Poglavlje *Prirodna rasprostranjenost smreke*, sa podpoglavljima *Rasprostranjenje smreke u Europi i Bosni i Hercegovini* daje pregled njezine rasprostranjenosti koja je ograničena na sjevernu Europu i istočnu Rusiju, te na planinska područja središnje i južne Europe. Na sjeverozapadu Balkanskog poluotoka vezana je s uskim pojasom za Alpe, dok se prema jugu širi u bosanskim planinama, a u visinskom rasprostrtanju smreka se na Balkanu penje i do 2200 m n.v. Na teritoriju Bosne i Hercegovine smreka raste na sjevernim padinama Grmeča, Osečenice, Klekovače i Lunjevače te uz tok rijeke Sane. Ovo rasprostiranje u povezanosti staništa nastavlja se dalje spram juga i obuhvaća planinske predjele između Glamočkog polja i doline Vrbasa, planine oko sliva Plive i Janja, zaokružuje Kuprešku visoravan i širi se na planinu Stožer, Radušu, Ravašnicu i Želivodić. Nešto sjevernije od tog područja nalaze se izolirana nalazišta na sjevernom rubu Podraškog polja kod Mrkonjić Grada, na Dimitoru spram Ključa te pojedinačno i u šumama Manjače i Zmijanja. Posebno značajno nalazište smreke navodi se za Hercegovinu u slivu rijeke Neretve.

U poglavlju *Postglacijalna seoba obične smreke* navode se rezultati istraživanja na postglacijalnim migracijama smreke koji ukazuju da je ona posljednju glacijaciju preživjela u najmanje sedam pribježišta iz kojih se širila tijekom holocena. Tijekom svoga širenja smreka je prošla kroz različite genetske promjene na svojim migracijskim putovima. Potpoglavlje *Postglacijalna migracija smreke na temelju makrofosila* sadrži rezultate analiza, koji evidentno potvrđuju da obična smreka vodi podrijetlo iz dva glacijalna pribježišta. Prvo se nalazi na zapadu Rusije, odakle se obična smreka premješta i širi na Skandinavski poluotok i Finsku te jugozapadno u Poljsku. Drugo pribježište je u području jugozapadnih Alpa te Dinarskih Alpa i Karpata, a iz tog se područja širi na središnju Europu. O južnom, alpskom glacijalnom pribježištu i migraciji smreke ka sjeveru pod stalnim je pritiskom nastalih dramatičnih klimatskih promjena, odnosno kontinuiranog globalnog zatopljenja.

U potpoglavlju *Postglacijalna migracija smreke na temelju molekularnih istraživanja* autori iznose da su molekularne metode najpouzdanije u rješavanju postglacijalnih migracija. Suvremena i brojna fitogeografska istraživanja, kao što su migracije drveća, obično se oslanjaju na DNK biljega iz organela, te u tom slučaju predstavljaju povijest jednog gena. Da bismo u potpunosti riješili povijest populacije organizma, potrebno je uporabiti više različitih neovisnih genetskih biljega. Zato se, kombinirajući mitohondrijske (mt) ili kloroplastne (cp) dijelove DNK s jezgrinim biljezima, steklo bolje razumijevanje o prošlosti i sadašnjosti ove vrste. Populacije u refugijalnim područjima često pokazuju visoku alelnu raznolikost zbog refugijske postojanosti i po-

vijesno nakupljene varijabilnosti. Autori navode kako je u vezi s ovom tvrdnjom registrirana relativno visoka unutarpopulacijska genetička raznolikost smreke. No, iznimke su u dijelovima istočnih Alpa, zapadnim Karpatima i na jugozapadu bugarskih planina. Niska genetska raznolikost u ovim područjima može se objasniti genetskim driftom, izazvanog malom veličinom pribježišnih populacija i/ili smanjenom veličinom populacije tijekom hladnog i suhog mlađeg drijasa.

Poglavlje *Ekološke osobitosti smreke* sadrži saznanja kako je potrebno razlikovati optimalne stanišne uvjete i granične stanišne uvjete za smreku. Navodi se da utjecaj klimatskih čimbenika ima značajan utjecaj u prirodnom rasprostiranju smreke, budući da postoje velike klimatske razlike između pojedinih populacija. Klimatski najprilagodljivije populacije rastu u subalpskoj do montanoj visokoplaninskoj klimi sa suhim do vlažnim subkontinentalnim svojstvima klime. Primarno ograničenje rasprostiranja smreke je u konkurenciji mješovitih šuma listača, koje su bolje prilagođene na nedovoljnu količinu vlage u ljetnim mjesecima. Navedena je posebice velika amplituda u godišnjim količinama padalina koje variraju od 500 do 3000 mm. Količina padalina u vegetacijskom periodu odražava se posebno u visinskom prirašćivanju. Optimalno prirašćivanje smreke je u alpsko-hercinskom području rasprostiranja (Njemačka), sa 490 do 580 mm padalina u vegetacijskom periodu i pri prosječnoj godišnjoj temperaturi od 6 °C. Kod količine padalina ispod 300 mm, što je slučaj na sjeveroistoku Europe, granica rasta smreke uvjetovana je čimbenikom zračne vlage. S pojačanjem kontinentalne klime, pri istoj količini padalina u vegetacijskom periodu smreka bolje prirašćuje. U takvim uvjetima, smanjenje količine padalina u vegetacijskom periodu može se ublažiti uzimanjem dostupne vode iz tla, što imamo slučaj u Poljskoj (prašuma Bjalovježa). Zaključuje se da to može rezultirati genetskom varijabilnošću, a posebno u razlikama morfoloških, fenoloških i fizioloških svojstava, iskazujući prilagodbu određenim uvjetima. Veća genetska varijabilnost, koja je registrirana u sjevernim populacijama, može predstavljati gradijent razlike između europskih i sibirskih smreka. Razlike između populacija uglavnom se odnose na prilagodbu lokalnim toplinskim uvjetima i vlažnosti. Sjeverne populacije su se očito prilagodile hladnim uvjetima sredine, dok su se srednjoeuropske prilagodile nešto blažim klimatskim uvjetima. U sjeveroistočnom području vrsta je postigla dobru jesenju prilagodbu na niske temperature i one su otpornije na zimske mrazove i ekstremne hladnoće, ali su više osjetljive na infekcije patogena koje nastaju od dugotrajnog zadržavanja snijega na granama, kao i na ljetne suše.

Zasebno poglavlje *Ekološko-vegetacijska pripadnost smreke s opisom pojedinih karakterističnih fitocenoza* sadrži detaljnu ekološko-vegetacijsku razdjelbu šuma. Fitocenoze

smreke nalaze se u samo jednoj oblasti unutarnjih Dinarida, a podijeljene su na više područja:

a) područje Cazinske krajine; b) područje zapadnobosansko vapnenačko-dolomitno; c) srednjobosansko područje; d) zavidovičko - tesličko područje; e) područje istočno-bosanske visoravni i f) jugoistočno bosansko područje. Tablično su prikazani osnovni klimatski podaci koji su jako bitni za razumijevanje ekološko-vegetacijske razdjelbe. U poglavlju *Pregled fitocenoza smreke u Bosni i Hercegovini* dan je detaljni opis fitocenoloških zajednica sa svojim osnovnim varijantama-subasocijacijama.

Poglavlje *Dosadašnja istraživanja varijabilnosti* sa svojim podpoglavljem *Osnovne genetske postavke o običnoj smreci* daje prikaz varijabilnosti različitih zemljopisnih rasa s obzirom na njihovu zemljopisnu izolaciju, a općenito se rasprostranjenje obične smreke može podijeliti u tri veća područja: a). srednjoeuropsko i južноеuropsko; b.) sjeverноеuropsko; i c.) istočnoeuropsko područje. U ovom dijelu prikazana su najnovija istraživanja na razini genetske diferencijacije obične smreke povezana su s njenom rekolonizacijom nakon posljednje glacijacije i zasnovane na analizi varijabilnosti kloroplastne DNK. Također su navedena ranija istraživanja provedena uporabom izoenzimskih biljega i morfoloških karakteristika. U podpoglavlju *Izloženost propadanju genetske strukture smreke* daju se rezultati za istraživane populacije obične smreke koje su izložene stalnom propadanju i trajnom nestanku zbog nerazumnih ljudskih aktivnosti ili neplanskim gospodarenjem. Time se remeti struktura šuma, a kao posljedica javljaju se štetnici koji izravno ili neizravno ostavljaju neizbrisiv trag u genetičkoj strukturi autohtonih populacija. Posebno je to naglašeno za sastojine na rubovima rasprostiranja, kao što je slučaj sa smrekom iz Bosne i Hercegovine. Podpoglavlje *Raznolikost šumskih genetskih izvora* sadrži rezultate istraživanja koja su dokumentirano pokazala da je došlo do velikog gubitka genetskih informacija iz mnogih populacija u središnjoj i zapadnoj Europi. U tim područjima ugrožena je stabilnost ekosustava, što se izravno odražava i na sustav gospodarenja običnom smrekom, odnosno na gospodarenje s narušenom strukturom šumskih ekosustava. U podpoglavlju *Poznavanje prilagodbenih genetskih pokazatelja* navode se oblici genetskog potencijala smreke, pod djelovanjem odgovarajućih selekcijskih pritisaka i rezultatima prilagodbe i potencijala populacije. Podpoglavlje *Pokusi provenijencija* daje zaključke provenijencijskih pokusa, a njihovi rezultati najbolje pokazuju genetsku diferencijaciju smreke, a što se može izravno iskoristiti u uzgojnim zahvatima.

