

# ŠUMARSKI LIST

## HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO



UDC 630\*  
ISSN  
0373-1332  
CODEN  
SULIAB



7-8

GODINA CXXXVII  
Zagreb  
2013

The screenshot shows the homepage of the Croatian Forestry Society (Hrvatsko Šumarsko Društvo). The header features the society's logo, a circular emblem with a tree and the text "HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO" and "ŠUMARSKI LIST - 1877". Below the logo, the text "HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO" and "CROATIAN FORESTRY SOCIETY" is displayed, along with the "članica HIS" logo. A large image of a classical building is in the background. The main navigation menu includes "stranice ogranača", "PRO SILVA CROATIA", "SEKCIJA ZA BIOMASU", "SEKCIJA ZA ŽAŠTITU ŠUMA", "EKOLOŠKA SEKCIJA", "SEKCIJA ZA KULTURU, SPORT I REKREACIJU", and "AKADEMIJA ŠUMARSKIH ZNANOSTI". On the right side, there is a sidebar titled "IMENIK HRVATSKIH ŠUMARA" featuring a portrait of a man and a thumbnail of the "ŠUMARSKI LIST" journal cover. Below this are sections for "ŠUMARSKI LIST" (with statistics: 137 godine neprekidnog izlaženja, 1053 svezaka na 78842 stranica, 15215 članaka od 2546 autora), "DIGITALNA ŠUMARSKA BIBLIOTEKA" (with statistics: 4029 naslova knjiga i časopisa na 24 jezika od 2696 autora izdanja od 1732. do danas), and "ŠUMARSKI LINKOVI" (with links to EFN, HS, ŠF HŠI, HKISD, DHMZ).

## Uredništvo ŠUMARSKOGA LISTA

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

Šumarski list online: [www.sumari.hr/sumlist](http://www.sumari.hr/sumlist)  
Journal of forestry Online: [www.sumari.hr/sumlist/en](http://www.sumari.hr/sumlist/en)

### Naslovna stranica – Front page:

Vuk (*Canis lupus*) – jedan od tri predavata (uz smeđeg medvjeda (*Ursus arctos*) i risa (*Lynx lynx*)) koji obitava na području Gorskog kotara (Hrvatska)

The wolf (*Canis lupus*) – one of the three predators (in addition to brown bear (*Ursus arctos*) and lynx (*Lynx lynx*)) that live in the Gorski Kotar area (Croatia)

(Foto – Photo: Željko Stipeć)

Naklada 2245 primjeraka

### Izdavač:

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO uz financijsku pomoć  
Ministarstva znanosti obrazovanja i sporta i  
Hrvatskih šuma d.o.o.

Publisher: Croatian Forestry Society –

Editeur: Société forestière croate –

Herausgeber: Kroatischer Forstverlin

Grafička priprema: LASERplus d.o.o. – Zagreb

Tisk: EDOK d.o.o. – 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 forestierecroate

## Uredivački savjet – Editorial Council:

- |                                   |  |                                     |
|-----------------------------------|--|-------------------------------------|
| 1. Akademik Igor Anić             | 11. Tijana Grgurić, dipl. ing.                             | 21. Darko Mikičić, dipl. ing.       |
| 2. Stjepan Blažičević, dipl. ing. | 12. Dubravko Hodak, dipl. ing.                             | 22. Marijan Miškić, dipl. ing.      |
| 3. Mario Bošnjak, dipl. ing.      | 13. Benjamino Horvat, dipl. ing.                           | 23. Damir Miškulin, dipl. ing.      |
| 4. Davor Bralić, dipl. ing.       | 14. Prof. dr. sc. Boris Hrašovec                           | 24. Darko Posarić, dipl. ing.       |
| 5. Mr. sp. Mandica Dasović        | 15. Mr. sc. Petar Jurjević, predsjednik – <i>president</i> | 25. Davor Prnjak, dipl. ing.        |
| 6. Domagoj Devčić, dipl. ing.     | 16. Tihomir Kolar, dipl. ing.                              | 26. Zoran Šarac, dipl. ing.         |
| 7. Mr. sc. Josip Dundović         | 17. Čedomir Križmanić, dipl. ing.                          | 27. Ariana Telar, dipl. ing.        |
| 8. Mr. sc. Zoran Đurđević         | 18. Marina Mamić, dipl. ing.                               | 28. Izv. prof. dr. sc. Ivica Tikvić |
| 9. Prof. dr. sc. Milan Glavaš     | 19. Prof. dr. sc. Josip Margaletić                         | 29. Oliver Vlainić, dipl. ing.      |
| 10. Prof. dr. sc. Ivica Grbac     | 20. Akademik Slavko Matić                                  | 30. Dr. sc. Dijana Vučetić          |

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

### 1. Šumske ekosustavne – Forest Ecosystems

- Prof. dr. sc. Joso Vukelić,**  
**urednik područja – Field Editor**  
Šumarska fitocenologija – *Forest Phytocoenology*  
Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*  
**Prof. dr. sc. Jozo Franjić,**  
šumarska botanika i fiziologija šumskoga drveća  
*Forest Botany and Physiology of Forest Trees*  
**Prof. dr. sc. Marilena Idžočić,**  
dendrologija – *Dendrology*  
**Dr. sc. Joso Gračan,**  
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**  
Silviktura – *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. Stevo Orlić,**  
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*  
**Izv. 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:*  
**Izv. prof. dr. sc. Dragutin Pičman,**  
Šumske prometnice – *Forest Roads*  
**Prof. dr. sc. Dubravko Horvat,**  
mehanizacija u šumarstvu – *Mechanization in Forestry*  
**Prof. em. dr. sc. Marijan Brežnjak,**  
pilanska prerada drva – *Sawmill Timber Processing*  
**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,**

Šumarska fitopatologija, integralna zaštita šuma –

*Forest Phytopathology, Integral Forest Protection*

**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*

**Doc. dr. sc. Ante Seletković,**

izmjera terena s kartografijom –

*Terrain Mensuration with Cartography*

**Izv. 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:*

**Doc. 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*

Prof. dr. sc. Emil Klimo, Češka – *Czech Republic*

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

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

**Dr. sc. Martin Schneider-Jacoby, Njemačka – Germany**

Prof. dr. sc. Iztok Winkler, Slovenija – *Slovenia*

### **Glavni i odgovorni urednik – Editor in Chief**

Prof. dr. sc. Boris Hrašovec

### **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*228 + 653 (001)	
Teslak, K., J. Čavlović, M. Božić, K. Beljan	
<b>Kvalitativna struktura stabala hrasta lužnjaka (<i>Quercus robur</i> L.) kao kriterij planiranja sastojina za obnovu</b> – Pedunculate oak ( <i>Quercus robur</i> L.) trees qualitative structure as a criteria of the stand regeneration planning .....	367
UDK 630*815 + 612 ( <i>Picea abies</i> L. Karst) (001)	
Balandi, M., J. Pittner, M. Saniga, J. Jačud, L. Danková, M. Duriš	
<b>Stand dynamics of the subalpine spruce (<i>Picea abies</i> L. Karst) forest – a disturbance driven development</b> – Sastojinska dinamika preplaninske šume smreke ( <i>Picea abies</i> L. Karst) – rezultat prirodnih poremećaja. ....	379
UDK 630*453 (001)	
N. Avtzis, D. and D. Matošević	
<b>Taking Europe by storm: a first insight in the introduction and expansion of <i>Dryocosmus kuriphilus</i> in central Europe by mtDNA</b> – Europa osvojena u trenu: prvi uvid u prođor i širenje kestenove ose šiškarice ( <i>Dryocosmus kuriphilus</i> ) u središnjoj Europi putem mitohondrijske DNK .....	387
UDK 630*453 (001)	
Nakládal, O., P. Šenfeld, M. Franjević, H. Uhlíková	
<b>Comparison of all season and standard type of ECOLURE® dispenser efficacy in trap catches of European spruce bark beetle (<i>Ips typographus</i> (L.))</b> – Usporedba učinkovitosti cijelosezonskog i standardnog feromona ECOLURE® u ulovima smrekinog pisara ( <i>Ips typographus</i> (L.)) .....	395
UDK 630*629 (001)	
Grošelj, P., L. Zadnik Stirn	
<b>Between compromise and consensus in group decisions in forest management</b> – Grupno odlučivanje u upravljanju šumama: između kompromisa i konsenzusa.....	403

### Stručni članci – Professional papers

UDK 630*156	
Frković, A.	
<b>Lov i lovne prilike u Senjskom kotaru krajem 19. i početkom 20. stoljeća</b> – Hunting and hunting opportunities in the district of Senj in the period from the 19 <sup>th</sup> to the beginning of the 20 <sup>th</sup> century .....	411

### Zaštita prirode – Nature protection

Arač, K.	
Batokljun ( <i>Coccothraustes coccothraustes</i> L.). ....	419

### Knjige i časopisi – Books and journals

Teslak, K.	
Prof. dr. sc. Jura Čavlović: Osnove uređivanja šuma .....	420
Pičman, D.	
Sokolović, Dž., M. Bajrić: Otvaranje šuma .....	423
Erković, A.	
Fra Crvenka, M.: Životinje u Bibliji .....	424
Grospić, F.	
L'Italia forestale e montana.....	425

**Znanstveni i stručni skupovi – Scientific and professional meetings**

Franjić, J., D. Krstonošić

10. Simpozij EDGG-a (*European dry grassland group*) Zamość (Poljska) – Očuvanje i restauracija travnjaka ..... 428

Lukić, I.

Interforst 2014 – predstavljanje nadolazećeg sajma ..... 434

# RIJEČ UREDNIŠTVA

## ZANEMARUJE LI ŠUMARSKA PRAKSA NAČELA POTRAJNOG (ODRŽIVOG) GOSPODARENJA ŠUMAMA?

U Šumarskome listu br. 7–8/2004. u rubrici Aktualno, pod naslovom "Nekoliko misli u prilog izradbe kodeksa o gospodarenju prirodnim šumama", akademik Dušan Klepac u 10 je sentenci sažeо bitna načela gospodarenja prirodnim šumama. "Šuma je obnovljivi prirodni resurs; ona se može obnoviti ako se njome pravilno gospodari, ukoliko nije poremećen šumski ekosustav", prva je sentenca, a druga: "Pravilno gospodarenje šumama je potrajno gospodarenje, održavajući gospodarske, ekološke i socijalne funkcije šume".

U svim prigodama ističemo kako mi imamo 97 % prirodnih šuma i kako su među najočuvanjima u svijetu upravo zahvaljujući činjenici da hrvatsko šumarstvo, za razliku od drugih, nikada nije napuštao načela potrajnog (održivog) gospodarenja šumama. Jesmo li na tragu da danas nakon dva i pol stoljeća, polako, sve u nemilosrdnoj trci za upitnim profitom napuštamo ta načela? Već prva sentenca npr. traži odgovor na pitanje: remetimo li šumski ekosustav ako kao izvođače radova biramo isključivo najjeftinije ponuđače, nestručne i neispravno tehnički opremljene, slabo provjeravajući njihovu kvalificiranost za određene poslove? Prisjetimo se kratkotrajnog neuspješnog pokušaja poslije Drugog svjetskog rata da drvoprerađivači (kupci) izvode radove na sjeći i izradi drvnih sortimenata, što se upravo uvodi u šumarsku praksu. Primjeri s terena ukazuju nam da je nestručnost i nekompetentnost već na djelu, a što nas tek očekuje! "Pravilno gospodarenje" pak iz druge sentence, podrazumijeva pravovremenu prirodnu obnovu i njegu čišćenjem i proredom šumskih sastojina (prebiranje u prebornim šumama). Zakašnjeli uzgojni radovi u navedenim fazama, najčešće iz razloga uštede na troškovima, kako bi se povećao profit, uzrok su neuspjeli obnove šumskih sastojina, posebice nedostatnog korištenja produktivnosti odnosnog šumskog staništa. Ovo se događa sada, a što će se tek dogoditi ako se ukine naknada za općekorisne funkcije šuma, tek ćemo vidjeti!

Da li se provjerava i tko provjerava stručnost i kompetentnost izvođača radova, te tko to nadzire i sankcionira? Kako su nam pak stručni kapaciteti (osim nekoliko časnih iznimaka), instrumenti i ingerencije resornog ministarstva koje sve to nadzire, pa i sam rad trgovačkog društva kojemu je vlasnik povjerio gospodarenje šumama, zasigurno ne kako ono hoće, nego, vjerujemo, po stručnim i znanstvenim načelima. Drži li se ono barem osnovnih načela potrajnog gospodarenja u nedostatku šumarske strategije, koja bi uz Zakon o šumama trebala biti putokaz budućeg održanja šuma i razvoja šumarstva.

Uz prethodno citirane i ostale sentence glede pridržavanja načela potrajnog (održivog) gospodarenja šumama, neobično je važno osvrnuti se na devetu sentencu koja glasi: "Organizacijski oblik šumarstva može biti različit od centralističkoga do decentralističkoga, ali najpovoljniji je oblik organizacije koji omogućuje na istom prostoru i istoj organizacijskoj jedinici korištenje svih izravnih i neizravnih beneficija koje šuma pruža". Kakav je danas i da li trenutni organizacijski oblik šumarstva omogućava spomenute beneficije šume? Strogo centralistički oblik u kojemu za svaku sitnicu treba tražiti odobrenje centra, gdje upravitelji uprava nemaju nikakvih ingerencija, čime im je ograničena inventivnost i primjena stečenih šumarskih znanja i iskustava te narušen ugled pred zaposlenicima i lokalnom zajednicom, gdje revirnici i ostali inženjeri sve više postaju kancelarijski službenici umjesto da budu u šumi gdje im je i mjesto kao nositeljima proizvodnje, sigurno nisu sastavnice optimalnoga organizacijskog oblika šumarstva.

I napisljetu pitanje, uz sve spomenuto kao poticaj o čemu trebamo razmišljati i zauzeti određeni stav: podupire li, ili bilje rečeno tko će, posebice kada se ukine naknada za općekorisne funkcije šuma, podupirati napredak šumarstva (stručni i tehnološki) za kojega deseta sentenca kaže "Nema napretka u šumarstvu bez znanosti i kulture".

Uredništvo

# EDITORIAL

## DO FORESTRY PRACTICES DISREGARD THE PRINCIPLES OF SUSTAINABLE FOREST MANAGEMENT

The Forestry Journal No. 7-8/2004 published an article by Academy member Dušan Klepac in the column Current Affairs. The article, entitled "Several ideas contributing to the code of close-to-nature forest management", summarized some basic postulates of close-to-nature forest management in ten sentences: In the first sentence the author says "*The forest is a renewable natural resource; it can only be regenerated if managed adequately, on condition that the forest ecosystem is not disturbed*", and in the second "*Adequate forest management is sustainable management, which maintains commercial, ecological and social forest functions*".

We point out on every occasion that 97 % of forests in our country are natural forests and that they belong to some of the best preserved forests in the world, owing primarily to the fact that Croatian forestry, unlike some other foresteries, has never abandoned the principles of sustainable forest management. Are we on the verge of gradually renouncing these principles, after two and a half centuries, in the merciless race for questionable profit? The very first sentence of the mentioned article seeks for an answer to the following question: do we disturb the forest ecosystem if we only choose the cheapest contractors who are incompetent and poorly technically equipped and if we do not even check their qualifications for certain jobs? We still recall a short-lived and unsuccessful post-World War Two attempt concerning wood processors (buyers) performing cutting and wood assortment operations. This idea is currently being introduced in the forestry practice. Examples from the field testify that unprofessionalism and incompetence are already taking place and are spreading rapidly. "*Adequate management*" mentioned in the second sentence implies timely natural regeneration and tending with cleaning and thinning of forest stands (selection in selection forests). The belatedly applied silvicultural treatments in the mentioned stages, generally motivated by the desire to cut costs in order to increase profit, are the principal causes of unsuccessful regeneration of forest stands and an insufficient use of site productivity in particular. This is already happening: it remains to be seen how the situation will escalate when a tax on non-market forest functions is abolished.

Is the professionalism and competence of contractors scrutinized and by whom, and who is responsible for supervision and sanctioning? What are the professional capacities (with a few honourable exceptions), instruments and competences of the Ministry to carry out supervision, including the supervision of the company entrusted by the owner to manage forests, not in the way the Ministry wants but, let us believe, according to professional and scientific principles. Does the Ministry at least adhere to the basic principles of sustainable management, considering that there is no forestry strategy, which should, together with the Forest Law, serve as a guide for the survival of forests and development of forestry in the future.