U poglavlju *Biokemijska varijabilnost* i podpoglavlju *Genetska varijabilnost smreke u centralnim Dinarskim alpama* dan je detaljan prikaz biokemijskih istraživanja, a uključuje 10 enzimskih sustava s ukupno 20 gen lokusa, odnosno 72

alela i to za 13 bosansko-hercegovačkih populacija. Detaljno su prikazani postupci maceracije, pripreme gela, elektroforeze i bojenja gela, kao i njihovo očitavanje i statistička obrada podataka. Za relativne frekvencije alela analiziranih lokusa dobiveni rezultati ukazuju da su svi od 20 analiziranih gen lokusa polimorfni, a visok stupanj polimorfnosti potvrđen je kod 15 lokusa. Podpoglavlje *Genetska raznolikost u populacijama* sadrži rezultate istraživanja raznolikosti alela, raznolikosti genotipova, heterozigotnu raznolikost, fiksacijski indeks, međupopulacijske diferencijacije za gen lokuse, njihova genetska odstupanja i klaster analize prema Nei ju.

Zasebno je u podpoglavlju *Genetska struktura smreke na planini Vlašić* obrađena ta introducirana populacija, budući je iskazala dobre rezultate u odnosu na druge unešene populacije. Autori navode da nepoznavanje podrijetla i ekologije reprodukcijaskog materijala može ostaviti nesagledive posljedice za autohtone genetske izvore u budućnosti kroz genetska zagađenja. Analizom 20 izoenzimskih gen lokusa za populaciju Vlašić, od čega je 13 bilo polimorfno, utvrđeno je da je ona aloktona i da se ne može povezati s populacijama iz Europe jer je miješanog podrijetla.

U podpoglavlju *Genetska diferenciranost subpopulacija obične smreke na planini Igman* istraživane su dvije prirodne subpopulacije smreke s planine Igman, s tim da je jedna mrazišnog, a druga normalnog tipa. Subpopulacije s Igmana iskazale su nisku razinu varijabilnosti, odnosno alelnog diverziteta, dok su prisutne značajne razlike u frekvencijama alela. Neki od nađenih alela su rijetki i pokazuju svojstvenost samo za odgovarajuću subpopulaciju, kao i heterozigotnost pojedinih alela. Genetska varijabilnost unutar subpopulacija ponaša se slično heterozigotnosti, gdje pojedini gen lokusi pridonose znatno više varijabilnosti od drugih. Autori zaključuju da ukoliko želimo napraviti intervenciju na mrazištu, potrebno je koristiti samo autohtoni materijal mrazišne smreke sakupljan na tom staništu i koji će biti uporabljen samo na mrazištima. Stoga šumski reprodukcijaski materijal smreke koja raste izvan mrazišta treba uporabiti samo na istim staništima koja su propisana prema molekularno-genetičkoj razdjelbi.

Poglavlje *Genetska istraživanja populacija smreke iz ekstremnih staništa Sphagno – Piceetum u Bosni i Sloveniji* sadrži rezultate istraživanja populacija smreke s planinskog područja Slovenije i centralnih Dinarskih Alpa u Bosni i Hercegovini, a koje se nalaze u specifičnim geomorfološkim i klimatskim uvjetima (*Sphagno – Piceetum montanum*). Uspoređivane su genetske strukture triju populacija smreke s tri ekološke lokacije u Sloveniji i Bosni. Populacije su pokazale visoku razinu varijabilnosti, alelnog i genotipskog diverziteta, a neki od nađenih alela su rijetki i pokazuju svojstvenost samo za odgovarajuću populaciju, kao i heterozigotnost pojedinih alela.

U poglavlju *Usporedni pokazatelji genetske varijabilnosti i propadanja smreke u nekim dijelovima Bosne i Hercegovine* prikazani su radovi na usporedbi broja suhih stabala i brojnog stanja potkornjaka. Ranije dobiveni rezultati molekularno-genetskih analiza uspoređivani su s podacima brojnosti potkornjaka i brojem osušenih stabala. Populacija Vlašić je znatno odstupala od ostalih populacija, imala je najveći prosječni broj insekata, kao i najveći broj suhih stabala, dok na molekularno-genetičkoj razini dobivene su jako niske vrijednosti genetskih parametara. Ovo je i za očekivati budući je ova populacija umjetno unešena, a podrijetlo reprodukcijanskog materijala je nepoznato.

Autori u poglavlju *Preporuke za očuvanje smreke u Bosni i Hercegovini*, daju detaljni prikaz očuvanja genetskih izvora i to kroz više podpoglavlja: *Genetske razlike između populacija zbog različitih uvjeta okoline*, *Očuvanje genetske raznolikosti smreke*, *Očuvanje genetske raznolikosti prirodnim pomlađivanjem*, *Očuvanje genetske raznolikosti umjetnim pomlađivanjem*, *Potvrda genetskog bogatstva u populacijama*, *Broj potrebnih populacija za banke gena in situ* i *Obnova genetskih potencijala*. Autori ističu značenje prirodnog i umjetnog pomlađivanja i obnove genetskih potencijala smreke, za što je odlučujući broj sjemenskih sastojina, sjemenskih zona i sjemenskih plantaža. Zaključuju da je odlučujući broj biljaka, njihova horizontalna i vertikalna struktura, kao i tip gospodarenja (jednodobna ili preborna struktura šume). Kod populacija s pojavom rijetkih alela, a prilikom njihove obnove, treba voditi računa o strukturi mlade sastojine i omogućiti prenošenje rijetkih alela na sljedeću generaciju, po mogućnosti prirodnom obnovom. Ako se to pokaže nedovoljnim, pristupiti i umjet-

noj obnovi, no uporabom samo genetski provjerenog autohtonog reprodukcijanskog materijala. Svaku obnovu trebalo bi pratiti povremenim genetsko-molekularnim istraživanjima, jer se razlike između starih i mladih stabala u jednoj populaciji, uz odgovarajuće uzgojne mjere, mogu svesti na minimum.

Na 27 stranica navedena je opsežno korištena literatura, a na kraju rukopisa nalazi se sažetak na engleskom i hrvatskom jeziku.

Monografija je vrijedan doprinos poznavanju varijabilnosti obične smreke, budući da ona s gospodarskog i ekološkog stajališta, predstavlja jednu od najznačajnijih vrsta šumskog drveća u Bosni i Hercegovini. Knjiga je bogato ilustrirana brojnim slikovnim i tabličnim priložima i prikazuje velik dio onoga što je detaljno opisano tekstem. Djelo je namijenjeno užoj šumarskoj znanstvenoj javnosti i napisano je jasno i razumljivo, na potrebnoj sveučilišnoj i visokoj stručnoj razini, a moći će je koristiti znanstvenici i stručnjaci prirodoslovnog i biotehničkog područja, studenti, učenici, ali i široki krug čitatelja ljubitelja prirode. To monografsko djelo rado će se preporučiti kao dodatna literatura iz područja šumarstva, posebice u oplemenjivanju i uzgajanju šuma, te će pridonijeti saznanjima o potrebi očuvanja genetičkih izvora ove vrste u širokom bogatstvu biljnog svijeta Bosne i Hercegovine. Ova vrijedna monografija predstavljat će i bitan doprinos pozitivnom odnosu ljudi prema šumskom drveću i većoj popularizaciji vrijednih i ugroženih vrsta, kao i poticaj da se njima posveti sve veća pozornost sukladno šumarsko uzgojnim i genetičkim posebnostima.

NOVI DOKTORI ZNANOSTI – NEW DOSTORS OF SCENCE

Dr. sc. IVAN ANDRIĆ

Prof. dr. sc. Davorin Kajba



Dr. sc. Ivan Andrić, mag. ing. silv. obranio je 12. prosinca 2018. godine doktorski rad pod naslovom „Genotipska i fenološka varijabilnost poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl) u klonskim sjemenskim plantažama“ i stekao akademski stupanj doktora znanosti iz biotehničkog područja, znanstvenog polja šumarstvo i znan-

stvene grane genetika i oplemenjivanje šumskog drveća. Obrana doktorskog rada održana je na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu pred povjerenstvom u sastavu: prof. dr. sc. Marilena Idžojić, prof. dr. sc. Davorin Kajba (mentor), Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i prof. dr. sc. Jerko Gunjača, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Doktorski rad strukturiran je prema načelima znanstvene metodologije. Napisan je na 178 + 14 stranica, sadrži 70 slika, 37 tablica i 299 literaturnih navoda.

Životopis

Ivan Andrić, mag. ing. silv. rođen je 7. travnja 1986. godine u Novom Sadu. Osnovnoškolsko obrazovanje završio je u Daruvaru. Srednju Šumarsku školu završava u Virovitici. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu upisao je 2005. godine. Akademske godine 2009/2010 dobitnik je nagrade za darovite studente „Dušan Klepac“ na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Diplomski rad pod naslovom „Struktura i prirodno pomlađivanje nizinskih šuma na području Lipovljana“ obranio je 2010. godine. U akademskoj godini 2011/2012 i 2014/2015 zapošljava se na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu u svojstvu asistenta na određeno vrijeme. Godine 2015. nastavlja rad na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu na radnom mjestu znanstvenog suradnika na projektu Hrvatske zaklade za znanost (HRZZ) pod naslovom „Uloga biotičkih čimbenika na vitalnost poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl) u poplavnim

šumama Hrvatske“ [FRAXINPRO], gdje ujedno iste godine upisuje poslijediplomski doktorski studij Šumarstvo i drvna tehnologija. Kao suradnik sudjeluje na četiri projekta koje je financiralo Sveučilište u Zagrebu. Tijekom doktorskog studija sudjelovao je na četiri radionice vezane za europske projekte (u Poljskoj, Grčkoj, Srbiji i Hrvatskoj). U sklopu Europskog projekta Trees4Future 2015. godine provodi molekularna istraživanja genetičke strukture klonskih sjemenskih plantaža poljskog jasena na Federalnom institutu za šumarstvo u Beču (BFW – Department of Genetics Molecular Laboratory). U svom znanstveno-istraživačkom radu bavi se šumarskom genetikom, oplemenjivanjem šumskog drveća te očuvanjem genetske raznolikosti šumskog drveća. U autorstvu i koautorstvu objavio je ukupno 13 znanstvenih i stručnih radova.

Sažetak doktorskog rada

Poljski jasen (*Fraxinus angustifolia* Vahl) jedna je od tri autohtone vrste jasena u Europi. Najveće kontinuirane komplekse poljskog jasena u Republici Hrvatskoj nalazimo uz rijeku Savu (80 % ukupnog areala). Posljednjih godina sušenje poljskog jasena poprima zabrinjavajuće razmjere kako u Europi, tako i u Republici Hrvatskoj. Istraživanje genotipske i fenotipske varijabilnosti provedeno je u dvije klonske sjemenske plantaže (Čazma, Nova Gradiška) na ukupno 92 genotipa koji pripadaju dvjema sjemenskim regijama (sjemenska regija gornja Posavina, srednja Hrvatska i Pokuplje i sjemenska regija srednja Posavina). Genetička varijabilnost ispitana je s osam mikrosatelitnih biljega (Femsatl 4, Femsatl 8, Femsatl 10, Femsatl 11, Femsatl 16, M2-30, FR639485, FR646655). Provedena su fenološka opažanja listanja i cvjetanja kroz tri sukcesivne godine (2014., 2015., 2016.). Fenološka opažanja obavljena su u pravilnim sedmnodnevnom intervalima od početka mjeseca veljače do kraja mjeseca lipnja. Listanje i cvjetanje klasificirano je u šest razvojnih faza (šest faza listanja i šest faza cvjetanja). Na osnovi razvojnih faza listanja procijenjeni su kvantitativni genetički parametri, kao što su genotipska, okolišna i fenotipska varijanca, te nasljednost u širem smi-

slu. Ispitane su ekotipske forme i utjecaj klimatoloških čimbenika na početak listanja (temperatura, oborine, insolacija). Kroz fenološka opažanja cvjetanja istraživana je dinamika cvjetanja te oblici spolnosti poljskog jasena. Cilj istraživanja bio je utvrditi razinu unutarpopulacijske i međupopulacijske varijabilnosti, procijeniti vrijednosti nasljednosti za kvantitativno svojstvo listanja, utvrditi postojanje ekotipskih formi i utjecaj klimatoloških čimbenika na početak listanja te dinamiku cvjetanja kroz trogodišnja fenološka opažanja. Na osnovi mikrosatelitnih biljega istraživani genotipovi ne pokazuju statistički značajnu međupopulacijsku genetičku različitost ($FST = 0,007$; $p = 0,018$). Najviša genetička varijabilnost pripada unutarpopulacijskoj razini strukturiranosti (99,30 %). Procijenjeni kvantitativni parametri početka listanja ukazuju na umjerene do visoke vrijednosti nasljednosti ($H^2 = 0,20$ do $0,63$), te na porast genotipske i smanjenje okolišne varijance srazmjerno sa starošću istraživanih genotipova. Svojstvo početka listanja poljskog jasena pokazuje tendenciju razdvajanja na dvije ekotipske forme (rana i kasna), gdje se forme u prosjeku razlikuju/razdvajaju za 5,2 dana. Klonska sjemenska plantaža Čazma sadrži znatno veći udio genotipova koji iskazuju tendenciju kasnijeg listanja (69 %), za razliku od klonske sjemenske plantaže Nova Gradiška, gdje je veći udio rano listajućih genotipova (64 %). Od ispitanih klimatoloških varijabli insolacija pokazuje najbolju statističku značajnost u odnosu na varijablu početka listanja (KSP Čazma,

$r = 0,89$; KSP Nova Gradiška, $r = 0,96$). Ispitane su mogućnosti primjene modela Growing Degree Days i Dynamic Model Chilling Portions, te je prag temperaturnih suma za sjemenske plantaže iznosio $13\text{ }^{\circ}\text{C}$ (KSP Čazma), odnosno $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ (KSP Nova Gradiška) s početkom mjerenja od 1. studenoga, dok za negativne temperaturne sume nije dobivena statistički značajna razlika ($p = 0,854$). Istraživanjem spolnosti i cvjetanja u klonskim sjemenskim plantažama utvrđeno je postojanje muških i hermafroditnih cvatova, dok ženski cvatovi nisu utvrđeni. Zapažena je i promjena spola kod istih genotipova tijekom istraživanih godina.

Znanstveni doprinos ovoga rada, a značajan za šumarsku znanost i struku, ogleda se u sljedećem: a) pridonio je boljem poznavanju genetičke varijabilnosti poljskog jasena u dijelu prirodnog rasprostranjenja; b) jasnije su buduće smjernice i preporuke o korištenju šumskog reproduktivnog materijala između istraživanih sjemenskih regija; c) utvrđene su fenološke značajke listanja poljskog jasena, te postojanje dvije ekotipske forme; d) dobiveni su prvi rezultati vrijednosti nasljednosti u širem smislu za kvantitativno svojstvo listanja; e) objašnjeni su utjecaji klimatoloških varijabli na početak listanja poljskog jasena; f) determinirana je spolnost cvatova poljskog jasena u klonskim sjemenskim plantažama te tendencija izmjene spola tijekom godina.

Ovom prigodom kolegi Ivanu Andriću od srca čestitamo na postignutom znanstvenom stupnju doktora znanosti i želimo uspješan nastavak profesionalne karijere.



NEKE ZANIMLJIVOSTI S PUTA U RIM

Prof. dr. sc. Jozo Franjić

U razdoblju od 6-9. travnja 2016. godine boravio sam na 25th International meeting of the European Vegetation Survey (EVS), Roma (Italy) zajedno s izv. prof. dr. sc. Željkom Škvorcom i dr. sc. Krunoslavom Severom.

EVS je europska udruga za istraživanje vegetacije koja djeluje u okviru svjetske udruge za istraživanje vegetacije IAVS (International Association for Vegetation Science) a osnovana je 1991. godine. Simpoziji se održavaju svake godine, a najviše ih je do sada održano u Rimu (17). Simpozij je održan u dvorani Accademia dei Lincei u rimskoj četvrti Trastevere,

gdje su održani i neki prethodni simpoziji. Organizatori su uglavnom suradnici iz Odjela za biologiju okoliša Sveučilišta Sapienza u Rimu i drugim talijanskim institucijama, posebno Emiliano Agrillo, Fabio Attorre, Laura Casella i Francesco Spada.

Znanstvena izlaganja održana su puna tri dana od 6-8. travnja, a na njima je prezentirano ukupno 67 usmenih izlaganja, uključujući i pozvana predavanja Sandra Pignattija i Francesca Spada i 72 postera. Prezentacije su vezane uz staništa biljnih vrsta i njihovo očuvanje, raznolikost tipova ve-



Slika 1. Vrsta *Cocculus laurifolius* DC. (Menispermaceae) podrijetlom iz Kine i Japana.



Slika 2. „Rajska ptica“ (*Strelitzia reginae* Banks, Strelitziaceae), podrijetlom iz Južne Afrike.



Slika 3. Vrsta *Agathis robusta* (C. Moore ex F. Muell.) Bailey (Araucariaceae), podrijetlom iz Australije i Papua Nove Gvineje.

getacije, povijest vegetacije, vegetacijsku dinamiku i način vegetacijskih istraživanja i analize. Održana je i jednodnevna ekskurzija 9. travnja, pod vodstvom Francesca Spada,

u nizinskim šumskama u Državnom prirodnom rezervatu Tenuta di Castelporziano u priobalnom području južno od Rima.

Na simpoziju je sudjelovalo ukupno 215 sudionika i 21 osoba u pratnji iz 34 zemlje, što je ujedno i najveći skup u povijesti EVS-a. Najzastupljenije su zemlje Italija (53 sudionika), Njemačka (13), Češka (12), Mađarska (12), Slovačka (12), Rusija (11) i Poljska (10), Hrvatska (4). Osim Europljana bilo je i sudionika iz Australije, Kine, Egipta, Saudijske Arabije i SAD-a.