In addition to the sentences cited above, as well as to other sentences dealing with the adherence to the principles of sustainable forest management, the ninth sentence is exceptionally important: "*The organisational form of forestry may range from centralised to decentralised one, but undoubtedly the most favourable organisational form is that which allows the use of all direct and indirect forest benefits in the same area and in the same organisational unit*". What is the organisational form of forestry today and does it provide for all the mentioned forest benefits? A strictly centralized form, in which every minor operation requires the approval of the centre, where managers have no competences (which hampers their inventiveness and use of the acquired forestry skills and experiences and tars their reputation in front of the employees and the local community), and district rangers and other engineers are increasingly spending time in offices instead of being in the forest where they belong as leaders of production, are certainly not the components of an optimal organisational form of forestry.

Finally, the question remains, with all the above serving as food for thought, whether anybody, or better said, who will support the progress of forestry (professional and technological) when a tax on non market forest function is abolished. After all, the tenth sentence of the articles states: "*There is no progress in forestry without science and culture*".

Editorial Board

# KVALITATIVNA STRUKTURA STABALA HRASTA LUŽNJAKA (*Quercus robur* L.) KAO KRITERIJ PLANIRANJA SASTOJINA ZA OBNOVU

## PEDUNCULATE OAK (*Quercus robur* L.) TREES QUALITATIVE STRUCTURE AS A CRITERIA OF THE STAND REGENERATION PLANNING

Krunoslav TESLAK<sup>1</sup>, Jura ČAVLOVIĆ<sup>1</sup>, Mario BOŽIĆ<sup>1</sup>, Karlo BELJAN<sup>1</sup>

### Sažetak:

Gospodarenje šumama hrasta lužnjaka opterećeno je pojavom propadanja i odumiranja stabala te danas predstavlja značajan gospodarski i ekološki problem u šumarstvu Hrvatske. Narušavanje strukture starijih i starih sastojina posljedično uzrokuje smanjenja kvalitativne (sortimentne) strukture drva, odnosno vrijednosti drvne zalihe sastojina. Prsni promjer srednjeg plošnog stabla sastojine (d\_SPS) i udio obujma drva razreda kakvoće A i B (vAB<sup>p</sup>) u ukupnom obujmu SPS hrasta u ovom radu izdvojene su kao zavisne varijable u postupku istraživanja multivarijatnog utjecaja skupina sastojinskih, stanišnih i gospodarskih čimbenika višefaktorskom analizom varijance na kvalitativnu (sortimentnu) strukturu preostalih stabala hrasta lužnjaka u starijim i starim lužnjakovim sastojinama srednje Posavine. S obzirom na rezultate variabilnosti kvalitativne strukture, predloženi su modeli procjene strukture obujma drva po razredima kakvoće prema Hrvatskoj normi HRN EN 1361-1. Na iznimnu kvalitetu sastojina i potencijal staništa ukazuje aritmetički srednji prsni promjer SPS hrasta lužnjaka od 64 cm te sadržaj prosječno 35 % obujma drva kvalitativno svrstanih u A i B razrede kakvoće. Kompleksan utjecaj skupina sastojinskih i stanišnih varijabli na prsni promjer i kvalitetu SPS hrasta lužnjaka znatno je manje izražen od utjecaja skupine gospodarskih varijabli. Kvaliteta staništa i sklopljenost sastojine, kroz utjecaj na dužinu debla, čistoću od grana i dr., očekivano statistički značajno utječe na kvalitativnu strukturu stabala hrasta. Objasnjenost varijabiliteta obujma pojedinog razreda kakvoće drva izabranom jednadžbom kreće se u rasponu od 63,4 % za razred kakvoće C do 92,1 % za drvni ostatak (DO). Neovisno o deklarativno različitim uvjetima u kojima su se razvijale istraživane sastojine, preostala lužnjakova stabla ujednačene su i velike kvalitativne strukture, no vrijednost drvne zalihe značajno je smanjena uslijed smanjenja obrasta. U budućim postupcima planiranja gospodarenja uputno je pronalaziti i izdvajati strukturno očuvane i stabilne dijelove šume na kojima bi se akumulirao vrijednosni prirast s ciljem uspostavljanja ravnoteže u dobi sječe sastojina i unapređenju dobne strukture šuma hrasta lužnjaka.

**KLJUČNE RIJEČI:** hrast lužnjak, stare sastojine, sastojinska struktura, sortimentna struktura

<sup>1</sup> Dr. sc. Krunoslav Teslak, prof. dr. sc. Jura Čavlović, izv. prof. dr. sc. Mario Božić, Karlo Beljan, mag. ing. silv. Zavod za izmjeru i uređivanje šuma, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetosimunska 25, 10000 Zagreb, Hrvatska, e-mail:kteslak@sumfak.hr

## 1. Uvod

### Introduction

Hrast lužnjak (*Quercus robur* L.) najznačajnija je vrsta drveća u Hrvatskoj s obzirom na novčanu vrijednost koja se ostvaruje prodajom drvnih sortimenata. U novije vrijeme gospodarenje šumama hrasta lužnjaka opterećeno je pojmom propadanja i odumiranja stabala (Čavlović i dr. 2006, 2009) te danas predstavlja značajan gospodarski i ekološki problem u šumarstvu Hrvatske (Tikvić i dr. 2009).

Vrijednost drvne zalihe zrelih sastojina ogleda se u kvaliteti stabala koja ju sačinjavaju, ali i iznosu i raspodijeli drvne zalihe po vrstama drveća. Propadanje i odumiranje stabala osim što rezultira velikim ekonomskim gubicima koji iznose i do 40 % potencijalne tržišne vrijednosti drvnih sortimenata (Zečić i dr. 2009), umanjuje vrijednost sastojina uslijed smanjenja obrasta poglavito glavne, najvrednije vrste drveća, ali i slabljenja općekorisnih funkcija šume (Petráš 2002).

Pod kvalitetom stabala pojednostavljeno podrazumijeva se vrsta, odnosno kakvoća sortimenata koji se iz stabala mogu izraditi. U Hrvatskoj se drvo tradicionalno razvrstava prema namjeni (*Hrvatska norma proizvoda iskorištavanja drva*, Anon 1995), što modeliranje sortimentne strukture čini vrlo zahtjevnim (brojne kategorije, subjektivna odluka o namjeni). Novije norme (na primjer *Hrvatska norma HRN EN 1361-1*, Anon 1999) utemeljene na zapadnoeuropskoj praksi razvrstavaju drvo prema kakvoći, ne prejudicirajući njegovu namjenu. Modeli procjene kakvoće nešto su jednostavniji (imaju manje slučajnih i subjektivnih čimbenika), pa su stoga prikladniji za procjenu kvalitativne strukture dubećih stabala.

Preciznija procjena sortimentne, odnosno kvalitativne strukture sastojine, a time i vrijednosti njene drvne zalihe, omogućava učinkovitije planiranje gospodarenja. Učestalo znatno odstupanje planirane proizvodnje sortimenata od ostvarene ukazuje na otvoren problem i potrebu izrade modela za procjenu sortimentne i/ili kvalitativne strukture sastojina (Vondra 1995). Istraživanjem načina oblikovanja uzorka te iznalaženjem najboljih modela procjene sortimentne strukture, u Hrvatskoj bavili su se mnogi autori (Vondra 1995; Vučetić 1999; Šušnjar 2002; Paladinić i Vučetić 2006; Prka 2008). Rezultati spomenutih istraživanja sugeriraju da dobiveni modeli uglavnom imaju ograničenu uporabu s obzirom na pripadnost uzorka vrsti drveća, uređajnom razredu, ekološko-gospodarskom tipu (EGT), dobnom razredu, vrsti sječe i dr. Znatne razlike u kvalitativnoj strukturi pridobivenog drva postoje između vrsta prihoda (glavni i prethodni) te sijekova oplodne sječe na primjer u bukovim sastojinama (Prka 2008). Istraživanje odnosa kvalitativne strukture drva s obzirom na utvrđeni stupanj oštećenosti stabala (Petráš 2002; Tikvić i dr. 2009; Zečić i dr.

2009.) temelj su procjene gubitaka vrijednosti drva u sastojinama zahvaćenim sušenjem. U većini regresijskih modela za predikciju kvalitativne strukture drva prsni promjer stabla najviše doprinosi objašnjenoj varijabilnosti, prema tomu, distribucija prsnih promjera u sastojini važan je pokazatelj grube procijene vrijednosti drvne zalihe (Vučetić 1999; Paladinić i Vučetić 2006). U starijim i starim jednodobnim sastojinama u kojima je utjecaj dobi sastojine zanemariv, prsni promjer stabala može biti pokazatelj kvalitete stabala, odnosno sastojina (Kangas i Maltamo 2002). Za precizniju procjenu kvalitete sastojina potrebno je uz distribuciju prsnih promjera u određenoj dobi sastojina utvrditi kvalitativnu strukturu, ponajprije zastupljenost najkvalitetnijih razreda kakvoće (Petráš 2002).

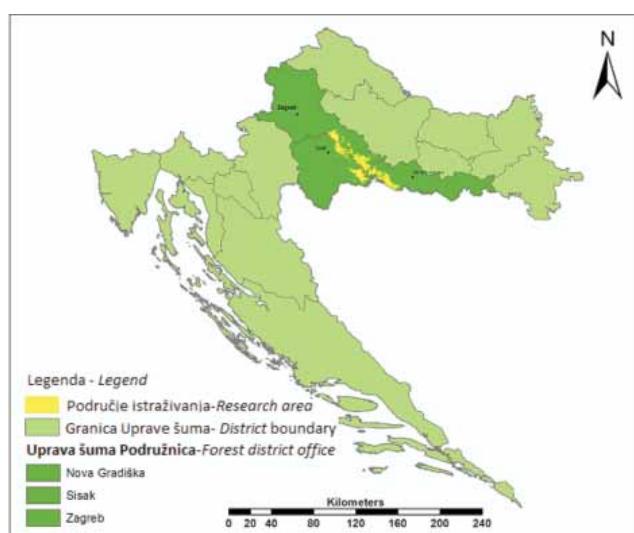
Pri planiranju i gospodarenju šumama hrasta lužnjaka primjenjuju se jedinstvene sortimentne tablice dobivene iz uzorka posjećenih stabala neovisno o području, dobi, vrsti sijeka, EGT-u te stanju strukture sastojina, stoga često postoje znatna odstupanja u planiranoj i ostvarenoj proizvodnji sortimenata. Istraživanje utjecaja čimbenika staništa (Petráš i dr. 2008), kao i čimbenika gospodarenja (Musić 2005; Prka 2008; Koprivica i dr. 2010) na kvalitativnu strukturu drva prepostavljaju stratifikaciju modela.

U ovom radu cilj je istražiti kvalitativnu strukturu drva hrasta lužnjaka u starijim i starim lužnjakovim sastojinama narušene strukture (smanjenog obrasta) u srednjoj Posavini. Nadalje, cilj je, istražiti utjecajne čimbenike na kvalitativnu i sortimentnu strukturu preostalih stabala hrasta lužnjaka, te glede varijabilnosti kvalitativne strukture prema postavljenim sastojinskim, stanišnim i gospodarskim varijablama izgraditi i predložiti modele procjene strukture obujma drva po razredima kakvoće prema *Hrvatskoj normi HRN EN 1361-1* (Anon 1999).

## 2. Objekt istraživanja

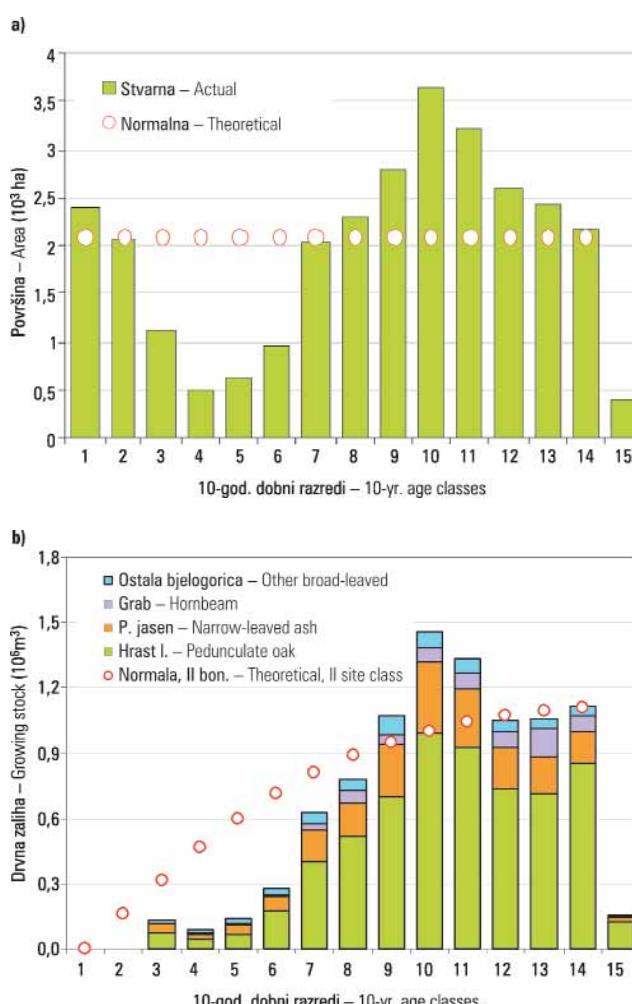
### Object of research

Predmet istraživanja u ovom radu predstavljaju starije i stare sastojine šuma hrasta lužnjaka na širem području Lonjskog i Mokrog polja, odnosno srednje Posavine. U upravnom smislu područje obuhvaća dijelove triju županija; Zagrebačku, Sisačko-moslavačku i Brodsko-posavsku, a u šumsko-gospodarskom dijelove triju Uprava šuma; Podružnice Zagreb, Sisak i Nova Gradiška. Nizinske šume hrasta lužnjaka na tom području razdijeljene su na 16 gospodarskih jedinica (GJ), od GJ Žutica, Šumarije Novoselec na zapadu, dolinom Save, desnom obalom do Jasenovca, a lijevom do Stare Gradiške, s desne strane autoceste Zagreb-Lipovac sve do GJ Ljeskovača Šumarije Stara Gradiška na istoku (karta 1). Detaljno opisana prirodna obilježja područja rada mogu se pronaći u Kovačević i dr. (1972) i Seletković (1996).



**Karta 1.** Šume hrasta lužnjaka na području istraživanja

**Map 1** The region of researched pedunculate oak forests and location of the research forest site



**Slika 2.** Prikaz dobne strukture šuma hrasta lužnjaka područja istraživanja. a) Raspodjela površine prema dobnim razredima. b) Raspodjela drvne zalihe prema vrstama drveća i dobним razredima.

**Figure 2** Age class distribution of the pedunculate oak in research area a) Area age class distribution. b) Distribution of growing stock per tree species and age classes.

Površina šuma hrasta lužnjaka koje su uključene u istraživanje iznosi 29 290 ha ili 62 % obrasle površine područja istraživanja. Velik udio starijih i starih sastojina, mala za-stupljenost mladih i srednjedobnih sastojina, uz intenzivniju obnovu tijekom zadnjih 20 godina, obilježe je dobne strukture (Slika 1).

U ukupnoj drvnoj zalihi od 9 269 261 m<sup>3</sup> hrast lužnjak za-stupljen je sa 68 %, poljski jasen sa 20,0 %, obični grab sa 6 % te ostala bjelogorica (pretežno crna joha) sa 6 % (Slika 1b). Uz pretpostavku normalne dobne strukture šume i nor-malnog obrasta sastojina, teoretska drvna zaliha prema pri-rasno prihodnim tablicama za drugi bonitet (Špiranec, 1975) iznosila bi 10 203 990 m<sup>3</sup>.

### 3. Metoda rada

#### Methods

Unutar uređajnog razreda (UR) hrasta lužnjaka na po-dručju istraživanja iz baze HŠ-fonda (baza podataka tvrtke Hrvatske šume d.o.o.) izdvojene su sastojine koje su 2007. godine bile dobi iznad 100 godina i smanjenog obrasta (obrast ispod 0,8) (Čavlović 2006) te površine veće od 3 ha. Time je dobiven uzorak od 2 474 sastojine ukupne površine 29 190 ha, prosječne površine od 11,8 ha i drvne zalihe od 9 269 261 m<sup>3</sup>, odnosno 318 m<sup>3</sup>/ha.