Mi smo na simpoziju sudjelovali s dvije prezentacije:

1. Krstonošić, D., K. Sever, M. Temunović, I. Katičić Bogdan, Ž. Škvorc, J. Franjić, 2016: Estimate of adaptive capacity of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) by analysing ecological niche of the species. (Procjena sposobnosti prilagodbe hrasta lužnjaka /*Quercus robur* L./ na osnovi analize ekološke niše vrste).
2. Sever, K., D. Krstonošić, I. Katičić Bogdan, M. Temunović, Ž. Škvorc, S. Bogdan, J. Franjić, 2016: Influence of geographical gradient on photosynthesis and vegetative growth of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) in Europe under drought stress. (Utjecaj geografskoga gradijenta na fotosintezu i vegetativni rast hrasta lužnjaka /*Quercus robur* L./ u Europi pod sušnim stresom).

Za vrijeme boravka u Rmu posjetili smo mnoge rimske znamenitosti (Crkva Sv. Petra, Sikstinska kapela, Koloseum, Fontana di Trevi, Španjolske stube, Panteon, Rimski forum i dr.). Isto tako smo posjetili i Botanički vrt u Rimu koji se nalazi u blizini mjesta održavanja simpozija, gdje smo zabilježili mnoge egzotične i interesantne biljne vrste, od kojih su neke prikazane u ovome prilogu.



Slika 4. Vrsta *Casuarina junghuhniana* Miq. (*Casuarinaceae*), podrijetlom iz Indonezije.



Slika 5. Vrsta *Torreya californica* Torr. (*Taxaceae*), podrijetlom iz Kalifornije (SAD).



Slika 6. Vrsta *Zelkova sinica* Schneid. (*Ulmaceae*), podrijetlom iz Kine.



Slika 7. Vrsta *Brachychiton populneus* (Schott et Endl.) R. Br. (*Malvaceae*), podrijetlom iz Australije.

Slika 8. Vrsta *Bletilla striata* (Thunb.) Rchb. f. (*Orchidaceae*), podrijetlom iz Kine, Koreje, Japana i Myanmar.





Slika 9. Vrste bambusa – zlatni (*Phyllostachys aurea* Riviere et C. Riviere) i zeleni (*Phyllostachys heteroclada* Oliv., *Poaceae*), podrijetlom iz Kine.



Slika 10. Bijeli kultivar japanske kamelije (*Camellia japonica* L., *Theaceae*), podrijetlom iz Japana, Kine, Koreje i Tajvana.



Slika 11. Lažni kamfor (*Cinnamomum glanduliferum* /Wall./ Meisn., *Lauraceae*), podrijetlom iz Kine, Indije, Butana, Nepala, Mjanmara i Malezije.



Slika 12. Avokado (*Persea americana* Mill., *Lauraceae*), podrijetlom iz Meksika (Puebla).



Slika 13. Drvenasti sljez (*Lavatera arborea* L., *Malvaceae*), mediteranska vrsta.



Slika 14. Kultivar vrste *Rosa banksiae* W. T. Aiton 'Alba Plena', podrijetlom iz Kine.



Slika 15-18. Palme u Botaničkom vrtu u Rimu – mediteranska lepezasta palma (niska žumara, *Chamaerops humilis* L., *Arecaceae*), kanarska datulja (*Phoenix canariensis* Chabaud, visoka s perastim lišćem) i kalifornijska lepezasta palma (*Washingtonia filifera* /Lindl./ H. Wendl.) i dr.

III. SEMINAR INTEGRALNA ZAŠTITA ŠUMA S MEĐUNARODNIM UČEŠĆEM

Prof. dr. sc. Milan Glavaš

Seminar je održan 7. 12. 2017. godine u Tešnju (Bosna i Hercegovina) u hotelu Villa Ukus. Organizatori seminara su JP „Šumsko privredno društvo Zeničko-Dobojskog kantona“ d.o.o. Zavidovići, Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu i Udruženje inženjera i tehničara šumarstva Fe-

deracije Bosne i Hercegovine – UŠIT FBiH. Seminaru je nazočilo oko 100 sudionika iz Bosne i Hercegovine, Hrvatske, Crne Gore i Turske. Prilikom otvaranja seminara sudionike su pozdravili domaćini i predstavnici stranih zemalja (Turske, Hrvatske i Crne Gore). Svi su naglasili koliko

je važna međunarodna suradnja znanstvenika i šumarskih stručnjaka u integralnoj zaštiti šuma. Dekan Šumarskog fakulteta Univerziteta u Sarajevu prof. dr. sc. Mirza Dautbašić, posebno je istaknuo značenje suradnje njihovih i naših znanstvenika, a ujedno je obavijestio nazočne da će njihov fakultet sljedeće godine obilježiti 70 godina postojanja i pozvao sve da u tome sudjeluju. Slijedio je prikaz kadrova iz filma „Prašume Bosne i Hercegovine“, pa izbor radnog predsjedništva, nakon čega su slijedila izlaganja. Korisno je znati da je izlaganja priredilo 30 autora i koautora i to 14 iz BiH (13 referata), 5 iz Turske (3 referata) i 9 iz Hrvatske zajedno s jednom koautoricom iz Austrije i jednom iz Njemačke (5 referata). Autori iz Hrvatske su iz Hrvatskog šumarskog instituta (4), Šumarskog fakulteta (3) i iz Hrvatskih šuma (2). Slijedi prikaz najvažnijih činjenica na koje su ukazali izlagači.

Prvi izlagač **Settar Aslan** iz Turske ukazao je na značenje međunarodne suradnje u zaštiti šuma. Veliko značenje dao je šumskim štetnicima, a pogotovo požarima. Naglasio je da nedržavne organizacije igraju glavnu ulogu u informiranju javnosti o nastancima i gašenju šumskih požara. Drugi autor iz Turske **Muzaffer Ketmen** dao je vrlo detaljan prikaz organizacije borbe protiv požara u ljudstvu i tehnici. Uspoređujući požare u nekim europskim zemljama Turska ih ima najmanje i to zahvaljujući ljudima, tehničkoj opremljenosti i ulaganju velikih sredstava u protupožarnu zaštitu. Detalje o šumskim požarima u Hrvatskoj u 2017. godini iznio je **Darko Pleskalt**. Naveo je broj požara i opožarene površine za cijelu Hrvatsku, a detaljne podatke dao je za krško područje. Također je ukazao na štete koje su uzrokovali šumski požari. O šumskim požarima na području Federacije Bosne i Hercegovine (Donji Vakuf, Kupres, Tuzlanski Kanton) govorili su i domaći izlagači. Naveli su da je na području Kupresa izbio 50 požara (opožarili su preko 20 000 ha površine), a problem gašenja bio je širenje požara na minirane površine. Velik broj požara bio je i u Tuzlanskom kantonu gdje su nastale ogromne štete.

Milivoj Franjević iznio je detalje o pojavi hrastove mrežaste stjenice u Hrvatskoj. **Milan Pernek** govorio je o rezultatima istraživanja mogućnosti širenja mediteranske populacije gubara (hrani se uglavnom lišćem hrasta crnike) u unutrašnjost, a to bi imalo neugodne posljedice. **Marta Mattek** izvijestila je da je entomopatogena gljiva *Baeuveria bassiana* izazvala velik mortalitet gusjenica borova prelca, koje su izazvale golobrst alepskog bora. Prema rezultatima istraživanja ova će se gljiva koristiti u suzbijanju borova prelca. **Boris Liović** je ukazao na važnost krupnoće i kvalitete ploda pitomog kestena. U pokusu su utvrđivani genetski okolišni čimbenici krupnoće ploda i sadržaj šećera. Pokus će se nastaviti.

Sead Ivojević ukazao je na značenje pomlađivanja šuma i iznio rezultate snimanja brojnosti i stanje podmlatka u

šumi bukve i jele (sa smrekom) na Bjelašnici. Iznio je rezultate pokusa u kojemu su istraživali sve potrebne elemente podmlatka. **Kenan Zahirović** naglasio je da je na području Vareša zdravlje šuma ugroženo. Istraživali su uzročnike truleži drvnih sortimenata i panjeva jele i smreke. **Mevida Mešan** naglasila je da su šume na području Donjeg Vakufa, na prvom mjestu smreka, zbog negativnih antropogenih utjecaja, ponajprije zbog bespravne sječe, napadnute potkornjacima. Najviše potkornjaka prisutno je u šumarijama gdje su vršene bespravne sječe. **Čazim Hadžiefendić** naveo je da su sušne godine i požari glavni uzročnici masovne pojave potkornjaka i sušenja stabala na području Olovskog. Zbog toga se obavljaju masovne sanitarne sječe.

Slijedi prikaz zaštite šuma na pojedinim šumskim područjima. **Dženan Šoto** govorio je o zdravstvenom stanju šuma na području ŠPP „Konjičko“. Glavne štete čine borov četnjak, imela, vjetar (vjetrotizvale) i požari. **Jasmin Mujić** ukazao je na zdravstveno stanje šuma u Tuzlanskom kantonu. Naglasio je da zbog industrije šume treba staviti pod određenu zaštitu, a poseban problem su požari i gradacija potkornjaka. Smatra da zakonskim propisima treba posvetiti posebnu pozornost. **Kenan Zahirović** navodi razloge narušavanja zdravstvenog stanja šuma u Zeničko-Dobojskom kantonu. Poduzeli su integralni pristup zaštiti šuma. Na području Vareša utvrdili su dvije strane invazivne vrste. To su brijestova osa listarica i hrastova mrežasta stjenica. **Mevida Mešan** istakla je da su u Srednjobosanskom kantonu vjetar, požari, bespravne sječe i drugi čimbenici doveli do prenamnoženja potkornjaka i drugih kukaca. Smatra da je nužno unaprijediti zaštitu šuma, posebno urediti zakonske odredbe. **Alen Hasković** govorio je o ugroženosti šuma u kantonu Sarajevo. Na tom području zaštita šuma provodi se primjenom biotehničkih mjera. **Senada Germić** iznijela je podatke o sanitarnim sječama zaraženih, suhih, polomljenih i izlomljenih stabala na području ŠGP „Bosansko-podrinjsko“. Ističe da treba biti primijenjena kontinuirana zaštita šuma. **Tomislav Mioč** govorio je o zdravstvenom stanju šuma na području Kupresa. Jelova stabla su sječena zbog zarezne imelom, a kukci i gljive nisu značajno djelovali na šume. Poseban problem su požari, o čemu je rečeno ranije. **Emsud Selman** prikazao je zdravstveno stanje šuma na području Bosanske Krupe. Ističe da je problem masovno sušenje smreke na Grmeču. Novost je da su na više mjesta na jasenu utvrdili patogenu gljivu *Chalara fraxinea*.

Edin Atkas naveo je da je Generalna direkcija za šumarstvo u Turskoj osnovana još 1839. godine i objasnio njeno današnje ustrojstvo i djelatnost. Ukazao je koje su dužnosti šumara u zaštiti i važnost monitoringa glede zagađenja zraka.

Refik Hodžić je na kraju seminara govorio o čitavom nizu problema u gospodarenju šumama. Naglasio je da postu-

pak ne vode registrirane znanstveno-istraživačke institucije iz oblasti šumarstva i zaštite prirode. Posljedica toga je loše zdravstveno stanje šuma, šumski požari, ulančavanje patogeni i dr. On tvrdi da treba propisati poseban monitoring za realizaciju integralne zaštite i nadzora od strane šumarske inspekcije za okoliš. Smatra da bi svi dosadašnji dokumenti trebali proći postupak revizije.

Nakon izlaganja u panel diskusiji sudjelovalo je više osoba.

Zaključak

Određeni broj znanstvenika dao je zajedničke ocjene simpozija. Očito je da je simpozij bio vrlo koristan, naglašena je potreba međunarodne suradnje. Gledajući sadržaj izlaganja pojedinaca može se zaključiti da su šumski požari

(uglavnom ih uzrokuje čovjek) najveći problem šumarstva svih mediteranskih zemalja. Istaknuto je da javnosti treba ukazivati na štete koje donose požari općekorisnim vrijednostima šuma i da je nužno stalno upozoravati ljude na opasnost nastanka šumskih požara. Nadalje, vrlo je važno znati da integralnu zaštitu šuma ometaju neadekvatni zakonski propisi i neodgovarajuće inspekcijske službe. Znanstvenici su dali dobar uvid pristupu istraživanja biotskih i abiotskih čimbenika štetnih za šume, čemu pomažu i klimatske promjene. Za svaku je pohvalu cjelovito sagledavanje zdravstvenog stanja, stabilnosti i poduzimanja integralne zaštite šuma kako su prikazali izlagači za svoja područja. Oni su dokazali da struka vodi brigu o šumama. Na kraju su svi podržali stavove da bi ovakve korisne simpozije trebalo održavati redovito.

COST AKCIJA FP1206

MREŽA MJEŠOVITIH EUROPSKIH ŠUMA EUROPEAN MIXED FORESTS INTEGRATING SCIENTIFIC KNOWLEDGE IN SUSTAINABLE FOREST MANAGEMENT – EUMIXFOR

*Sanja PERIĆ¹, Martina ĐODAN**

UVOD

Introduction

Mješovite sastojine su zajednice najmanje dviju različitih vrsta drveća, koje zajednički obitavaju na određenom prostoru. Uz glavnu vrstu drveća zastupljene su i druge vrste s udjelom većim od 10 % od ukupne drvne zalihe. Struktura, dinamika i funkcioniranje različitih vrsta drveća tema je istraživanja od sve veće važnosti diljem Europe. Razlog je mišljenje da mješovite šume imaju veću otpornost na negativne biotske i abiotske utjecaje, veću biološku raznoli-

kost, veći kapacitet skladištenja ugljika, time i veći potencijal za ublažavanje njegovog negativnog utjecaja, bolju mogućnost prilagodbe globalnim promjenama, veću produktivnost i pozitivan utjecaj na ekosustav te bolju opću stabilnost. Do sada, ove su značajke proučavane odvojeno za različite mješovite zajednice, različite načine gospodarenja i stanišne uvjete. Slijedom toga, stečena znanja su lokalna, a zajednička i trajna europska perspektiva održivog načina uzgajanja mješovitih sastojina tek se treba razviti. Hrvatska obuhvaća četiri biogeografska područja Europe. Od 14 kategorija europskih šuma u Hrvatskoj je zastupljeno

* Dr. sc. Martina Đodan, dr. sc. Sanja Perić, Hrvatski šumarski institut, Zavod za uzgajanje šuma, Croatian Forest Research Institute, Division for Silviculture, Cvjetno naselje 43, 10450 Jastrebarsko, Hrvatska



čak 11, što ju stavlja među zemlje s najvećom biološkom raznolikošću u Europi. Poštivanje prirodnog sastava vrsta i promoviranje mješovitosti sastojina kao jedan od ciljeva gospodarenja obvezno je, te je već uključeno u zakonodavstvo šumarstva Republike Hrvatske.

RADNA SKUPINA I – DINAMIKA I FUNKCIONIRANJE MJEŠOVITIH ŠUMA

WORK GROUP I – Mixed Forest Dynamics and Functioning

Radna grupa I usredotočila se na analizu učinaka i utjecaja različitih komponenata globalnih promjena na mješovite šume (stabilnost, bioraznolikost i zaštita okoliša). Program ove radne skupine temeljen je na sljedećim ciljevima:

1. Identifikacija ključnih funkcionalnih procesa u mješovitim šumama;
2. Sažetak istraživačkih projekata i spoznaja o načinu funkcioniranja mješovitih šuma;
3. Utvrđivanje daljnjih smjernica znanstvenih istraživanja.

RADNA SKUPINA II – PRILAGODLJIVO UPRAVLJANJE MJEŠOVITIM ŠUMAMA

WORK GROUP II – Adaptive Management of Mixed Forests

Djelovanje ove radne skupine usmjereno je na problematiku prilagodbe gospodarenja pod utjecajem klimatskih promjena. Program druge radne skupine, u kojoj su istraživači iz Hrvatske dali najveći doprinos, organiziran je po radnim zadacima, a obuhvaća sljedeće ciljeve:

1. Identificiranje održivih praksi upravljanja šumama:
 - a. Klasificiranje tipova mješovitih šuma;
 - b. Postojeće stanje uzgojnih i gospodarskih pristupa u različitim zemljama za svaki tip mješovitih šuma te pregled izazova za njihovo održivo gospodarenje.
2. Izrada alata za upravljanje koji se primjenjuju na mješovite šume:
 - a. Usklađivanje ocjene stanja;
 - b. Modeli rasta i sustavi podrške u odlučivanju za mješovite vrste šuma;
 - c. Mogućnosti upravljanja mješovitim šumama.
3. Smjernice za održivi način upravljanja mješovitim šumama:
 - a. Varijabilnost u donošenju odluka šumara praktičara prilikom odabira stabala budućnosti (tzv. „martel-skop“ eksperimenti);
 - b. Supstitucija čistih sastojina u mješovite sastojine;
 - c. Ekonomski utjecaj na praksu.

Kako je dr. sc. C. Collet odustala od vođenja Podzadatka 3.2.: Sažetak gospodarskih i socioloških utjecaja koji pogoduju ili su odlučujući za mješovite sastojine, bilo prirodne ili antropogene te prednosti i mane različitih tipova mješovitih šuma (u Zadatku 3.: Smjernice potrajnog gospodarenja mješovitim šumama) dr. sc. Martina Tijardović preuzima vodstvo. Cilj zadatka izmijenjen je u manjoj mjeri, što je dogovoreno s voditeljem radne skupine dr. sc. M. Pachom te se tema radnoga zadatka mijenja u „*Conversion of pure forest stands to mixed forests*“ – Supstitucija čistih šumskih sastojina u mješovite.

U razdoblju od 14. ožujka do 14. travnja 2016. dr. sc. Martina Tijardović istražuje prednosti, šumarske aspekte, mogućnosti i izazove koji se tiču pretvorbe čistih sastojina u mješovite sastojine na europskoj razini. Ove aktivnosti provedene su u okviru STSM-a (kratkoročne znanstvene misije – *short term scientific mission*) pod nazivom: „*Conversion of Single-Species Stands to Multi-Species Forests*“ („Supstitucija čistih šumskih sastojina u mješovite“). STSM proveden je na Odjelu za šumarstvo (Šumarski fakultet Sveučilišta u Krakovu, Poljska). Period od 32 dana (od 14. ožujka do 14. travnja) provela je u Institutu za ekologiju šuma i uzgajanje (*Institute of Forest Ecology and Silviculture*).