Slučajnim odabirom (generiranjem slučajnog broja iz ta-blice slučajnih brojeva) izdvojene su sastojine za detaljnu terensku izmjjeru i procjenu na uzorku privremenih ploha. U odabranim sastojinama (37 sastojina) sustavno su pola-gane kružne plohe polumjera 35 m na dijagonalnom traktu kroz sastojinu, na način da 1 ploha predstavlja oko 2 ha. Na plohamu je između ostalog (vidjeti Teslak 2010) odabранo u prosjeku 5 modelnih stabala hrasta lužnjaka najbližih sre-dištu plohe. Odabrani stablima po metodi Danhelovskog; procjene i obračuna sortimentne strukture stabala u dube-ćem stanju (Ugrenović 1956), utvrđena je dužina pojedinog razreda kakvoće prema *Hrvatskoj normi HRN EN 1361-1* (Anon 1999). Terenski dio procjene kvalitativne strukture drva sastoji se u procjeni razreda kakvoće drva i izmjeri (procijeni) dužine pojedinog razreda kakvoće.

Za izmjeru dosega visine pojedinog razreda kakvoće, od-nosno njene dužine, korišten je visinomjer Vertex IV. Ovdje je bitno istaknuti da se sekcije pojedinih razreda kakvoće ne nižu nužno pravilno od tla prema vrhu stabla (A, B, C...), niti da je nemoguće da stablo ima dvije pa i više sekcija istog kvalitativnog razreda (npr. B, C, B, D...), stoga se ovim čin-jenicama pridavala osobita pozornost pri oblikovanju sek-cija prema razredima kakvoće.

Paralelno s procjenom kvalitativne strukture drva izmje-rena je visina početka krošnje, visina osvijetljenog dijela krošnje te totalna visina stabla. Osim toga, modelnim sta-blima procijenjeno je zdravstveno stanje i izmjerena širina

krošnje (vidjeti Teslak 2010). Za plohu kao cjelinu osobitih strukturnih značajki procijenjena je brojnost ponika i pomladka, brojnost i vrste u sloju grmlja, te ostali elementi staništa i stanja sastojine (mikroreljef, sklop, kvaliteta, zdravstveno stanje, šumski red i zastrrost tla listincem, primernim rašćem i slojem grmlja).

Na osnovi izmjerene visine kraja sekcijske (hKS) i visine početka sekcijske (hPS), procijenjenog razreda kakvoće i tablica pada promjera za hrast lužnjak (Šurić 1938 u Antoljak (ur.) 1949) tj. prsnog promjera ( $d_{1,30}$ ) i postotka od prsnog promjera na visini sredine sekcijske ( $p_{hSS}$ ), izračunat je promjer na sredini sekcijske za svaki pojedini razred kakvoće, iz čega je formulom (1) izračunat obujam sekcijske ( $v_x$ ) pojedinog razreda kakvoće.

$$v_x = \frac{(d_{1,30} \times \frac{p_{hSS}}{100})^2 \times \prod}{40000} \times (hKS - hPS) \quad (1)$$

Ukupan obujam stabla s korom do 7 cm promjera ( $v_{BR}$ ) izračunat je na temelju izmjerenoj prsnog promjera ( $d_{1,30}$ ) i totalne visine stabla ( $h_T$ ) Schumaher-Hall-ovom formulom (2) gdje su  $b_0$  (0,00005),  $b_1$  (2,04838),  $b_2$  (0,89212) parametri funkcije, a  $f(1,00374)$  Meyerov korekcijski faktor (Špiranec 1975).

$$v_{BR} = b_0 \times d_{1,30}^{b_1} \times h_T^{b_2} \times f \quad (2)$$

Izjednačenja obujma pojedinih razreda kakvoće provedena su formulom (3) koja je u dosadašnjim istraživanjima prikladnosti funkcija za izjednačavanje ovisnosti obujma pojedinih sortimentnih klasa o prsnom promjeru stabala označena kao najprikladnija (Vondra 1995; Paladinić i Vuletić 2006). Osim prsnog promjera ( $d_{1,30}$ ), u formuli je kao nezavisna varijabla uključen i ukupan obujam stabla ( $v_{BR}$ ). Iz uzorka za izjednačenje obujma pojedinog razreda kakvoće izdvojena su stabla koja su označena kao "neprave nule", odnosno u uzorku nisu prave nule (Vuletić 1999).

$$v_x = b_0 + (b_1 \times d_{1,30}) + [b_2 \times (d_{1,30})^2] + [b_3 \times v_{BR}] + [b_4 \times (d_{1,30} \times v_{BR})] \quad (3)$$

Kompleksan utjecaj sastojinskih, stanišnih i gospodarskih varijabli (tablica 1) na odabrane zavisne varijable; prsnji promjer srednje plošnog stabla sastojine ( $dSPS$ ) i udio obujma drva razreda kakvoće A i B ( $vABp$ ) u ukupnom obujmu srednje plošnog stabla (SPS) (tablica 1), istraživan je višefaktorskom analizom varijance (Sokal i Rohlf 1995). Metodom je omogućeno, iz djelovanja određene konstelacije varijabli, izdvajanje one varijable čiji je utjecaj statistički značajan. U slučaju postojanja statistički značajnog utjecaja neke od promatranih varijabli proveden je Tukey post hoc (HSD) test, kako bi se utvrdile razlike između pojedinih ustanovljenih kategorija unutar varijable.

**Tablica 1.** Popis i opis varijabli korištenih pri obradi, analizi i prikazu podataka (složene po abecednom redu)

**Table 1** List of variables used in data processing and presentation (in alphabetical order)

Kratica – Abbreviation	Opis – Description
BON	bonitet – site quality class
DOB	starost sastojine – stand age
dSPS	prsnji promjer SPS hrasta lužnjaka – quadratic mean dbh of pedunculate oak trees
EGT	ekološko gospodarski tip – forest management type
FIT	šumska zajednica – forest association
GJ	gospodarska jedinica – management unit
GRM	zastrrost tla slojem grmlja – density of shrub layer (category)
IBR	indeks bioraznolikosti – index of biodiversity (Shannon)
KVA	kvaliteta sastojine (ploha) – category of stand quality (plot)
LIS	zastrrost tla listincem – litter layer
OST	zdravstveno stanje sastojine – health status of stand
POM	broj stabalaca pomladka po ha – number of seedlings per ha
POS	površina sastojine – stand area
PRE	propisani etat prema osnovi gospodarenja – prescribed cutting in management plan
SKL	sklopjenost sastojine – canopy of crown cover
SRE	uspostavljenost šumskog reda – site arrangement after cutting
TIP	tip mikroreljefa (greda, niza, bara) – microrelief type
vABp	udio drva razreda kakvoće A i B u ukupnom obujmu – volume rate of A and B quality classes
VRP	vrsta prihoda (glavni, prethodni, slučajni) – type of felling (main, intermediate, died tree)

## 4. Rezultati

### Results

Kvalitativna struktura dubećih stabala hrasta lužnjaka procijenjena je na 603 stabla uzetih sa 146 ploha iz 37 sastojina unutar 16 GJ područja istraživanja. Istraživane sastojine obuhvaćaju široki raspon stanišnih i strukturnih uvjeta unutar raspona dobi od 102 do 170 godina, drvne zalihe od 320 do 709 m<sup>3</sup>/ha te obrasta prema temeljnici hrasta u širokom rasponu od 0,20 do 0,85. U ukupnom obujmu uzorkovanih stabala od 3964 m<sup>3</sup> procijenjen je najveći udjel kvalitativnog razreda D (30 %) te podjednaka zastupljenost preostala tri razreda kakvoće (oko 20 %) (tablica 2).

Postupak utvrđivanja kompleksnog multivarijatnog utjecaja sastojinskih, stanišnih i gospodarskih čimbenika na elemente strukture sastojina temeljen je na uzorku od 146 postavljenih ploha, uz pretpostavku da unutar istraživanih sastojina postoji varijabilnost elemenata strukture, gdje svaka pojedina ploha predstavlja zasebni dio šume jedinstvenih strukturnih i stanišnih osobitosti. Prsnji promjer srednje plošnog stabla sastojine ( $dSPS$ ) i udio obujma drva razreda

**Tablica 2.** Opisna statistika s raspodjelom i učestalošću pojave obujma drva pojedinih razreda kakvoće u uzorku stabala.

Table 2 Descriptive statistic and frequency share appearance of sampled trees according to quality classes

RKN	UBS kom.	BSU kom.	DOB god.	DBH cm	BSR kom.	UPR %	UOS m <sup>3</sup>	UUU m <sup>3</sup>	UOR m <sup>3</sup>	ORK m <sup>3</sup>	RUO %
A		382	133,6	70,61	319	52,9		2927,2	2591,4	753,7	19,0
B		460	130,1	65,05	435	72,1		3094,5	2934,8	652,0	16,4
C		596	129,2	63,34	441	73,1		3954,9	2820,3	507,9	12,8
D		600	129,1	64,17	600	99,5		3960,8	3960,8	1183,7	29,9
DO		603	129,2	64,21	603	100,0		3963,9	3963,9	866,6	21,9
Σ		603		129,2	64,21			3963,9		3963,9	100,0

RKN – razred kakvoće prema *Hrvatskoj normi HRN EN 1361-1* (Anon 1999), UBS – ukupan broj stabala u uzorku, BSU – broj stabala u uzorku, DOB – prosječna dob sastojina (stabala) uzorka, DBH – prosječan prstri promjer stabala koja sadrže promatrani razred kakvoće, BSR – broj stabala koja sadrže promatrani razred kakvoće, UPR – učestalost pojave promatranoj razreda kakvoće, UOS – ukupan obujam svih stabala, UOU – ukupan obujam stabala u uzorku, UOR – ukupan obujam stabala koja sadrže promatrani razred kakvoće, ORK – ukupan obujam promatranoj razreda kakvoće, RUO – udio obujma promatranoj razreda kakvoće u ukupnom obujmu

RKN – Quality class according to Croatian standards HRN EN 1361-1 (Anon 1999), UBS – Total number of sample trees, BSU – Number of trees per sample, DOB – Average stand (tree) age, DBH – Average DBH of trees which contain observed quality class, BSR – Number of trees which contain observed quality class, UPR – Appearance frequency of observed quality class, UOS – Total volume of all trees, UOU – Total volume of sample trees, UOR – Total volume of all trees which contain observed quality class, ORK – Total volume of observed quality class, RUO – Share of observed quality class in total volume

kakvoće A i B ( $vAB^p$ ) u ukupnom obujmu srednje plošnog stabla (SPS) izdvojene su u ovom radu kao zavisne varijable u postupku istraživanja multivarijatnog utjecaja skupina sa-

stojinskih, stanišnih i gospodarskih čimbenika. Rezultati multivarijatne analize (tablica 3) pokazuju da su gotovo svi modeli statistički značajni i za procjenu prsnog promjera

**Tablica 3.** Rezultati multivarijatne analize triju modela kompleksnog utjecaja stanišnih, sastojinskih i gospodarskih čimbenika na prsnii promjer SPS hrasta ( $dSPS$ ) i udio u obujmu drva razreda kakvoće A i B ( $vAB^p$ )Table 3 Multivariate analysis of three models of complex impact of site, stand and management factors on mean stand diameter ( $dSPS$ ) and rate of A and B quality classes ( $vAB^p$ )

Variabile Variable	Prsni promjer SPS hrasta ( $dSPS$ ) Breast height diameter of oak mean tree ( $dSPS$ )					Udio drva razreda kakvoće A i B u ukupnom obujmu ( $vAB^p$ ) Share of A and B quality classes in total volume ( $vAB^p$ )					
	DF	Tip III SS	MS	F	Pr > F	DF	Tip III SS	MS	F	Pr > F	
Sastojinske – Stand	DOB	2	545,61	272,80	1,44	0,2412	2	0,0659	0,0330	2,52	0,0843
	KVA	3	816,09	272,03	1,43	0,2359	3	0,2295	0,0765	5,85	0,0009*
	OST	3	436,73	145,58	0,77	0,5145	3	0,0715	0,0238	1,82	0,1464
	SKL	3	441,63	147,21	0,78	0,5096	3	0,1098	0,0366	2,80	0,0426*
	model**	11	2759,06	250,82	1,32	0,2191	11	0,6038	0,0549	4,20	<0,0001*
Stanjsne Site	BON	5	2939,55	587,91	4,35	0,0011*	5	0,2176	0,0435	3,79	0,0032*
	TIP	4	3519,45	879,86	6,51	<0,0001*	4	0,1570	0,0393	3,41	0,0111*
	FIT	1	1,24	1,23	0,01	0,9239	1	0,0008	0,0007	0,06	0,8086
	EGT	3	1195,49	398,50	2,95	0,0355*	3	0,0611	0,0204	1,77	0,1564
	IBR	3	149,72	49,91	0,37	0,7751	3	0,0777	0,0259	2,25	0,0857
	POM	3	872,31	290,77	2,15	0,0972	3	0,0590	0,0197	1,71	0,1688
	SRE	2	425,56	212,78	1,58	0,2112	2	0,0003	0,0001	0,01	0,9887
	LIS	3	108,61	36,20	0,27	0,8483	3	0,1076	0,0358	3,12	0,0587
	GRM	3	174,41	58,14	0,43	0,7316	3	0,0756	0,0252	2,19	0,0926
	model**	27	12313,86	456,07	3,38	<0,0001*	27	1,0018	0,0371	3,23	<0,0001*
Gospodarske Management	VPR	1	9,51	9,51	0,05	0,8192	1	0,0698	0,0698	8,76	0,0037*
	PRE	3	183,01	61,00	0,34	0,7989	2	0,1045	0,0522	6,56	0,0020*
	POS	4	2157,07	539,27	2,97	0,0218*	4	0,1567	0,0392	4,92	0,0010*
	GJ	11	2886,94	262,45	1,45	0,1597	11	1,2291	0,1117	14,04	<0,0001*
	model**	19	5364,37	282,34	1,56	0,0473*	23	1,3911	0,0605	7,60	<0,0001*

\* statistički značajno na razini  $p < 0,05$  – \*statistically significant at  $p < 0,05$

\*\* vrijednosti se odnose na model dobiven uključivanjem svih varijabli (statistički značajnih i neznačajnih) – \*\*all variables are included (statistical significant and statistical nonsignificant)

**Tablica 4.** Opisna statistika i rezultati Tukey post hoc testa statistički značajnih varijabli multivariatne analize  
**Table 4** Descriptive statistics and results of Tukey post hoc test of statistical significant variables of multivariate analysis

Varijabla Variable	Kategorija Category	Prsni promjer SPS hrasta, (dSPS) Oak breast height diameter (dSPS)			Udio drva razreda kakvoće A i B u ukupnom obujmu, (vABp) Share of A and B quality classes in total volume (vABp)				
		Homogene grupe*	N	A.S. (cm)	S.D. (cm)	Homogene grupe*	N	A.S. omjer	S.D. omjer
KVA	kvalitetna					A	19	0,3784	0,1364
	vrlo dobra					A	60	0,3768	0,1095
	osrednja					B	59	0,2971	0,1175
	loša					B	9	0,2125	0,1444
SKL	potpun					AB	9	0,3304	0,1205
	nepotpun					B	58	0,3702	0,1126
	rijedak					A	38	0,2988	0,1365
	progoljen					AB	42	0,320	0,1317
BON	I	ABCD	56	65,95	11,78	A	56	0,3699	0,1064
	I/II	ABCD	33	65,16	11,96	A	33	0,3262	0,1247
	II	BCD	38	63,93	13,18	A	38	0,3305	0,1346
	II/III	BCD	11	61,16	12,60	A	11	0,3401	0,0846
	III	A	6	43,13	13,10	B	6	0,1807	0,1631
TIP	III/IV	AD	3	42,20	38,47	B	3	0,1265	0,1244
	greda	ABD	71	67,49	12,42	A	71	0,3794	0,1155
	greda/niza	ABD	13	70,25	19,40	CA	13	0,3046	0,1253
	niza	CD	55	58,44	9,50	B	55	0,2954	0,1225
	niza/bara	ACD	5	62,60	12,31	ABC	5	0,3044	0,1395
EGT	bara	BC	3	32,63	28,28	BC	3	0,1895	0,1650
	II-G-10	A	33	65,59	15,55				
	II-G-12	A	31	67,69	15,18				
	II-G-20	A	53	64,17	10,35				
VRP	II-G-22	B	30	55,56	13,84				
	proreda					A	80	0,3409	0,1073
PRE (m <sup>3</sup> /ha)	sanitarna sječa.					B	67	0,3278	0,1485
	≤15					AC	69	0,3252	0,1474
	>15 – ≤30					B	10	0,3881	0,0559
	>30 – ≤45					C	40	0,3243	0,1034
	>45					D	28	0,3551	0,1214
POS (ha)	≤10	AC	52	62,26	14,19	AC	52	0,3395	0,1128
	>10 – ≤20	ABC	40	63,90	11,44	AC	40	0,3443	0,1650
	>20 – ≤30	ABC	30	58,66	14,13	B	30	0,3056	0,1201
	>30 – ≤40	B	20	72,39	15,46	ABC	20	0,3473	0,0997
	>40	AC	5	65,84	8,30	ABC	5	0,3400	0,0700
GJ	BR					ABC	17	0,4364	0,1043
	GK					ABC	10	0,3618	0,0662
	JK					ABC	35	0,3828	0,0838
	KNS					BCDE	10	0,2774	0,1005
	KDZ					ABCE	5	0,3447	0,0429
	LE					ABCE	5	0,2866	0,1812
	LO					ABCE	5	0,3463	0,0826
	LJE					D	10	0,1158	0,0933
	PŠD					ABC	9	0,3958	0,1044
	PŠS					ABC	12	0,3945	0,1017
	TR					DE	19	0,2254	0,1015
	ŽU					ABCE	10	0,3402	0,1070

\*postojanje najmanje jednog zajedničkog slova (vertikalno) ukazuje na nepostojanje statistički značajne razlike između pojedinih kategorija unutar varijable

\*the existence of at least one common letter (vertical) indicating the absence of statistically significant differences between the various categories within the variable

**Tablica 5.** Rezultati regresijske analize funkcijom (3) za obujam drva četiri razreda kakvoće (A–D), ukupan obujam drva svih razreda kakvoće (ABCD) i drvni ostatak (DO).