U radu je detaljno analizirana recentna problematika supstitucije čistih sastojina u mješovite sastojine u Europi. Detaljno su prikazani razlozi, ali i potreba za supstitucijom čistih sastojina kako danas, tako i u budućnosti. Cjelokupni cilj bio je stjecanje znanja o znanstvenom području uzgajanja mješovitih sastojina. Kao rezultat provedenog STSM-a, dr. sc. Martina Tijardović i dr. sc. Maciej Pach pripremili su skicu zajedničke publikacije. U radu je prikazan pregled uzgojnih postupaka koji se odnose na pretvorbu čistih sastojina u mješovite. Dopuna rada sadrži rezultate upitnika o supstituciji u praksi, koji je podijeljen među zemljama sudionicama COST-a.

Poboljšana skica verzije te napredovanje radnoga zadatka, dr. sc. M. Tijardović predstavila je sudionicima sastanka radne skupine II u Palenciji (Španjolska, 21.–22. lipnja 2016.) na *Instituto Gestion Forestal Sostenible, University of Valladolid*. U okviru toga dr. sc. Martina Tijardović imala je izlaganje pod naslovom „*Conversion of single species forest stands to mixed forests: an overview of silvicultural strategies*“. Lokalni organizator bio je direktor šumarskog instituta dr. sc. Filipe Bravo, a uz njega su sastanak organizirali voditelji radnih grupa WG 2 i WG 3, dr. sc. Maciej Pach i dr. sc. Jerzy Lesinski. Na sastanku i radionici sudjelovali su članovi WG 2 i WG 3 radnih skupina, kao i šumari praktičari iz Španjolske i 10-tak europskih zemalja. Prvi dan izložena su predavanja s prikazima studija slučaja iz različitih EU zemalja. Drugi dan bio je rezerviran za terenski obilazak mješovitih sastojina i praktičnu edukaciju.

RADNA SKUPINA III – POLITIKA I DRUŠTVENI UTJECAJ MJEŠOVITIH ŠUMA

WORK GROUP III: Policy and Social Impact of Mixed Forests

Glavne aktivnosti / ciljevi uključivali su:

- Razvoj Akcijskog plana;
- Ostvarivanje čak sedam sastanaka na kojima je sudjelovalo 83 člana, kao i četiri kolege iz drugih radnih skupina;
- Tijekom svakog sastanka, osim prvog, dostavljene su brojne prezentacije koje su se usredotočile na specifična pitanja koja se odnose na postavljene ciljeve;
- Dva člana radne grupe III sudjelovala su na sastancima / radionicama radne grupe II;
- Pet znanstvenika sudjelovalo je u kratkoročnim znanstvenim misijama.

Program treće radne skupine sastojao se od sljedećih zadataka:

1. Identifikacija i vrednovanje društvenih zahtjeva vezanih uz mješovite šume;
2. Društveni utjecaj mješovitih šuma, uključujući poslovne / radne mogućnosti;
3. Jačanje veza između znanosti, upravljanja šumama i šumarskom politikom.

Glavni cilj WG 3 bio je usporediti trenutni način gospodarenja u čistim i mješovitim zajednicama. U konačnosti cilj je bio identificirati i utvrditi pravilne prakse i preporuke za održivo gospodarenje i ruralni razvoj.

Posljednja konferencija akcije FP1206 COST održana je u Pragu (Češka) od 5. do 7. listopada 2016. godine, na kojoj su predstavljeni svi rezultati projekta koji bi trebali poslužiti kao smjernice za daljnja istraživanja. Kao rezultat konferencije nastala je knjiga sažetaka koja je dostupna na službenoj web stranici projekta (<http://www.mixedforests.eu/>). Uskoro se očekuje i objava konačnih rezultata projekta. Trenutno je na službenoj web stranici moguće pronaći konačne izvještaje radnih grupa 2 i 3, kao i izvještaje 18 država, među kojima je i onaj iz Hrvatske (Autori: dr. sc. S. Perić, dr. sc. M. Tijardović).

ZAKLJUČCI

Conclusions

COST akcija FP1206 završila je u veljači 2017. godine, no to ne predstavlja kraj suradnje hrvatskih istraživača i istraživača iz brojnih europskih znanstvenih institucija. Nakon 4 intenzivne godine umrežavanja, naša je grupa postavila nove ciljeve za poboljšanje znanja o mješovitim šumama i njegovoj integraciji u održivo uzgajanje šuma. Između 2013. i 2016. godine EuMIXFOR je organizirao 23 sastanka, 2 međunarodne radionice i 5 škola za osposobljavanje šumara praktičara. Akcija je financirala 51 kratkoročnu znan-

stvenu misiju i rezultirala s više od 40 publikacija. Sudjelovanje hrvatskih istraživača u ovome međunarodnom projektu doprinijelo je povezivanju i ugradnji novih znanstvenih spoznaja, razmjeni znanja o mješovitim šumama kako bi se poboljšalo potrajno gospodarenje u Hrvatskoj, koje se u novije doba treba suočiti s rastućim izazovima. Osnivanje europske mreže istraživača kojima su cilj projekti vezani uz mješovite šume, poboljšava njihovo očuvanje, ekspanziju i doprinos društvu. Stvaranje mreže informacija dostupnih svima osigurava sva potrebna znanja o ulozi mješovitih šuma u pružanju ekoloških i gospodarskih usluga. Dinamika i funkcioniranje mješovitih šuma u odnosu na buduće ekološke izazove, uključujući klimatske promjene te identificiranje odgovarajućih šumskih praksi za gospodarenje mješovitim šumama postaju na ovaj način dostupne svim zainteresiranim pojedincima.



Slika 1. Terenski dio radionice plenarnog sastanka te sastanaka pojedinih radnih skupina u okolici Madrida

Figure 1. Field excursion conducted in the frame of workshop of the plenary meeting and meetings of individual working groups in the vicinity of Madrid



Slika 2. Dr. sc. Miren del Rio predstavlja rezultate umrežavanja. Sastanak u Palenciji, lipanj 2016.

Figure 2. Miren del Rio, PhD presents the results of EuMIXFOR data networking. Meeting in Palencia, June 2016.

DRVEĆE MEDITERANA

Ivo Aščić, dipl. ing.

Tema maraka dvadesetak mediteranskih država (Cipar, Francuska, Malta, Portugal, Hrvatska, Egipat, Turska i dr.) udruženih u poštansku grupaciju PUMED (engl. the Postal Union for the Mediterranean) iz 2017., prikazuje drveće koje raste na području Sredozemlja te rijetke šumske vrste iz mediteranskog bazena. Ova izdanja osim široj javnosti i strukovnoj populaciji, dodatno su interesantna filatelistima tematičarima iz različitih područja flore budući da ona spada u jednu od najpopularnijih tema na markama.

Hrvatska je tiskala marku s motivom **divlje masline** (*Olea europaea oleaster*), suptropske vazdazeleno biljke s otoka Paga. Izdana je u arku od 16 maraka i u nakladi od 150 tisuća primjeraka, a radi dodatne učinkovitosti marke izdani su i filatelistički proizvodi kao što su žig i omotnica prvog dana (engl. First Day Cover, FDC). Slovenci su prikazali drvo **obične planike** (*Arbutus unedo*), niskog drveta vazdazelenih šuma i makija, iz porodice vrjesova (Ericaceae). U narodu je poznato pod imenom "goli čovik" zbog glatke crvenkaste kore koja se ljušti i izgleda kao suncem opečena čovječja koža. Na njemu sazrijevaju velike skrletnocrvene jestive mnogosjemene bobice (tzv. maginje), od kojih se pravi pekmez, peče rakija, a jedu se i svježe. U Hrvatskoj je rasprostranjena od dubrovačkog primorja do Istre.

Zbog raznolikog drveća na Cipru, tamošnja pošta je kompromisnim rješenjem dizajna na jednoj marki, tkz. 4 u 1, prikazala jedno drvo iz kojeg rastu maslina, **bor** (*Pinus*): rod je bogat s oko 115 vrsta, a živi pod vrlo različitim ekološkim uvjetima. Borovi su otporni prema mrazu i treba im obilno svjetlo. Dobro se održavaju i na slabijim, kamenitim, pješćanim i suhim tlima. U nas ga ima u šumama unutarnjih gorskih i planinskih područja. Izraste u drvo vitka, ravna i jedra debela. U dobi od oko 100 godina stablo mu je oko 25 m visoko i 30 cm debelo; **narandža** (*Citrus aurantium*): zimzelena kultivirana biljna vrsta iz porodice rutvica (Rutaceae). Plod je kuglasta bobica, sočna mesa, bogatoga vitaminom C. Plodovi su vrlo sočni i aromatični, a uzgajaju se u velikom broju vrsta. Osim u velikim nasadima, uzgajaju se na okućnicama, u parkovima i kao lončanice u zatvorenome prostoru; i **rogač** (*Ceratonia siliqua*): drvo iz porodice Caesalpiniaceae visoko od 6 do 12 m. Plodovi, do 20 cm duge i 2 cm široke, kožaste, smeđoljubičaste mahune, imaju mek, sladak i jestiv plod, koji poslije otvrdne. Rogač potječe iz istočnog Sredozemlja, a danas raste u kulturi i podivljalo po cijelom Sredozemlju, pa i u hrvatskom priobalju. U antičko doba sjemenke rogača služile su kao jedinica za mjeru pri vaganju zlata. Drvo srži