Table 5 Regression analysis (eq. 3) of wood volume of several quality class (A–D), all of the four classes(ABCD) and wood residue (DO)

Razred kakvoće Quality class	Koef. determi-nacije The determination coefficient	Parametri funkcije izjednačenja Function parameters					Statistička značajnost parametara Parameter statistically significance				
		b0	b1	b2	b3	b4	b0	b1	b2	b3	b4
A	0,8448	-1,6896	0,0368	-0,0006	0,5292	0,0000	0,4227	0,6280	0,3482	0,0046*	0,9983
B	0,6659	-0,8277	0,0409	-0,0003	0,0689	0,0008	0,4188	0,3150	0,4350	0,5683	0,5650
C	0,6342	-1,5581	0,0778	-0,0006	-0,1786	0,0029	0,0453*	0,0120*	0,0328*	0,0684	0,0066*
D	0,7471	0,4389	0,0005	0,0005	-0,1842	0,0013	0,6644	0,9910	0,1844	0,1376	0,3242
ABCD	0,9895	0,0766	-0,0045	0,0002	0,7399	-0,0008	0,8753	0,8179	0,2576	0,0000*	0,2363
DO	0,9207	-0,0766	0,0045	-0,0002	0,2601	0,0008	0,8753	0,8179	0,2577	0,0000*	0,2363

\*statistički značajno na razini  $p < 0,05$

\*statistically significant at  $p < 0,05$

SPS i za procjenu udjela obujma drva razreda kakvoće A i B ( $vAB^p$ ). Jedino za model procjene kompleksnog utjecaja sastojinskih čimbenika na razvoj prsnog promjera SPS, utvrđeno je da stanišni čimbenici u okolnostima istraživanih sastojina nemaju statistički značajan utjecaj. Sastojinski čimbenici ukupno objašnjavaju 10 % od ukupne varijabilnosti prsnog promjera SPS, odnosno 26 % varijabilnosti udjela drva razreda kakvoće A i B ( $vAB^p$ ). Stanišni čimbenici objašnjavaju 43 % varijabilnosti prsnog promjera SPS, odnosno 42 % varijabilnosti udjela drva razreda kakvoće A i B ( $vAB^p$ ), dok gospodarski čimbenici objašnjavaju 19 % varijabilnosti prsnog promjera SPS, odnosno čak 59 % varijabilnosti udjela drva razreda kakvoće A i B ( $vAB^p$ ).

Detaljnija analiza i usporedba prsnog promjere te kvalitete drva SPS hrasta lužnjaka, kao i usporedba pojedinih kategorija statistički značajnih varijabli, može se izvesti iz rezultata provedenog *Tukey post hoc* (HSD) testa statistički značajnih varijabli multivarijatne analize prsnog promjera SPS hrasta ( $dSPS$ ) i udjela drva razreda kakvoće A i B u ukupnom obujmu ( $vAB^p$ )

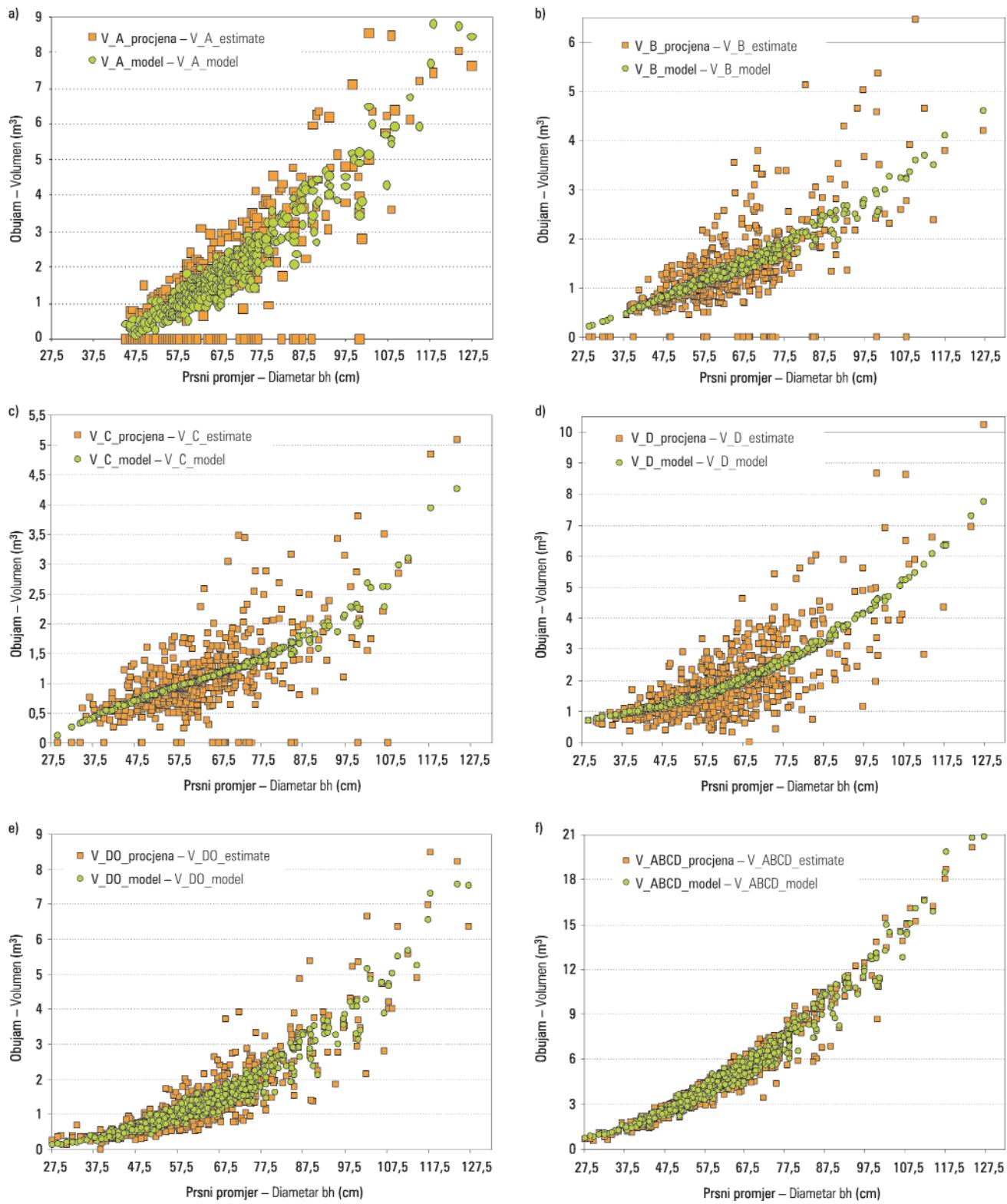
Istraživanja kompleksnog utjecaja obilježja sastojine, isprepletениh obilježja staništa i različitih elemenata gospodarenja kao niza prediktorskih varijabli na posredne pokazatеле kvalitete sastojine izražene kroz dvije zavisne varijable (prjni promjer i kvalitativna struktura srednje sastojinskog stabla) te provedeni *post hoc* test, ukazuju na postojanje statistički značajnog utjecaja manjeg djela varijabli obilježja sastojine (kvalitet i sklopljenost) te dijela stanišnih varijabli (bonitet, mikroreljefni tip i ekološko-gospodarski tip). Utjecaj gospodarenja statistički je značajan gotovo prema svim promatranim prediktorskim varijablama gospodarenja. Osobito su značajne razlike u kvaliteti drva između promatralnih gospodarskih jedinica (tablica 4). Iako statistički značajne razlike u prnom promjeru i udjelu drva razreda kakvoće A i B ( $vAB^p$ ) srednjih stabala sastojina UR

hrasta lužnjaka dobi iznad 100 godina područja istraživanja, one su realno vrlo male i više su posljedica neujednačenosti uzorka po svim kombinacijama razmatranih kategorija. Razlike su neznatne ako se promatraju dva temeljna EGT-a (II-G-10 i II-G-20), koji obuhvaćaju i najveći dio istraživanih sastojina (tablica 4). Stoga su u postupku izrade modela za procjenu i prikaz raspodjеле obujma drva po razredima kakvoće sva uzorkovana stabla (neovisno o pripadnosti pojedinim sastojinskim, stanišnim i gospodarskim obilježjima) objedinjena u jedinstven uzorak. Modeliranje je provedeno funkcijom (3) prema Paladinć i Vuletić (2006), a iz uzorka za modeliranje obujma pojedinog razreda kakvoće drva izdvojena su stabla s "nepravim" nulama, tj. ona za koja je vrlo mala ili nikakva vjerojatnost da sadržavaju razred kakvoće za koji se provodi izjednačenje (prema Vuletić 1999).

Objašnjenost varijabiliteta obujma pojedinog razreda kakvoće drva izabranom jednadžbom izjednačenja kreće se u rasponu od 92,1 % za drvni ostatak (DO) do 63,4 % za razred kakvoće C. Pri tomu, kao posljedica relativno malog uzorka i varijabilnosti stabala (tablica 5), koeficijenti često nisu statistički značajni.

Odnos procijenjenog obujma i obujma određenog modelom (jednadžbom izjednačenja) zbog visokog stupnja objašnjenosti varijabilnosti (visok koeficijent determinacije) zadovoljavajuće procjenjuje ukupan obujam pojedinih razreda kakvoće drva. Za pojedinačna stabla odstupanja mogu biti značajna zbog nemogućnosti modela da u potpunosti isključi postojanje pojedine ili više razreda kakvoće, kao posljedica neobjašnjene komponente varijabilnosti uzrokovane pojavom različitih grešaka drva (slika 2).

Raspodjela obujma drva po razredima kakvoće ukazuje na visoku kvalitetu stabala najstarijih sastojina hrasta lužnjaka. Zbog narušenog obrasta u sastojinama su preostala najkva-

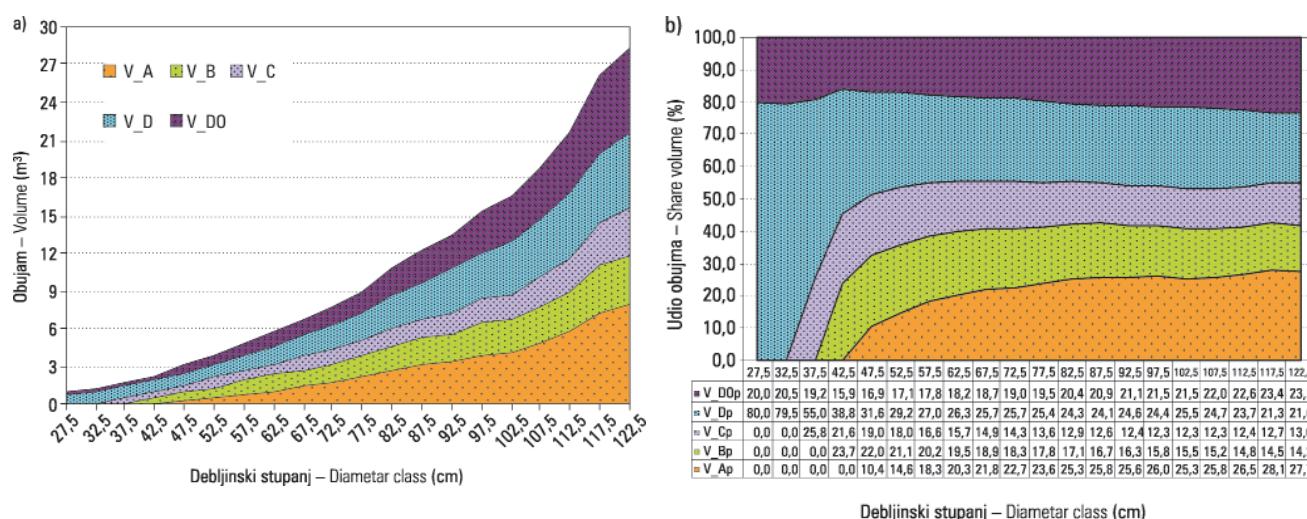


**Slika 2.** Procijenjeni i modelirani obujmi drva u odnosu na prsni promjer (a) razred kakvoće A, (b) razred kakvoće B, (c) razred kakvoće C, (d) razred kavoće D, (e) drvni ostatak DO (f) svi razredi kakvoće

**Figure 2** Estimated and modeled wood volume according to dbh (a) quality class A, (b) quality class B, (c) quality class C, (d) quality class D, (e) wood residue DO (f) overall

litetnija i najvrjednija stabla. Ujednačena raspodjela obujma drva po razredima kakvoće iza debljinskog stupnja 67,5 ukazuje na činjenicu zadržavanja kvalitete najstarijih sta-

bala hrasta lužnjaka, na kojima se ostvaruje značajan prirast vrijednosti. Vidljivo je samo blago povećanje udjela drvnog ostatka ( $V_{DOp}$ ) s povećanjem promjera stabala (slika 3).



Slika 3. Raspodjela obujma (a), odnosno udjela obujma (b) drva po razredima kakvoće prema Hrvatskoj normi HRN EN 1361-1 (Anon 1999)

Figure 3 Distribution of wood volume (a), relatively rate of wood volume (b) by quality classes according to Croatian standard HRN EN 1361-1 (Anon 1999)

## 5. Rasprava

### Discussion

Kompleksan utjecaj skupina sastojinskih i stanišnih varijabli na prsni promjer i kvalitetu srednjesastojinskih stabala hrasta lužnjaka znatno je manje izražen od utjecaja skupine gospodarskih varijabli (tablice 2 i 3). Kvaliteta staništa (bonitet) i zastupljenost sastojine, kroz utjecaj na dužinu debla, čistoću od grana i dr., očekivano statistički značajno utječe na kvalitativnu strukturu stabala hrasta lužnjaka.

S obzirom na činjenicu istraživanja kvalitete i vrijednosti starijih i starih lužnjakovih sastojina, očekivano je utvrđeno nepostojanje utjecaja varijable dobi sastojina. Takav rezultat upućuje na činjenicu da dob sastojine pri planiranju sastojina za obnovu ne može biti značajan čimbenik poglavito u sastojinama narušene strukture (Čavlović i dr. 2011a). Prema tomu, izuzev ekonomskih razloga (akumuliranje vrijednosnog prirasta), starije sastojine očuvane strukture i vrijedne drvne zalihe uputno je podržavati radi postizanja i očuvanja uravnoteženog odnosa između sastojina skraćene i produžene sječive dobi, kao i dobne strukture šume (Čavlović i dr. 2009).

Rezultati istraživanja ukazuju na mali ili neznatan utjecaj pripadnosti sastojina šumskim zajednicama i ustanovljenim EGT-ovima iz skupine stanišnih varijabli, na kvalitetu SPS hrasta (tablica 3). Raspodjela sastojina prema EGT-ovima je više ili manje u vezi s raspodjelom prema šumskim zajednicama. Međutim, zastupljenost prijelaznih EGT-ova (II-G-12 i II-G-22) i sličnost strukture (podjednaki udjeli hrasta lužnjaka, zastupljenost vrsta i vlažnog i suhog staništa) ukazuju na značajan antropogeni utjecaj i promjene staništa, zbog čega dolazi do ujednačavanja vegetacijskih, ali i strukturnih obilježja. Ujednačavanje obilježja povećava se tijekom gospodarenja, odnosno razvojem dobi sastojina (Baričević 1999; Cestarić 2008).

Na iznimnu kvalitetu sastojina i potencijal staništa ukazuje utvrđeni aritmetički srednji prsni promjer hrasta od 64,2 cm te sadržaj od prosječno 35 % obujma drva kvalitativno svrstanih u A i B razrede kakvoće. Iako narušene strukture, sastojine, odnosno preostala stabla hrasta lužnjaka vrlo su kvalitetna. S obzirom na stalnu realizaciju slučajnog prihoda u sastojinama ostaju vrlo kvalitetna, ali malobrojna stabla hrasta, pri čemu vrijednost drvne zalihe sastojina kao cijeline značajno opada.

Zadatak provedbe gospodarskih postupaka, između ostalog, je povećanje kvalitete, a time i vrijednosti stabala i sastojina. Stanje kvalitete zrelih stabala posljedica je provedbe gospodarskih postupaka unatrag cijeloživotnog razvoja stabala, a što nije bilo obuhvaćeno istraživanjem u ovom radu. Vrlo mali utjecaj imaju trenutni ili neposredni gospodarski postupci kao što su iznos i vrsta prihoda provedenog u proteklom gospodarskom polurazdoblju. Veća kvaliteta stabala hrasta u sastojinama u kojima je propisan zahvat prorede ukazuje na postojanje i važnost pomoćne sastojine. Propisani zahvat prorjeđe manji od 15 m<sup>3</sup>/ha koji se odnosi na polovicu uzorka, ukazuje na značajan udio konzerviranih sastojina koje su prepuštene prirodnom razvoju, uz nužnu realizaciju samo slučajnih prihoda do početka obnove ili sanacije sastojine.

Pripadnost gospodarskoj jedinici i površina sastojina mogu biti povezani s obilježjima dugoročnijeg proteklog gospodarenja, no više je posljedica prostorne različitosti stanišnih i strukturnih uvjeta. Tako se s jedne strane izdvajaju gospodarske jedinice u središtu poplavne nizine Lonjskog polja (GJ: Josip Kozarac, Posavske šume Dubica i Sunja, Žutica, Brezovica), gdje je bilo najveće sušenje hrasta lužnjaka, a preostala stabla pokazuju iznimnu kvalitetu, u odnosu na gospodarske jedinice očuvanje čiste strukture starijih i starih sastojina, ali manjih prosječnih dimenzija i kvalitete sta-

bala (GJ: Trstika, Ljeskovača). Najslabija kvaliteta stabala gospodarske jedinice Ljeskovača posljedica je i vlasničke strukture u prošlosti. Istraživane sastojine pripadale su zemljišnim zajednicama, koje su intenzivno iskorištavane za ispašu stoke, a stabla su se razvijala bez podstojne etaže u rijetkom sklopu.

Nešto veća kvaliteta sastojina manjih površina može biti rezultat finijeg izlučivanja sastojina te posljedično manje varijabilnosti. S druge strane, povećanje kvalitete drva s povećanjem površina sastojina posljedica je činjenice da se u najvećoj mjeri radi o preostalim pojedinim sastojinama, iznimne kvalitete stabala, čiju kvalitetu čuva struktorno stabilna pomoćna sastojina. Problem postoji u činjenici da takvih sastojina očuvane strukture, koje već uglavnom imaju svojevrstan interni status zaštite, ima sve manje.

Specifična obilježja strukture najstarijih lužnjakovih sastojina s jedne strane i njihova velika ekonomska vrijednost zahtijeva preciznu procjenu udjela drva prema razredima kakvoće u postupku planiranja gospodarenja. Istraživanje kompleksnog utjecaja varijabli staništa i sastojine te čimbenika gospodarenja na modele procjene obujma po razredima kakvoće omogućava izradu modela po stratumima prema statistički značajno utjecajnim varijablama (Petráš i dr. 2008), odnosno definiranje područja primjene modela. Neznatne razlike u kvalitativnoj strukturi stabala s obzirom na skupine sastojinskih, stanišnih i gospodarskih varijabli ukazuju na mogućnost primjene jedinstvenih kvalitativnih tablica za procjenu vrijednosti u njima ostvarenih glavnih prihoda.

Funkcija izjednačenja obujma pojedinog razreda kakvoće utemeljena na nezavisnim varijablama prsnog promjera i totalnog obujma stabla, prikladnija je od funkcija koje u sebi sadržavaju dob sastojine kao nezavisnu varijablu, a što je u skladu s dosadašnjim istraživanjima (Vondra 1995; Vuletić 1999; Paladinić i Vuletić 2006). Dobiveni koeficijenti determinacije objašnjavaju značajan dio varijabilnosti obujma drva pojedinog razreda kakvoće, posebice ako se u obzir uzme značajna opterećenost kvalitativne strukture obujma stabala teško objašnjivim, od brojnih čimbenika utjecanim grešakama drva. Objašnenost se značajno povećava ako se iz uzorka izostave tzv. "neprave nule" tj. stabla za koja je malo vjerojatno ili je zbog njihovih dimenzija nemoguće da sadržavaju promatrani razred kakvoće drva (Vuletić 1999; Paladinić i Vuletić 2006).

Dobivena raspodjela obujma drva po razredima kakvoće i debljinskim stupnjevima ukazuje na iznimnu kvalitetu i vrijednost stabala hrasta lužnjaka istraživanog područja, gdje je za gotovo četvrtinu zalihe hrasta lužnjaka utvrđena pri-padnost razredu kakvoće A, a za dodatnu petinu razredu kakvoće B. Kvaliteta i vrijednost stabala nužno ne prati i vrijednost sastojina, gdje zbog stalnog sušenja hrasta lu-

žnjaka i realizacije slučajnih prihoda opada drvna zaliha i udio hrasta lužnjaka, a time i vrijednost sastojina. U tim okolnostima potrebno je pronaći i izdvojiti struktorno očuvane i stabilne dijelove šume na kojima bi se akumulirao vrijednosni prirast s ciljem uspostavljanja ravnoteže u dobi sječe sastojina i unapređenju dobne strukture šuma hrasta lužnjaka (Čavlović i dr 2011b).

## 6. Zaključak

### Conclusion

Kvaliteta stabala odnosno raspodjela obujma stabla po razredima kakvoće posljedica je kompleksnog utjecaja brojnih čimbenika. U starim i starijim lužnjakovim sastojinama narušene strukture, iako za neke varijable statistički značajan, nije utvrđen odlučujući utjecaj istraživanih skupina sastojinskih i stanišnih varijabli. Utvrđene statistički značajne razlike odnose se na marginalne, malo zastupljene EGT-ove, gdje hrast lužnjak dolazi na granici svog staništa. Skupina gospodarskih varijabli značajnije utječe na kvalitetu stabala, osobito protekli gospodarski postupci koji su u ovom radu istraženi samo posredno kroz pripadnost sastojine gospodarskoj jedinici.

Dob sastojine nema utjecaja na prsni promjer i kvalitetu drva srednjih stabala starih i starijih sastojina hrasta lužnjaka, što ukazuje na mogućnost podržavanja razvoja očuvanijih dijelova šume do dobi znatno iznad propisane opodnje od 140 godina za hrast lužnjak bez značajnijeg gubitka kvalitativnog prirasta. Bojazni se ogledaju u činjenici gubitka ukupnog prirasta uslijed sušenja stabala i posljedičnog smanjenja ukupne vrijednosti sastojina.

Dobiveni modeli raspodjele obujma stabala po razredima kakvoće prilog su poznavanju kvalitetne strukture šuma hrasta lužnjaka. Primjenjivi su samo u sastojinama pri kraju ili iznad propisane opodnje u srednjoj Posavini za procjenu kvalitativne strukture i vrijednosti glavnih prihoda. U sebi sadrže sve manjkavosti nastale procjenom kvalitativne strukture na uzorku relativno malog broja dubećih stabala hrasta lužnjaka. S druge strane prihvatljiviji su od modela dobivenih iz uzoraka izrađenih sortimenata, koji obuhvaćaju sve razvojne stadije šuma hrasta lužnjaka na širokom rasponu staništa neovisno o vrsti prihoda (sječe) i stanja strukture.

Modeli raspodjele obujma drva po razredima kakvoće ukazuju na iznimnu kvalitetu i vrijednost preostalih stabala hrasta lužnjaka. Istovremeno vrijednost sastojina stalno i postupno se smanjuje uslijed sušenja stabala hrasta i smanjenja drvne zalihe. U takvim okolnostima dijelove sastojina očuvane strukture potrebno je izdvojiti te podržavati njihovu strukturu s ciljem unapređenja dobne strukture šuma hrasta lužnjaka.

## 7. Zahvala

### Acknowledgement

Zahvaljujemo poduzeću "Hrvatske šume" d.o.o. koje je omogućilo terenski dio ovoga istraživanja, ali i ustupilo dio podataka. Posebno zahvaljujemo djelatnicima Uprava šuma podružnica Zagreb, Sisak i Nova Gradiška.

## 8. Literatura

### References

- Anon, 1995: Hrvatske norme proizvoda iskorištavanja šuma. II izdanje, Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo, Zagreb.
- Anon, 1999: Hrvatska norma. Oblo drvo listača – Razvrstavanje po kakvoći – 1 dio: Hrast i bukva (EN1316-1:1997); I izdanje, Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo, 1–4, Zagreb.
- Antoljak, R., 1949: Mali šumarsko-tehnički priručnik, Sekcija šumarstva i drvene industrije društva inžinjera i tehničara NR Hrvatske, 410 str., Zagreb.
- Baričević, D., 1999: Ekološko-vegetacijske promjene u šumama hrasta lužnjaka na području GJ "Žutica". Šumarski list (1–2): 17–28, Zagreb.
- Cestarić, D., 2008: Današnje stanje šumske vegetacije spačvanskog bazena u ovisnosti o promjenama staništa u razdoblju od 1969–2007. godine. Magistarski rad, Zagreb, 102 str.
- Čavlović, J., M. Božić, K. Teslak, 2006: Mogućnost uspostave potrajnog gospodarenja šumama hrasta lužnjaka u budućem gospodarskim razdobljima, Glasnik za šumske pokuse, posebno izdanje (5): 419–431, Zagreb.
- Čavlović, J., M. Božić, K. Teslak, 2009: Ophodnja i obrast pri planiranju gospodarenja šumama hrasta lužnjaka u uvjetima narušene strukture sastojina, U: S. Matić (ur.), Šume hrasta lužnjaka u promijenjenim stanišnim i gospodarskim uvjetima, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, 23–37, Zagreb.
- Čavlović, J., K. Teslak, A. Jazbec, M. Vedriš, 2011a: Utjecaj sastojinskih, stanišnih i strukturnih obilježja na planiranje obnove sastojina u šumama hrasta lužnjaka. Croatian Journal of Forest Engineering, 32(1): 271–286, Zagreb.
- Čavlović, J., K. Teslak, A. Seletković, 2011b: Primjena i usporedba pristupa planiranja obnove sastojina hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) na primjeru gospodarske jedinice "Josip Kozarac", Šumarski list 135 (9–10): 423–435, Zagreb.
- Kangas, A., M. Maltamo, 2002: Anticipating the variance of predicted stand volume and timber assortments with respect to stand characteristics and field measurements, Silva Fennica, 36 (4): 799–811, Vantaa.
- Koprivica, M., B. Matović, V. Cokeša, S. Stajić 2010: Quality and Assortment Structure of Beech High Forests in Serbia, Acta Silv. Lign. Hung., 6: 183–196, Sopron.
- Kovačević, P., M. Kalinić, V. Pavlić, M. Bogunović, 1972: Tla gornjeg dijela bazena rijeke Save. Znanstveni projekt. Institut za znanost o tlu, Zagreb, 331 str.
- Mušić, J., 2005: Wood assortment in thinning raw material of scots pine forest plantations. (*Pinus sylvestris* L.), Works of the Faculty of Forestry University of Sarajevo, (1): 67–75, Sarajevo.
- Paladinić, E., D. Vučetić, 2006: Modeliranje sortimentne strukture dubećih stabala bukve, Rad. Šumar. inst. Izvanredno izdanie (9): 279–296, Jastrebarsko.
- Petráš, R., 2002: Reduction of timber value from damaged spruce stands after their dieback, Journal of forest science 48 (2): 80–87, Prag.
- Petráš, R., J. Mecko, V. Nociar, 2008: Models of assortment yield tables for poplar clones, Journal of forest science 54 (5): 227–233, Prag.
- Prka, M., 2008: Određivanje sortimentne strukture jednodobnih bukovih sastojina primjenom norme HRN EN 1316-1:1999, Šumarski list, 132. (5–6): 223–238, Zagreb.
- Seletković, Z., 1996: Klima lužnjakovih šuma, Hrast lužnjak u Hrvatskoj, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Centar za znanstveni rad Vinkovci, 56–71, Zagreb.
- Sokal, R.R., F.J. Rohlf, 1995: Biometry, Freeman and Company, New York, 887 str.
- Špiranec, M. 1975: Prirasno-prihodne tablice za hrastove, bukvu, obični grab i pitomi kesten. Radovi Šumarskog instituta, (25): 1–103, Zagreb.
- Šušnjar, M., 2002: Neke značajke kakvoće stabala obične jele (*Abies alba*, Mill.) u gospodarskoj jedinici Belevina Nastavno-pokusnog šumskog objekta Zalesina, Magistarski rad, Šumarski fakultet Zagreb.
- Teslak, K., 2010: Utjecaj strukturnih i prostorno-vremenskih odrednica na planiranje gospodarenja šumama hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.), Disertacija, Šumarski fakultet Zagreb.
- Tikvić, I., Ž. Zečić, D. Ugarković, D. Posarić, 2009: Oštećenost stabala i kakvoća drvnih sortimenata hrasta lužnjaka na spačvanskom području, Šumarski list, 135 (5–6): 237–248, Zagreb.
- Ugrenović, A., 1956: Eksploracija šuma, Poljoprivredni nakladni zavod, Zagreb, 481 str.
- Vondra, V., 1995: Usposredne analize postojećih modela za projiciju očekivanih obujmova sortimenata sjećivog etata u jednodobnim šumama u Hrvatskoj (dijagnostička studija). ZIŠ, Šumarski fakultet, Sveučilišta u Zagrebu, str. 1–47, Zagreb.
- Vučetić, D., 1999: Prilog poznavanju sortimentne strukture hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u EGT-u II-G-11, Rad. Šumar. inst. 34(2): 5–20, Jastrebarsko.
- Zečić, Ž., I. Stanković, D. Vusić, A. Bosner, D. Jakšić, 2009: Iskorištenje obujma i vrijednost drvnih sortimenta posušenih stabala jele obične (*Abies alba* Mill.), Šumarski list, 132. (1–2): 27–37, Zagreb.

## Summary:

Pedunculate oak forest management is complicated by the appearance of tree dieback and nowadays represents the most significant economic and environmental problem in Croatian forestry. The consequences are evident through large economic losses amounting to 40 % of potential market value of the timber, stand value decrease due to minor stocking and weakening of beneficial functions of forests.

Structure violation of the elderly and mature stands consequently causes a significant deviation from optimal, theoretical estimating models of timber quality. A more precise estimation of quality classes and stand structure quality and thus the value of its timber stock, allows efficient management planning towards primarily regeneration of forest (or stands) parts with most disrupted structure. In Croatia timber is traditionally classified by its purpose (e.g. Croatian standards HRN (1995)) as opposed to the newer standards (e.g. Croatian standards HRN EN 1361-1 (1999)) which are based on the Western European practice where timber is classified according to its quality, without prejudice of its purpose.

Previous research into the possibility of forming patterns and finding the best model to evaluate the quality class structure suggest the limited use of certain models due to stratification of the sample according to the level of tree species, management class, silvicultural forest type, age class, cutting type, the revenue type, share of dieback trees, etc. This paper explored the factors influencing the qualitative (quality class) structure of the remaining trees in elderly and mature pedunculate oak stands of central Posavina. Based on results of the qualitative structure variability, habitat and economic variables, structure models were constructed to estimate the volume of quality classes according to Croatian standards EN 1361-1.