rogača žućkasto je do tamnocrveno, prošarano crvenim žilama, a upotrebljava se u stolarstvu. Sličan dizajn marke napravila je i Francuska koja je na svojoj marki prikazala čak pet karakterističnih drveća za njihovo podneblje: bor; planiku, **metliku** ili tamariku (*Tamaris*): rod omalena listopadnoga drveća iz porodice Tamaricaceae. Medonosne su biljke, a često se uzgajaju i kao ukrasni grmovi u parkovima. Kod nas rastu u Primorju, Istri i Dalmaciji na pješćanim i šljunkovitim morskim obalama, podnose slano tlo i posolicu; **hrast** (*Quercus*): rod drvenastih biljaka, većinom drveća, rjeđe grmlja, iz porodice bukava. Ima ih nekoliko stotina vrsta, raširenih u umjerenim i toplijim šumskim područjima sjeverne polutke. U europskoj je flori poznato oko 28 različitih vrsta, a u Hrvatskoj rastu: hrast lužnjak (*Quercus robur*), hrvatska najvrjednija vrsta drveća, raširena u nizinskim šumama uz rijeke Savu, Dravu, Dunav, Kupu i njihove pritoke; hrast kitnjak (*Quercus petraea*), vrlo značajna vrsta za hrvatsko šumarstvo; **mimozu** (*Mimosa*): uzgajaju se u hrvatskom primorju kao ukrasne biljke neke vrste akacija, a vrsta *Albizzia julibrissin* uzgaja se ponegdje na zaštićenim mjestima i u kopnenom području.

Maltežani su prikazali svoje nacionalno drvo **araar** ili sandarac, drvo *Tetraclinis articulata* iz porodice čempresâ, osobito raširenog u gorju Atlas u sjevernoj Africi. Poznato je po mekanosti i žućkastosti smoli ugodna mirisa koji se intenzivno oslobađa zagrijavanjem smole koja je nekada služila u proizvodnji lakova i politura za namještaj. Još se rabi kao zaštitni premaz za slike te pri proizvodnji mirisa. U zemljama sjeverne Afrike primjenjuje se u pučkoj medicini. Ovo drvo osim na Malti raste samo još u južnoj Španjolskoj i nekim područjima sjeverne Afrike. Od 1992. drvo araar proglašeno je nacionalnim drvetom sredozemne države Malte.

Grci su izdali marku s motivom **tršlje** ili pistacija (*Pistacia lentiscus*), gustog vazdazelenog grma visokog do 4 metra iz porodice vonjača (Anacardiaceae). Biljka je raširena na Sredozemlju, pa i u hrvatskom primorju, gdje raste u zimzelenim šumama i šikarama eumediteranskoga vegetacijskog pojasa. Uzgaja se pretežno na egejskom otoku Hiosu (Hij), a daje mastiks odnosno smolu koja se upotrebljava za pripremu kita, finih lakova, ljepila, u farmaciji, kao fiksativ u parfimeriji, kao aroma u prehrambenoj industriji i kao bezbojan lak za slikarska djela. Podrijetlom je iz Sirije, a uzgaja se u mediteranskim zemljama radi masnih, jestivih sjemenki (pistacijski bademi, sirijski orasi).

Iako Portugal izravno ne graniči sa Sredozemnim morem, velik broj vrsta drveća je porijeklom iz Mediterana ili ima



Slika 1. Masline na otoku Pagu postojale su još prije dvije tisuće godina, a lunjski su maslinici živi spomenik hrvatskog maslinarstva



Slika 2. Kultivirana ili pitoma maslina ima karakteristično nepravilno, kvrgavo i razgranato stablo, visine više metara u slobodnom rastu te vijek i do nekoliko stotina godina



Slika 3. Drvo cedar zbog svojih osobina, kao što je ugodan miris, mekost i trajnost, upotrebljava se kao građevno drvo, u proizvodnji namještaja, za oplatu i unutarnje uređenje brodova i sl.



Slika 4. Drvo obične planike u Hrvatskoj je rasprostranjeno od dubrovačkog primorja do Istre



Slika 5. Iberijska kruška jedna je od 60-tak poznatih vrsta ove voćarske kulture



Slika 6. Grčki otok Hios u Egejskom moru poznat je po tršlji, specifičnom drvetu koje daje mastiks smolu, od koje se izrađuju balzami za uporabu u tehnici, medicini, farmaciji i parfimeriji

sve osobine sredozemnog drveća. Šume se u južnom dijelu sastoje pretežito od hrasta plutnjaka (*Quercus suber*) i crnike (*Quercus ilex*). U primorju se na znatnim površinama uzgaja eukaliptus i pinija (*Pinus pinea*). Njihova pošta (port. Correios) za ovu prigodu izdala je četiri različite marke koje prikazuju maslinu; planiku; **hrast plutnjak** (*Quercus suber*): iz njegove kore se dobiva pluto, koji je autohton u zapadnom Sredozemlju; i **iberijsku krušku** (*Pyrus bourgaena*): jedna od 60 vrsta krušaka čije drvo može narasti i do 6 metara, a prisutno je na Pirinejskom poluotoku više od 2500 godina. Libanon je prikazao drvo **cedar** (*Cedrus*), rod vazdazelenog drveća iz porodice borova s tvrdim i bodljikavim iglicama. Na području Mediterana poznatiji su Libanonski cedar (*Cedar libani*), raste samoniklo s debelim vodoravno položenim granama, i ciparski cedar (*Cedar brevifolia*). U toplijim krajevima hrvatskog primorja cedrovi se uzgajaju u šumskim kulturama, parkovima i drvoredima. Cedrovina se upotrebljava kao građevno drvo, u proizvodnji namještaja, za oplatu i unutarnje uređenje brodova, vagona i sl.

Istražujući marke s motivima mediteranskog drveća, zaključuje se kako su brojne mediteranske, ali i države s drugih područja i prethodnih godina izdavale marke na istu temu te time dale veliki doprinos u promociji šumarstva.



Slika 7. Sredozemlje je raj za brojne biljne i životinjske vrste, a znatan broj njih obitava samo u mediteranskom bazenu

Maslina, najprepoznatljivije drvo

Pretpostavlja se da je pradomovina masline prostor od Sirije do Grčke, odakle je prenesena u Sredozemlje gdje danas najčešće raste. Maslina se na istočnoj obali Jadrana uzgaja više od dvije tisuće godina. U svijetu je poznato više stotina odlika kultivirane masline različitih svojstava. Ma-

slina uspijeva na krševitu tlu, osjetljiva je na niske temperature (smrzava se pri $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$). Iako podnosi sušu, za stabilne i obilne prinose potrebno je osigurati natapanje u kritičnim razdobljima vegetacije. U Hrvatskoj raste po otocima i na uskom dijelu kopna, duž cijele obale Jadranskoga mora te je ona najbrojnija voćarska kultura. Iz toga razloga maslinarstvo i turizam temelj su egzistencije stanovnika i u zapošljavanju stanovništva dobro se nadopunjuju.

Osim divlje, postoji i kultivirana i više poznata maslina (*Olea europaea sativa*), visoka do 5 m, a u industrijskim nasadima visina se nastoji smanjiti na 2 do 3 metra. Cvate od svibnja do polovice lipnja, a plod dozrijeva od listopada do veljače, ovisno o odlici i klimatskim prilikama. Maslinovo je drvo duga vijeka, u prosjeku 100 do 150 godina.

“Na površini od oko 1300 hektara raste otprilike 80 000 autohtonih stabala, a uokolo mjesta Lun, dvadesetak kilometara od grada Novalje, prostire se 60 hektara osobito slikovitih maslinika s 1500 stabala divljih maslina *Olea oleaster linea* cijepljenih s pitomom maslinom oblicom. Lun i njegovi maslinici na krajnjemu sjevernom dijelu produženoga kraka otoka Paga već su poznati u globalnim razmjerima kao poseban fenomen Mediterana. Većina maslina ima nekoliko stoljeća, više stotina stabala starije je od tisuću godina, a najstarija među njima ima 1700 godina. Lunske su masline prirodno čudo, jer mnoge od njih rastu iz kamena, a stalno kliju nove, što se ne događa ni u jed-

nomu sličnom masliniku” jedna je od poruka koju šalje hrvatska marka “Lunske masline” iz serije PuMed, drveće Mediterana.

Prema zapisima Plinija Starijeg rimski su legionari došavši na otok Pag ondje zatekli nevjerojatno guste gajeve samoniklih divljih maslina. Maslinovo ulje iz Luna spominje se u prvoj kuharici zapadnoga svijeta autora Marka Gabija Apicija. Danas su kroz djelomično neprohodan lunski maslinik uređene šetnice, za obilaske prometuju i električna vozila, a sagrađen je i slikovit amfiteatar za kulturne događaje.

Hrvatska je i 2001. godine izdala marku s motivom drveta masline iz Kaštel Štafilića. Riječ je o maslini staroj preko 1500 godina. Obujam debla je 6 m, promjer krošnje 22 m, a visina 10 m. Marka ima za cilj stalno podsjećati na očuvanje ovoga rijetkog spomenika u kojemu se sjedinjuju priroda i povijest. Maslina je važna za kulturu i sliku Dalmacije, te u velikoj mjeri i za njegovanje tradicije te za očuvanje prirodnih prostora Republike Hrvatske.