Within the pedunculate oak management class in middle Posavina (size of 29 190 ha) randomly was chosen 37 stands older than 100 years with reduced stocking where was placed 146 circular plots with radius of 35 m. On average, the plots covered 5 pedunculate oak trees closest to the plot centre. According to Danhelovski method qualitative structure of selected observed trees was estimated and calculated. On the observed plots has been estimated a wide range of habitat, stand and economic variables (Table 1). Equalizing the volume of quality classes was conducted by quality formula (3) which is in previous studies (suitable function for equalizing the quality class volume depending on DBH) marked as suitable. Breast height diameter of mean tree ( $d_{SPS}$ ) and the volume share of quality classes A and B ( $vABp$ ) were chosen in this study as the dependent variables in the process of multivariable research influence of factor groups; stand, environmental and management factors by multifactorial analysis of variance.

The total volume of sample trees of 3 964 m<sup>3</sup> mostly constitutes quality class D (30 %) while the remaining three quality classes are equally represented, (about 20 %) (Table 1). The complex influence of stands and habitat group variables to breast height diameter of mean tree is much less important than the economic variables group (Tables 3 and 4). As expected, site index and canopy density significantly affect the qualitative structure of pedunculate oak trees through the length of the trunk, height of first branch and other factors (Table 3). Identified arithmetic mean tree breast height diameter (SPS) of pedunculate oak (64 cm) and an average content of 35 % volume of A and B quality classes (Table 2) indicates the exceptional quality of the stands. Explanation of the volume variability for each quality class by function (3) is in the range of 92.1 % for quality class DO to 63.4 % for quality class C (Table 5).

Comparison of modelled and estimated quality class structure (Figure 2) indicates the acceptability of the selected models. The volume distribution per quality classes indicates homogeneity above DBH of 67.5 diameter class and pointing the fact that the oldest trees retain their quality (Figure 3) above DBH of 70 cm. The quality and tree value does not necessarily follow the stand value for the fact of constant dieback and sanitary cutting which declines stand stock and the volume proportion of pedunculate oak, and thus the value of the stands. In these circumstances it is necessary to find and isolate structurally maintained and stable forests parts where should be accumulated value increment in order to establish a balance at rotation period and improving the forest age structure.

---

KEY WORDS: Pedunculate oak, mature stands, stand structure, quality class structure

# STAND DYNAMICS OF THE SUBALPINE SPRUCE (*Picea abies* L. Karst) FOREST – A DISTURBANCE DRIVEN DEVELOPMENT

## SASTOJINSKA DINAMIKA PREPLANINSKE ŠUME SMREKE (*Picea abies* L. Karst) – REZULTAT PRIRODNIH POREMEĆAJA

Miroslav BALANDA<sup>1</sup>, Ján PITTLER<sup>2</sup>, Milan SANIGA<sup>3</sup>, Ján JAĎUĎ<sup>4</sup>, Lucia DANKOVÁ<sup>5</sup>, Marián ĎURIŠ<sup>6</sup>

### Summary

The paper deals with the stand dynamics of subalpine Norway spruce forest in the Low Tatras Mts., Slovakia. The recent state of subalpine spruce forests is unsatisfactory because of the extensive windstorms followed by bark beetle outbreak. The study is focused on the reconstruction of historical disturbances affecting this locality in the past. The research was conducted on the model locality Mt. Veľký Bok in the Low Tatras, central Slovakia. After the harvesting of snags we cored spruce stumps (N=60). Boundary-line criteria (fig.1) were used for evaluation of growth releases. We reconstructed local disturbance chronology and tree recruitment chronology. Three distinctive peaks of growth releases were revealed, in 1860–1880; 1920–1940 and 1980–2000. The identified disturbance periods were confirmed by examination of historical sources. Regarding the tree recruitment patterns, 50 % of analyzed trees met the criterion of gap recruitment. The temporal position of recruitment waves fairly corresponds with occurrence of a major disturbance. According to obtained results, we can state that the large-scale wind disturbances are the natural part of subalpine spruce forest and the overall dynamics of investigated forest is driven by combination of gap and patch dynamics.

**KEY WORDS:** growth release, Norway spruce, boundary line, Central Europe, natural disturbances

### Introduction

#### Uvod

In spite of small area extent of subalpine spruce forests these are of high importance regarding the numerous non-productive functions. Soil-protection, avalanche protection and securing of water supplies are only the fragment of functions that are provided by subalpine spruce forests.

Generally, the Norway spruce decline is caused by the synergistic influence of several natural and anthropogenic factors, whereby wind, snow, emissions, drought, nutrient

shortage, insects and fungi are considered the most important ones (Schmidt-Vogt 1989, Kucbel et al. 2004; Grodzki 2007). According to Kucbel (2000b), the recent state of protection forests in conditions of the Low Tatras Mts. can be characterized as a result of the combination of extreme environmental conditions as the low temperature, long lasting snow coverage, shallow soil etc. and anthropogenic impact (pasture and uncoordinated tree harvest, the impact of emissions, global warming). Homogenous structure and height leveling together with the anatomy and morphology of

<sup>1</sup> Ing. Miroslav Balandá, PhD., ing. Ján Pittner, PhD., prof. ing. Milan Saniga, DrSc., ing. Ján Jadúď, ing. Lucia Danková, ing. Marián Ďuriš, Technical university in Zvolen, Department of Silviculture, Faculty of Forestry, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, Slovak Republic

Corresponding author: Miroslav Balandá: miroslav.balandá@tuzvo.sk

shallow root system creates preconditions to uprooting. Due to its shallow depth, the roots are often unable to stabilize the tree in soil on extreme steep slopes. Lack of silvicultural interventions resulted in dense forest structure where the process of auto-reduction and gradual reduction of crown make the individual static stability more susceptible to wind damage.

Despite all listed damaging factors, the wind disturbances are considered to be the crucial natural force driving the dynamics and development of subalpine spruce forests according to comprehension of many forest ecologists (e.g. White, Pickett 1985; McCarthy 2001; Splechtna et al. 2005).

The main goal of this paper is to evaluate whether the large-scale wind and bark beetle disturbances are the phenomenon of the last decade, or if they are the ordinary part of subalpine spruce forest development in the conditions of Slovakia. Following tasks will be analyzed in detail:

1. Age structure and tree recruitment in time;
2. Intensity and periodicity of disturbances – reconstruction of disturbance regime;
3. Role of disturbances in development of forest.

## **Materials and methods**

### Materijal i metode

#### Site description – Opis staništa

The study was conducted in the Low Tatras Mts. Regarding the orography unit, the mountain range belongs to Western Carpathians. The research plots were established on the northern slope of the Mt. Velký Bok. The elevation of the site ranges from 1450 to 1550 m above sea level, with NE aspect. The prevailing soil type is skeletal cambisol with the average depth to bedrock of 20 cm throughout the site. Typical mountain forest of the 7<sup>th</sup> vegetation altitudinal zone (group of forest types *Sorbeto-Piceetum*) is almost exclusively dominated by Norway spruce (*Picea abies* L. Karst) but tree species composition also includes less abundant tree species, such as silver fir (*Abies alba* Mill.) and rowan (*Sorbus aria* L.).

In the past, the set of permanent research plots (PRP) was established to capture the structural changes of subalpine forest ecosystem in this locality. However, after the bark beetle outbreak in 2010, the locality was completely harvested. Our study was focused on the dendroecological analysis of the stand dynamics as well as the reconstruction of disturbance regime. Following the approximate location of former research plots (location of plots was not GPS positioned) we established a 20×200 m transect ranging from the position of former lowest PRP toward the upper tree line.

#### **Sample collection and processing – Prikupljanje i obrada podataka**

Transect was divided into 20×20 m subplots for systematic sampling. At each subplot approximately five stumps were cored (one core per stump) regarding the decay state of stump. Across entire transect we obtained the cores over a complete range of diameter classes. Following this procedure, also suppressed trees were included into analysis, because there was no opportunity to estimate the former height position of tree after it was cut. The perimeter of each sampled stump was recorded as well. All obtained increment cores (N=60) were air dried and sanded according to Cook, Kairiukstis (1996). Rotten and fragmented cores were excluded from further analysis. Rest of the samples was scanned using the Epson Expression 10000XL scanner and the ring widths were measured (WinDendro® software). In the cases the core missed the pith (N=14), we approximated the prior growth according to average width and curvature of five innermost rings. The tree ring series were crossdated according to marker year method (Yamaguchi 1991). We confirmed the accuracy of crossdating by COFECHA software (Holmes 1983). All crossdated series (N=47) were used for further analysis.

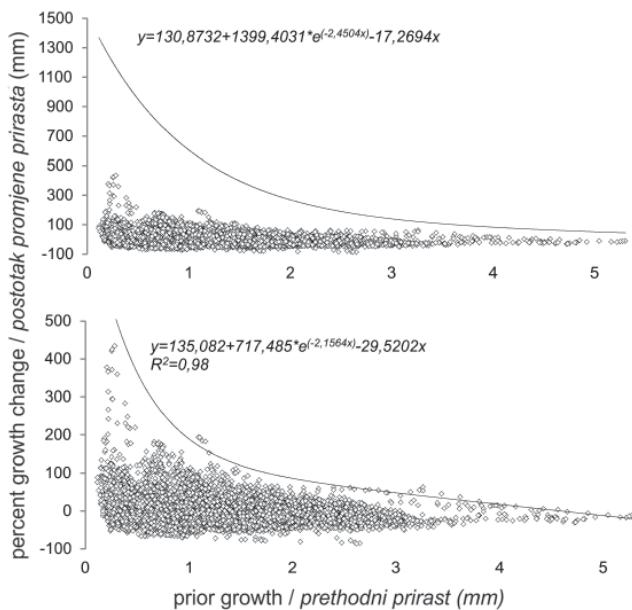
#### **Data analysis – Analiza podataka**

At first, all tree cores were inspected for the prospective gap origin. We calculated initial growth rates as the 5-yr average radial growth for each core at the point where the tree was 4 cm at sampling height. Result should be compared to threshold value assessed experimentally using the growth rates of suppressed and gap originated saplings at the site (Lorimer, Frelich 1989). In our case, all trees were cut therefore we used the threshold rate (1.93 mm year<sup>-1</sup>) proposed in the work of Svoboda et al. (2012) for the ecologically comparable spruce stand in Šumava National Park. Trees that passed the given threshold were considered "gap established".

For the quantification of abrupt growth events, we calculated the percent-growth changes as a running comparison of sequential 10-yr annual ring widths (Nowacki, Abrams 1997). This approach allows discounting the short-term growth pulses caused by climate events and gradual change of growth patterns due to tree ageing. We were focused on positive growth releases that are considered to be the indicator of removal of overtopping canopy tree.

For evaluation of growth changes we followed the procedure proposed by Black, Abrams (2003).

Obtained growth changes were plotted with respect to prior growth values and boundary line recently developed for *Picea abies* by Splechtna et al. (2005). However, the growth change data failed to reach the used boundary line at almost all levels of prior growth (Fig. 1, top) therefore we devel-



**Figure 1.** Boundary line constructed according to Splechtna et al. (2005) (upper) and local boundary line,  $N=6008$  (lower) developed for Norway spruce in the Low Tatras.

**Slika 1.** Granična linija konstruirana prema Splechtna et al. (2005) (gore) i lokalna granična linija,  $N=6008$  (dolje) za običnu smrek u Niskim Tatrama.

ped the local boundary line using our collected samples. The upper threshold of the relationship between prior growth and percent-growth change was constructed using the procedure proposed by Black, Abrams (2004). We modified the method according to Nagel et al. (2007). The average of top ten values calculated for each 0.5 mm prior growth segment were fitted by the modified negative exponential function with additive linear term. The final boundary line yielded the highest  $R^2$  value (Fig. 1, bottom). For the identification of growth pulses we used the threshold 10 % suggested by Black, Abrams (2003). The percent-growth changes that did not reach the given threshold were dropped from further analysis. Once the final boundary line (BL) was constructed, we scaled the maximum growth changes of each identified growth pulse as a fraction of the boundary line. The pulses were classified according to Black, Abrams (2003) as follows: below 20 % of the BL "no release – effect of climate"; 20–49.9 % "moderate release"; above 50 % "major release". The disturbance history is then expressed as a portion of trees showing the release event for each decade of chronology. For the reconstruction of vertical shifts of trees within the forest space we assessed the "canopy accession events" for each tree. Following Svoboda et al. (2012), the first major release was considered as a canopy accession. For some cases the moderate release could be used as an indicator of canopy entering but it has to be the first and only release during the life of tree. Rest of the trees that did not fulfill the criteria indicating the gap recruitment was sorted with respect to their overall growth pattern (Lorimer, Frelich 1989, Svoboda et al. 2012).

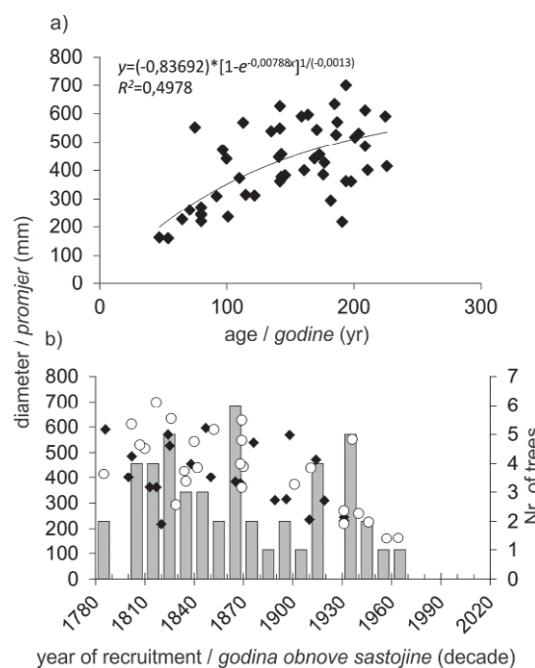
## Results

### Rezultati

In studied sample, a relatively high variability regarding the individuals age was recorded. The age of sampled spruces ranged from 47 to 226 yr with the mean age of  $145 \pm 50$  yr. Diameter structure was relatively homogenous, with the average diameter of  $41.9 \pm 13.9$  cm. When the age-diameter relation was examined, the regression analysis showed a quite weak relationship ( $R^2=0.49$ ,  $p=0.001$ ) (Fig. 2, top).

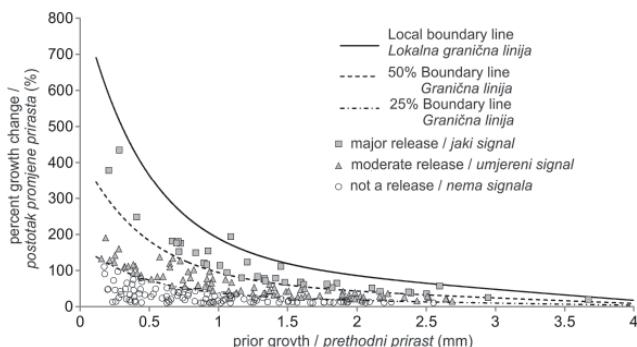
Regarding the recruitment of spruce trees, the analysis exhibited the fairly continuous recruitment during the whole studied period, except the decades 1790 and 1920 (Fig. 2, bottom). We recorded three periods of high tree recruitment: 1800–1830 (34 % of all sampled trees), 1860 (12 % of trees during one decade) and 1910–1930 (25 % of all recruited trees). The analysis confirmed one period of low tree recruitment (1880–1900) and a decreasing tendency in tree recruitment in the period since the 1940 that is dominated exclusively by under-canopy originated individuals.

Through the analysis of abrupt growth changes we detected 226 maximum growth changes with an average value  $4.7 \pm 2.2$  of growth pulse per tree. Growth pulses characterized by the maximum growth changes were scaled relati-



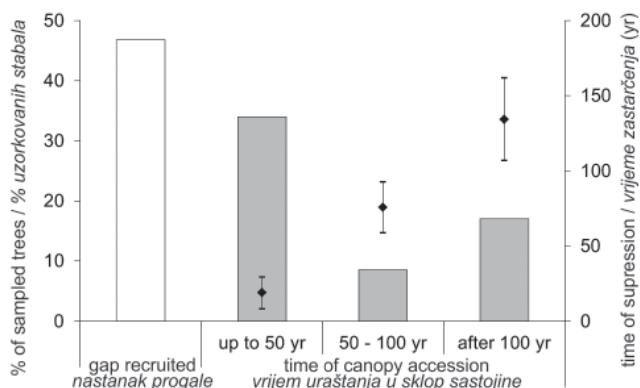
**Figure 2.** Age-diameter relationship of sampled trees. On the top, the data were fitted by Chapman-Richards growth curve. On the bottom, the years of recruitment (year of achieving the sampling height 0.5 m) are plotted with respect to the diameter of sampled trees. Black marker depicts the "gap originated" trees, white rings refer to "under canopy origin".

**Slika 2.** Odnos starosti i promjera uzorkovanih stabala. Gore, podaci su izravnati pomoću Chapman-Richards krivulje rasta. Dolje, godine obnove (godina postizanja visine od 0,5m) prikazane s obzirom na promjer uzorkovanih stabala. Crnim markerom obilježena su stabe nastala u proglašama, bijeli krugovi odnose se na podrast.



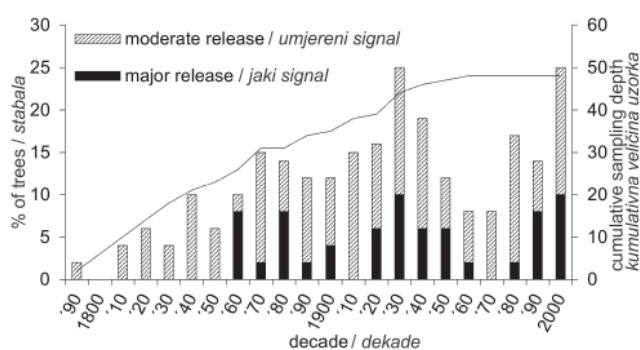
**Figure 3.** The maximum growth changes of each identified growth pulse plotted as a fraction of local *Picea abies* boundary line, the Low Tatras Mts., Slovakia.

**Slika 3.** Maksimalne promjene rasta svakog identificiranog signala natprosječnog debljinskog prirasta, kao dio lokalne granične linije smreke, Niske Tatre, Slovačka.



**Figure 4.** Age structure of sampled trees according to canopy accession date, Veľký Bok, Slovakia.

**Slika 4.** Dobna struktura uzorkovanih stabala prema vremenu uraštanja u sklop sastojine, Veľký Bok, Slovačka.



**Figure 5.** Temporal distribution of moderate and major releases of the investigated spruce dominated subalpine forest, the Low Tatras, Slovakia.

**Slika 5.** Vremenska distribucija umjerenih i jakih signala debljinskog prirasta istraživane preplaninske sastojine obične smreke, Niske Tatre, Slovačka.

vely to developed boundary line (Fig.3). A total number of 124 growth pulses met the criterion "above the 20 % of the boundary line" and could be qualified as growth releases caused by canopy disturbance, 37 of these events were iden-

tified as a major release and 87 as a moderate intensity release. After the inspection of early growth rates we identified 22 sampled trees as the gap recruited (47 %). For the rest of individuals, we stated the canopy accession dates according to the occurrence and intensity of the first growth release. We paid special attention to the age when the tree entered the canopy. The analysis revealed that 34 % of trees reached the canopy position during the first 50 years of their live, almost 9 % entered the canopy in age from 50 to 100 years and 17 % of trees accessed the canopy after the 100 years of suppression (Fig.4).

The disturbance chronology is displayed in Figure 5. Disturbance events were recorded in every decade, however, we recognized three significant disturbance peaks during the inspected period. The first one occurred in 1860–1880, where the 18 % of trees showed major release and 21 % moderate release. Second period of disturbance activity occurs in 1920–1940 with the overall maximum in 1930. Major release was indicated for 10 % of trees, while 15 % of trees showed the moderate release. Third distinctive peak was recognized in 1980–2000 (Fig. 6).

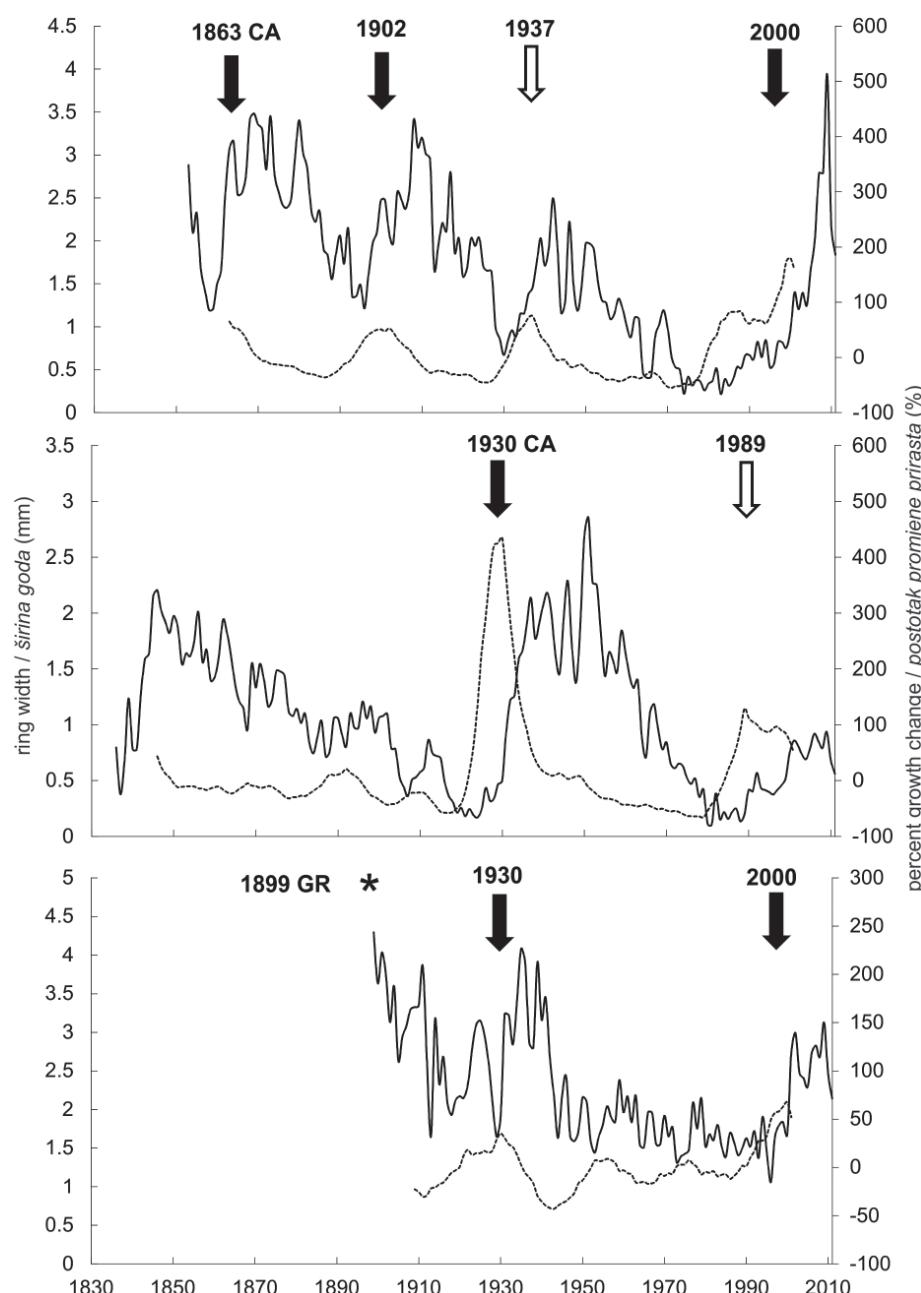
## Discussion

### Rasprava

The evaluation of age structure of cored trees revealed high age diversity of investigated forest. No remnants of under-story trees were observed during the sample collection in studied area. Therefore it is very likely the diameter and height structure of stand was distinctively uniform. Similar character of stand structure in this locality was described by Kucbel (2000a). Author stated the homogenized structure for six of total number of eight permanent research plots. Moreover, approximately 90 years ago, the stand characteristic written in forest management plan (1920–1930) described this locality as the open canopy homogenous mature spruce stands with rather high number of snags. Nagel et al. (2007) found the examination of forest developmental stages by means of the biometric measures of diameter and height as a quite difficult, because of a weak relationship between the real tree age and its diameter. Our finding can only confirm this statement ("diameter – age" relationship  $R^2=0.49$ ).

High age variability points on the continuous tree regeneration. Evaluation of recruitment dates shows three distinctive waves of tree recruitment in 1800–1830, 1860 and 1910–1930.

Almost 50 % of inspected trees showed the early growth patterns referring to the open area growth. For the analysis we used the threshold value suggested by Svoboda et al. (2012). In our opinion, the number of trees that met the "gap recruited" criterion in the Veľký Bok site is underesti-



**Figure 6.** The example of individual response of trees to the same disturbance events. Top – Under canopy regenerated tree with canopy accession during the juvenile live stage. Middle – tree entered canopy after the removal of overtopping individual. Bottom – gap regenerated tree with two major releases. The ring width sequence (solid line) in relation to percent growth changes (dashed line). Black arrow designates the major release, white arrow marks moderate release, CA – canopy accession, GR – gap regenerated.

**Slika 6.** Primjer individualne reakcije stabala na isti poremećaj. Gore – Stablo obnovljeno pod zastorom krošanja s uraštanjem u sastojinski sklop tijekom juvenilnog stadija razvoja. Sredina – stablo je usrdo u sklop nakon što su odumrle previsoke jedinke. Dolje – stablo obnovljeno u progali s dva veća signala deblijinskog prirasta. Slijedi širine goda (puna crta) u odnosu na postotne promjene rasta (isprekidana crta). Crna strelica označava jači signal uslijed većih poremećaja, bijela strelica označava umjeren signal, CA – uraštanje u sklop, GR – obnova u progali.

mated, presumably due to more suitable growth conditions in NP Šumava (lower altitude, more oceanic climate, deeper soil). That's why the number of gap recruited trees has to be considered as a minimal recorded value. Further analysis is necessary for more accurate estimation, because it is not clear if the tree growing in harsh environment reacts on the increased light income by higher radial increment than the sapling growing under more suitable conditions. We expect the share of gap recruited trees of approximately 70 % as reported by Svoboda et al. (2012) from Šumava. As the spruce growing in higher altitudes needs more light income for sufficient regeneration (Holeksa 2001), the recruitment waves should be, as a rule, connected with the removal of overstory individuals.

Analysis of height shifts revealed that almost 34 % of individuals established under canopy reached canopy position during the first 50 years of their life, while more than 17 % of trees reached the canopy after the 100 years of suppression. Despite the increased light requirements of trees growing in harsh environment, spruce is able to regenerate under the closed canopy (e.g. on the logs) and wait for several decades till the overstory is opened (Leibundgut 1993; Kucbel 2011). Such structure creates a structural basis for the silvicultural concept of so-called mountain selection forest (Korpel, Saniga 1995; Schütz 2011). This fact suggests that beside the large-scale wind disturbance, the development of spruce forest is affected by small-scale local disturbances or individual dieback of canopy trees due to bark

beetle outbreaks. Windstorms followed by bark beetle outbreaks lasting for several decades, so called the spruce phenomenon, are well known in conditions of spruce dominated forests (Okland; Bjornstad 2006; Lausch et al 2011).

Based on the analysis of growth sequences we can state that moderate to major wind events affected the surveyed subalpine spruce forest almost constantly over the last two centuries. Reconstruction of disturbance regime revealed three periods of growth releases during the last 150 years. This suggests that moderate to high intensity disturbance events occur rather periodically every 70 years and the growth pulses spanned for several decades. The first period of release events spanned from 1860 to 1890. When we considered the maximum growth response as the date when the event occurs, we can confirm the temporal position of disturbance events by examination of written historical sources. Our results are comparable with disturbance chronology constructed by Zielonka et al. (2011) for the High Tatras, because of the vicinity of these two sites (approx. 50 km). The first major event (1860) was also recorded by Zielonka et al. (2011) but authors were not able to find any historical record confirming the windstorm in this locality. However, the study of Zúbrik (2013) presents the high severity windstorm in the Low Tatras in 1870. Author notes that more than 6 million m<sup>3</sup> of wood were downed by the wind during this event. The second period of disturbances in 1920–1940 has been documented by Zielonka et al. (2011). Author revealed the set of disturbance events in 1915, 1919 and 1941. Our results refer to the same sequence but we recorded a high severity event in 1931, what is consequently confirmed by Zúbrik (2013). Author presents the series of windstorms in 1921, 1925 and 1930. The sequence of wind disturbances, especially the event in 1930 was proven by historical record in forest management plan for the years 1920–1930. This series of windstorms are well documented by exact volumes of uprooted trees and reforestation goals. The volume of downed wood in affected management units increased during the windstorm period almost threefold. The third period shows the tight linkage with the broadly documented dieback of subalpine spruce forests due to emissions and acid rains during the 1990s.

The analysis of growth changes and tree recruitment clearly showed that the wind disturbances occurred periodically in the last 150 years. The recruitment evaluation confirmed that the disturbance regime of subalpine spruce forest is driven by the combination of gap and patch dynamics. For this reason, the recent state of studied spruce subalpine forest is probably only the natural stage of the spruce forest development. However, the lack of silvicultural intervention connected with global climate change contributes significantly to the current condition of subalpine forests. That's why the increased attention of forest ecologists and foresters should result in ecologically based, systematic management

of mentioned ecosystems. The silvicultural management should secure the sustainable presence and functioning of diversified forest stand. Special attention has to be paid to preservation of non-productive functions (Saniga 1997; Gubka 1998; 2000; Kucbel 2000a).

## Conclusions

### Zaključci

According to analysis of tree ages, type of recruitment as well as the reaction of sampled trees on the canopy opening we can state that researched subalpine spruce forest was affected by combination of large scale and small scale disturbances. The occurrence of large scale high severity events was proved almost periodically in the analyzed period while the intensive growth reaction of survived trees spanned for more than one decade.

## Acknowledgement

### Zahvala

This study was supported by the Slovak Research and Development Agency, project APVV-0286-10.

## References

### Literatura

- Black, B.A., Abrams, M.D., 2004: Development and application of boundary-line release criteria, *Dendrochronologia*, 22: 31–42.
- Black, B.A., Abrams, M.D., 2003: Use of boundary-line growth patterns as a basis for dendroecological release criteria, *Ecological applications*, 13: 1733–1749.
- Cook, E. R., Kairiukstis, L. A., 1990: Methods of dendrochronology: Applications in the environmental sciences, Kluwer Academic Publishers, 394 pp., Dordrecht.
- Grodzki, W., 2007: Spatio-temporal patterns of the Norway spruce decline in the Beskid Śląski and Żywiecki (Western Carpathians) in southern Poland, *J. For. Sci.*, 53: 38–44.
- Gubka, K., 1998: Štruktúra porastov pod hornou hranicou lesa na lokalite Jasienok, *Acta Facultatis Forestalis*, XL, 29–39
- Gubka, K., 2000: Ochranná funkcia porastov hornej hranice lesa, In: P. Hlaváč, L. Reinprecht, J. Gáper (eds.), *Ochrana lesa a lesnícka fytopatológia 2000*, Technická univerzita vo Zvolene, 69–75, Zvolen.
- Holeksa, J., Cybulski, M., 2001: Canopy gaps in a Carpathian subalpine spruce forest, *Forstw. Cbl.*, 120: 331–348.
- Holmes, R., L., 1983: Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement, *Tree-Ring Bulletin*, 43: 69–78
- Korpel, Saniga 1995: Prírode blízke pestovanie, ÚVVP LVM SR, 158 p., Zvolen.
- Kucbel, S., 2000a: Analýza štruktúry a prirodzenej obnovy v porastoch pod hornou hranicou lesa na lokalite Veľký Bok, *Acta facultatis forestalis*, XLII: 93–105.
- Kucbel, S., 2000b: Štruktúra, zdravotný stav a regeneračné procesy v porastoch pod hornou hranicou lesa v Nízkych Tatrách,

In: P. Hlaváč, L. Reinprecht, J. Gáper (eds.), Ochrana lesa a lešnícka fytopatológia 2000, Technická univerzita vo Zvolene, 77–88, Zvolen.