O popularnosti masline na markama govori i podatak kako ih je do sada izdano na desetke primjeraka različitih država: Cipar 2014, Portugal 2008., Sirija 2011., Tunis 2010., Malta 2007., Grčka 2008., Izrael 2003., Francuska 2008., Španjolska 2015. i dr.

Wns Number
Country / Post



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 ovlašteni 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.



Godišnji program stručnoga usavršavanja za 2018. godinu

R.br.	Naziv teme, predavanja/seminara	Predavač
1.	Značaj klonskih sjemenskih plantaža (KSP) i nove tehnologije očuvanja kvalitete šumskog sjemena za budućnost hrvatskog šumarstva (R)	dr. sc. Tibor Littvay
2.	Upoznavanje s propisima OECD-a i međunarodnom trgovinom ŠRM (R)	dr. sc. Tibor Littvay
3.	Poznavanje etologije životinja kao preduvjet kvalitetne zaštite šuma (R)	prof. dr. sc. Josip Margaletić (ŠF)
4.	Utjecaj oštećenja na žiru hrasta lužnjaka i kori mladih biljaka poljskoga jasena od sitnih glodavaca na obnovu sastojina (R)	prof. dr. sc. Josip Margaletić (ŠF)
5.	Organizacija zaštite na radu na šumskim radilištima – pravni okvir i izvedbeni planovi (R)	Drago Klarić, Zdenko Tomašić (HŠ)
6.	Uspostavljanje prava služnosti na šumi i šumskom zemljištu radi podizanja višegodišnjih nasada – nepresušni izvor konflikata između sektora šumarstva, poljoprivrede i zaštite prirode (R)	mr. sc. Konrad Kiš (Dvokut-ecro d.o.o.)
7.	Primjena novih tehnologija daljinskih istraživanja u šumarstvu (LIDAR te multispektralne satelitske snimke) (R)	dr. sc. Alen Berta (Oikon d.o.o.)
8.	Novi oblici šumskih proizvoda i njihove značajke (R)	prof. dr. sc. Željko Zečić (ŠF)
9.	Politika klimatskih promjena, šumarstvo i niskouglični razvoj (R)	dr. sc. Igor Stankić, Delfa Radoš, dr. sc. Vladimir Jelavić (Ekonerg d.o.o.)
10.	Kontrola i certifikacija ekološke proizvodnje (R)	dr. sc. Jadranka Roša (HŠ)
11.	Ispitivanje mogućnosti primjene bespilotnih letjelica (dron DJI INSPIRE 2) u šumarstvu s osvrtom na pravnu regulativu (R)	dr. sc. Jadranko Vlahinja, Dario Krapinec (HŠ)
12.	Investicijske analize u šumarstvu (R)	izv.prof.dr.sc. Stjepan Posavec, dr.sc. Karlo Beljan (ŠF)
13.	Natura 2000: zadaće struke i modeli praktične primjene u šumarstvu (R)	prof. dr. sc. Ivan Martinić (ŠF)
14.	Novosti u propisima : novi Zakon o šumama, novi Zakon o zaštiti prirode, Natura 2000 propisi (R)	prof. dr. sc. Ivan Martinić (ŠF)
15.	Kriteriji određivanja gustoće primarne šumske prometne infrastrukture (R)	prof. dr. sc. Tomislav Poršinsky (ŠF)
16.	Određivanje etata glavnog prihoda u šumama narušene dobne strukture (R)	doc. dr. sc. Krunoslav Teslak (ŠF)
17.	Planiranje i provedba raznodobnog načina gospodarenja (R)	doc .dr. sc. Krunoslav Teslak (ŠF)
18.	Mehanizirani sustavi pridobivanja drva (R)	doc. dr. sc. Dinko Vusić (ŠF)
19.	Opasnosti i rizici kod pridobivanja drva u sastojinama stradalim od prirodnih nepogoda (R)	izv. prof. dr. sc. Matija Landekić (ŠF)
20.	Ergonomska pogodnost i ekonomska isplativost primjene akumulatorske motorne pile i akumulatorskih škara u radovima njege i čišćenja sastojina hrasta lužnjaka (R)	izv. doc. dr. sc. Marijan Šušnjar; Marin Bačić (ŠF)

21.	Postupanje šumarske inspekcije (R)	Marko Tomljanović, Anđelko Grospić, Zrinoslav Galović (MP)
22.	Odredbe Natura 2000 – prepoznavanje, praćenje i kartiranje zaštićenih biljnih i životinjskih vrsta (R)	mr. sc. Dubravko Janeš (HŠ)
23.	Integrirana zaštita i suzbijanje štetnika drvenastog bilja u urbanim uvjetima (R)	prof. dr. sc. Boris Hrašovec (ŠF)
24.	Kontroling radnih strojeva u gospodarenju šumama	mr. spec. oec. Branko Sitaš (HŠ)
25.	Šumsko-uzgojna istraživanja u nacionalnim parkovima RH – aktivna ili pasivna zaštita (R)	dr. sc. Tomislav Dubravac (HŠIJ)
26.	Monitoring šumskih ekosustava (R)	dr. sc. Tamara Jakovljević (HŠIJ)
27.	Značajke sjemena i rasadnička proizvodnja nekih vrsta roda <i>Sorbus</i> L. (R)	doc. dr. sc. Damir Drvodelić (ŠF)
28.	Urbano šumarstvo, zelena arhitektura	poziv HKIŠDT
29.	Međunarodni ugovori i obveze RH u sektoru šumarstva	poziv HKIŠDT

* HKIŠDT – Hrvatska komora inženjera šumarstva i drvne tehnologije; HŠ – Hrvatske šume d.o.o. Zagreb;

ŠF – Šumarski fakultet Zagreb; HŠIJ – Hrvatski šumarski institut Jastrebarsko;

* većinu predavanja moguće je organizirati kroz više regionalnih seminara/predavanja (R)

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, tijekom 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 obročati.

Opseg teksta članaka može imati najviše 15 stranica zajedno s prilogima, 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. Dudovac je do 15 m visoko stablo široke krošnje. ■ **Figure 1.** Paper mulberry is up to 15 m tall tree with spreading crown.

Slika 2. Kora je svjetlosiva, uzdužno izbrazdana. ■ **Figure 2.** Bark is light grey, longitudinally furrowed.



Slika 3. Listovi su naizmjenični ili gotovo nasuprotni, jednostavni, široko jajasti, različitog oblika, nerazdijeljeni ili režnjasti, napiljenog ruba, 10-20 cm dugački, odozgo tamnozeleni i hrapavi, odozdo sivkastozeleni i gusto, mekano dlakavi, ujesen žuti. ■ **Figure 3.** Leaves are alternate or subopposite, simple, broadly ovate, variable in shape, entire or lobed, serrated at margins, 10-20 cm long, dark green and scabrous above, greyish-green and densely soft pubescent below, yellow in autumn.



Slika 4. Skupni plod (dudinja) je kuglast, narančastocrven, sočan, 2-3 cm velik, sastavljen od brojnih pojedinačnih koštunica, dozrijeva u kolovozu i rujnu. ■ **Figure 4.** Multiple fruits of drupelets globose, orange-red, fleshy, 2-3 cm in diameter, maturing in August to September.

***Broussonetia papyrifera* (L.) Vent. - dudovac, smokovača (*Moraceae*)**

Dudovac je listopadno, dvodomno, ornitohorno, brzorastuće drveće prirodno rasprostranjeno u Japanu i Kini, koje je u Europi prisutno kao introducirana vrsta. U istočnoj Aziji vlakna unutrašnje kore stoljećima se koriste za proizvodnju čvrstog i vrlo kvalitetnog papira, a na pacifičkim otocima od njih se izrađuje tekstil poznat pod nazivom "tapa". Drvo dudovca je sivkasto-bijelo, lagano, mekano, lako obradivo i nije trajno. Koristi se za izradu zdjelica, rukotvorina i namještaja. Listovi, plodovi i kora u Kini i Indiji imaju primjenu u tradicionalnoj medicini. U stabljici, izbojcima i peteljka listova nalazi se mliječni sok. Ova se vrsta proširila iz uzgoja i postala invazivna biljka na otvorenim, degradiranim staništima u nekim zemljama, uključujući Hrvatsku, ali kod nas ne predstavlja značajan problem. Kada se biljke zakorijene i razviju, mogu se vegetativno širiti izdancima iz korijena te ih je teško ukloniti.

***Broussonetia papyrifera* (L.) Vent. - Paper Mulberry (*Moraceae*)**

Paper mulberry is a deciduous, dioecious, ornithochorous, fast growing tree. It is native to Japan and China. It grows as an introduced species in Europe. For centuries, the fibre from the inner bark has been used to make strong and high quality paper in eastern Asia and textiles known as "tapa" throughout the Pacific Islands. The wood is greyish white, light, soft, easy worked and not very durable. It is used for making bowls, handicrafts and furniture. In China and India leaves, fruits and bark have traditional medicinal uses. The stem, branches and petioles contain a milky latex. This species escaped cultivation and became an invasive plant on open, disturbed sites in some countries including Croatia, where it isn't a significant problem. Once established it is able to spread vegetatively by root suckers and is difficult to remove.