- Kucbel, S., 2011: Štruktúra porastov a regeneračné procesy vo vysokohorských ochranných lesoch Nízkych Tatier, Technical university in Zvolen, 138 pp., Zvolen.
- Kucbel, S., Vencurik, J., Jaloviar, P., Berešík A., 2004: Radial growth dynamics of Norway spruce in Kysucké Beskydy Mts., Beskydy, 2 (2): 141–148.
- Lausch, A., Fahse, L., Heurich, M., 2011: Factors affecting the spatio-temporal dispersion of *Ips typographus*(L.) in Bavarian Forest National Park: a long-term quantitative landscape-level analysis, Forest Ecology and Management, 261: 233–245.
- Leibundgut, H., 1993: Europäische Urwälder, Verlag Paul Haupt, 260 pp., Bern, Stuttgart
- Lorimer, C., G., Frelich L., E., 1989: A methodology for estimating canopy disturbance frequency and intensity in dense temperate forests, Can. J. For. Res., 19: 651–663.
- McCarthy, J., 2001: Gap dynamics of forest trees: A review with particular attention to boreal forests, Environ. Rev., 9: 1–59.
- Nagel T. A., Levanic, T., Diaci, J. 2007: A dendroecological reconstruction of disturbance in an old-growth Fagus-Abies forest in Slovenia, Ann. For. Sci., 64: 891–897.
- Nowacki, G., J., Abrams, M., D., 1997: Radial growth averaging criteria for reconstructing disturbance histories from presettlement-origin oaks, Ecological Monographs, 67: 225–249.
- Oakland, B., Bjornstad, O., N., 2006: A resource-depletion model of forest insect outbreaks, Ecology, 87: 283–290.
- Saniga, M., 1997: Úloha jarabiny pri rekonštrukcii hornej hranice lesa, Les, 3: 7–8
- Schmidt-Vogt, H. 1989: Die Fichte. II/2, Krankheiten, Schäden, Fichtensterben, Paul Parey, 607 pp., Hamburg, Berlin.
- Schütz, J., P., 2011: Výběrné hospodářství a jeho různé formy, Lesnická práce, 159 pp., Kostelec nad Černými lesy.
- Splechtna, B., E., Gratzer, G., Black, B., A., 2005: Disturbance history of a European old-growth mixed-species forest – A spatial dendro-ecological analysis, Journal of Vegetation Science, 16: 511–522.
- Svoboda, M., Janda, P., Nagel, T., A., Frawer, S., Rejzek, J., Bače, R., 2012: Disturbance history of an old-growth sub-alpine *Picea abies* stand in the Bohemian Forest, Czech Republic, Journal of Vegetation Science, 23: 86–97.
- White, P., S., Pickett, S., T., A., 1985: Natural disturbance and patch dynamics: An introduction, The ecology of natural disturbance and patch dynamics, Academic press, 3–13, San Diego.
- Yamaguchi, D., K., 1991: A simple method for cross-dating increment cores from living trees, Can. J. of For. Res., 21: 414–416.
- Zielonka, T., Holeksa, J., Fleischer, P., Kapusta, P. 2010. A tree ring reconstruction of wind disturbances in a forest of the Slovakian Tatra Mountains, Western Carpathians, Journal of Vegetation Science, 21: 31–42.
- Zúbrik, M., 2013: Akým vývojom prešla a kam smeruje ochrana lesa?, Les & Lesokruhy, 68: 28–32.

## Sažetak

U radu se istražuje sastojinska dinamika pretplaninske šume obične smreke u Niskim Tatramama u Slovačkoj. U posljednje je vrijeme stanje planinskih šuma smreke nezadovoljavajuće, a posljedica je to jakih olujnih vjetrova i napada potkornjaka. Istraživanje se ponajprije bavi rekonstrukcijom prirodnih poremećaja koji su utjecali na lokalitet.

Istraživanje je provedeno na reprezentativnom lokalitetu na području planine Velký Bok u Niskim Tatramama, sre-dišnja Slovačka. Nakon sjeće sušaca, iz panjeva stabala smreke uzeli smo izvrtke (N=60). Koristili smo kriterij granične linije za procjenu pojave signala natprosječnog debljinskog prirasta.

Rekonstruirali smo kronologiju lokalnih poremećaja i obnove sastojine. Jasno su se pokazale tri iznadprosječne kulminacije debljinskoga prirasta, u razdoblju do 1860–1880.; 1920–1940. i 1980–2000. godine. Istraživanjem povijesnih izvora potvrdili smo uočena razdoblja prirodnih poremećaja. Što se tiče obnove sastojine, 50 % analiziranih stabala zadovoljili su kriterij obnovljenih progala. Vremenski položaj prirodne obnove sastojine usko je povezan s pojavom jakih prirodnih poremećaja. Dobiveni rezultati ukazuju na činjenicu da su jaki vjetrovi prirodna pojava u pretplaninskim šumama smreke te da je ukupna tekstura istraživanih šuma posljedica djelovanja uzajamne kombinacije dinamike manjih i većih progala.

**KLJUČNE RIJEČI:** natprosječni debljinski prirast, obična smreka, granična linija, Središnja Europa, prirodni poremećaji



## 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.

**Vrhunská 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.

# TAKING EUROPE BY STORM: A FIRST INSIGHT IN THE INTRODUCTION AND EXPANSION OF *Dryocosmus kuriphilus* IN CENTRAL EUROPE BY mtDNA

EUROPA OSVOJENA U TRENU: PRVI UVID U PRODOR I ŠIRENJE KESTENOVE OSE ŠIŠKARICE (*Dryocosmus kuriphilus*) U SREDIŠNJOJ EUROPI PUTEM MITOHONDRIJSKE DNK

Dimitrios N. AVTZIS<sup>1</sup> and Dinka MATOŠEVIĆ<sup>2</sup>

## Summary

The chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus*, poses one of the latest additions to the long list of exotic pests that invaded Europe. After its introduction in Italy, chestnut gall wasp expanded rapidly in Europe in a very short period of time. Analysis of a polymorphic mtDNA locus from nine European populations verified the Chinese origin of this invasion. Moreover, the results revealed traces of a severe bottleneck during the phase of introduction that reduced considerably the genetic diversity. It was also shown that the rapid and successful post-introductory expansion was accomplished by a single mtDNA haplotype that has spread in three European countries. The paradox of successful establishment despite the absence of genetic diversity could be attributed to the synergistic effect of several agents. Uniparental propagation and general-purpose genotypes, lack of natural enemies and human-mediated transport seem to have facilitated the invasion and subsequent expansion of *D. kuriphilus* in Europe.

**KEY WORDS:** chestnut gall wasp, invasive pest, post-introductory expansion, population bottleneck

## Introduction

### Uvod

Invasive species are considered a major threat to biodiversity (Williamson 1996; Walker & Steffen 1997; Kamata & Gottschalk 2007; Scalera 2010) as well as an increasing economic concern (Vitousek et al. 1996; Wilcove et al. 1998; Pimentel et al. 2000). It is now widely recognized that biological invasions are favored by dispersal events linked to

human activities (Lockwood et al. 2005), which provide vectors for dispersion, and could promote the introduction in new areas and accelerate their expansion rate (Shigesada et al. 1995). Invasive organisms include organisms of both flora (Chandler et al. 2008; Zhang et al. 2010) and fauna (Roman & Darling 2007; Zachos et al. 2007). Insects particularly, with their (usually) minute size, that helps them remain undetected, in concert with their flying ability can very easily be introduced to new areas, becoming invasive

<sup>1</sup> Forest Research Institute, NAGREF, Vassilika, Thessaloniki, Greece. Tel.: 00302310461411 (intern 213) / Fax: 00302310461341. Email(s): dimitrios.avtzis@fri.gr / dimitrios.avtzis@gmail.com

<sup>2</sup> Zavod za zaštitu šuma i lovno gospodarenje, Hrvatski šumarski institut, Jastrebarsko, Hrvatska. Email: dinkam@sumins.hr

pests (Grapputo et al. 2005; Rubinoff et al. 2010; Bray et al. 2011). Europe has suffered several invasions of exotic insect species, some of which have become serious pests that cause considerable damage (Matson et al. 2007; DAISIE 2009; Kenis et al. 2009; Blank et al. 2010).

One of the latest insects that invaded Europe is *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera; Cynipidae), which is a global pest of chestnut (*Castanea*). The chestnut gall wasp is a univoltine species, that reproduces parthenogenetically laying eggs in the buds of *Castanea* spp. during summer. A direct consequence of this *modus vivendi* is that even a single female is capable of establishing a population (Nohara 1956; Askew 1984). In addition to that, eggs and first instars that grow in chestnut buds, render this species practically undetected (Panzavolta et al. 2011). By attacking vegetative buds *D. kuriphilus* disrupts twig growth and reduces fruiting that can ultimately lead to losses of up to 70 % (Dixon et al. 1986; EPPO 2005). Being under this stress, chestnut trees exhibit a gradual decline in biomass coupled with a decline in the aesthetic and the amenity value (EFSA 2010).

Even though it is native to China, *D. kuriphilus* was first recorded in Japan in 1941 (Murakami 1980). This was the first invasion of the chestnut gall wasp, that occurred rapidly (in 25 years) (Oho & Umeya 1975) and had serious impact on chestnut production. In the years that followed, *D. kuriphilus* expanded into Korea and South Korea in 37 years (Aebi et al. 2006). Not long afterwards, it was introduced in America (Payne et al. 1975), putting at risk the American chestnut production (Cooper & Rieske 2007). In Europe, chestnut gall wasp was first reported from Piedmont in north-west Italy in 2002 (Brussino et al. 2002), introduced with chest-

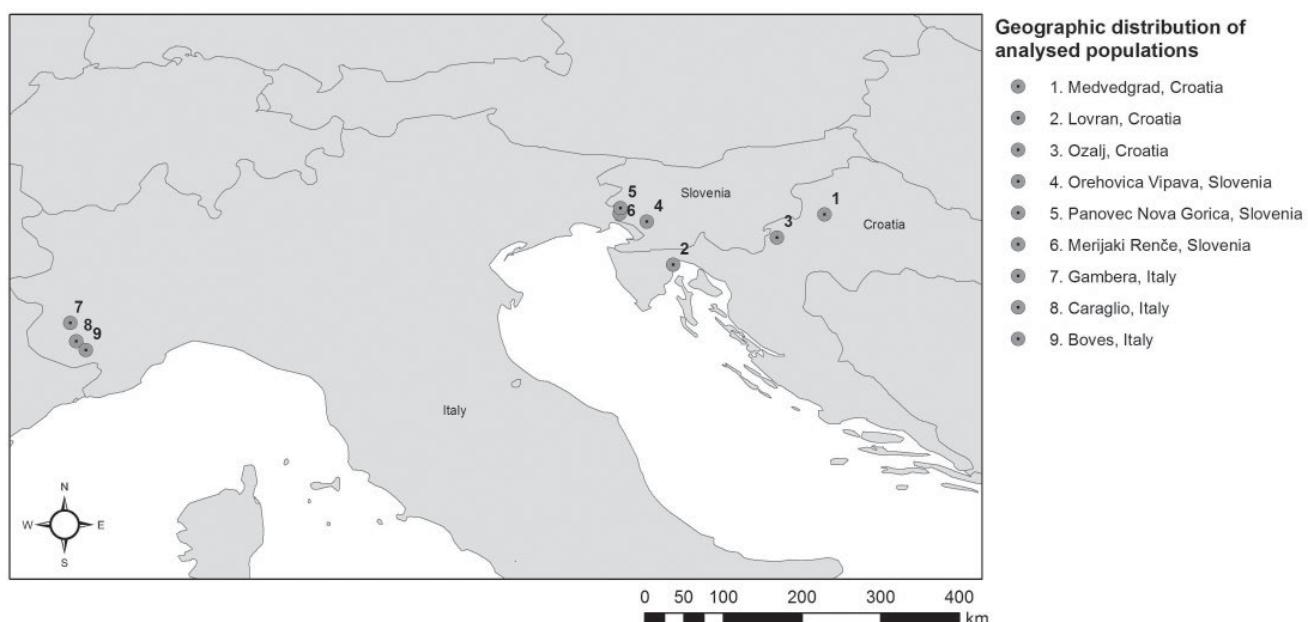
nut cultivars from China (Quacchia et al. 2008). Since then, *D. kuriphilus* expanded rapidly taking over Europe by storm. By 2005 it has spread in Sicily, south eastern France and Corsica (Aebi et al. 2006) as well as in Slovenia (Knapič et al. 2010). A year later it was found in Hungary (Csóka et al., 2009) and Switzerland (Forster et al. 2009), arriving in Netherlands and Croatia (Matošević et al. 2010) in 2010.

As genetic polymorphisms accumulate over time, they enclose valuable information regarding the invasion history of a species, a reason that explains the wide application of molecular techniques in studies of invasive species (Fitzpatrick et al. 2012). Among different markers available, mitochondrial DNA markers are broadly selected in such investigations (Cognato et al. 2005; Bray et al. 2011), as they are expected to evolve rapidly, something that adds to their sensitivity (Avise 1994). Here, we employ a mtDNA marker, to study the genetic variability of *D. kuriphilus* for the first time after its introduction in Europe. Comparing our data, with previous results from China reveals not only the origin of the source population, but also the expanding potential of this pest species. Though preliminary, our research offers a first insight into the on-going invasion of Europe by *D. kuriphilus*, providing information that can be used to plan and improve management strategies.

## Materials and Methods

### Materijali i metode

Following the expanding distribution of *D. kuriphilus* in Europe, 96 specimens belonging to 9 different locations were sampled in two successive years (namely 2011 and



**Figure 1.** Geographic distribution of the populations analysed

Slika 1 Geografska rasprostranjenost analiziranih populacija



However, it was identical also with haplotype LZ (Accession Number JF411594) that was detected in China (Lu et al. 2011). Very close genetically were the Chinese haplotypes LBX and FS (Accession Numbers JF411598 and JF411595, respectively), whereas haplotypes CC and SY (Accession Numbers JF411597 and JF411596, respectively) are more distantly related (Lu et al. 2011) (Table 2).

## Discussion

### Rasprava

Molecular techniques are being now increasingly used in studies of invasive species, with applications that range from assessing genetic variation (Roderick 1996; Sakai et al., 001), identifying population origin (Cognato et al. 2005; Grapputto et al. 2005) or even developing control strategies (Conord et al. 2006; Fu et al. 2010). The chestnut gall wasp, *D. kuriphilus* was introduced in north-west Italy with chestnut cultivars from China in 2002 (Quachia et al. 2008). This Chinese origin of *D. kuriphilus* was verified by the molecular data. All the Italian individuals exhibited a single haplotype that was identical with a Chinese one that was already deposited in NCBI GenBank under the Accession Number JF411594 (Lu 2011), confirming that the founder population had a Chinese origin. Interestingly this Chinese haplotype was the most widespread one as it was found in several provinces of China (Henan, Jiangxi, Hunan and Fujian) (Lu et al., 2011). As this haplotype was retrieved once again in Italy (Ács et al. 2007), it can be easily deduced that *D. kuriphilus* expanded in the three investigated countries after a single introduction event, with a founding population of limited size or at least low genetic diversity. Should chestnut gall wasp have invaded Italy with multiple introductions, then genetic diversity would have been restored at least to the levels of native populations if not higher (Kolbe et al. 2004; Zalewski et al. 2011), giving rise to an admixture of haplotypes. However, not only was a single haplotype retrieved among the Italian individuals, but this haplotype was the same with the one retrieved five years before (Ács et al. 2007). Conclusively, this population bottleneck during the initial colonization of *D. kuriphilus* could only be indicative of a single colonization event that was additionally performed by few individuals (small founder population) (Russell et al. 2009). In any other case, multiple introductions and/or large founder numbers should soon have increased genetic variation (Stepien et al. 2005).

However, populations founded under such unfavorable conditions (single introduction of a small number of individuals) suffer so evidently from low genetic variation that might even lose their adaptive ability (Frankham & Ralls 1998; Saccheri et al. 1998; Duglosch & Parker 2008), putting ultimately their very existence in risk (Nei et al. 1975; Courchamp et al. 1999). One of the most efficient ways to

overcome the defects of low population levels coupled with low genetic diversity is parthenogenesis. Uniparental propagation is highly adaptive as it permits small populations to quickly expand and efficiently exploit ephemeral resources (Niemela & Mattson 1996; Davis 2009). The advantage of parthenogenetic reproduction has been demonstrated in other organisms (e.g. *Potamopyrgus antipodarum*) that have been introduced successfully, overcoming low genetic diversity at the phase of invasion through uniparental propagation (Dybdahl & Drown 2011). It thus seems logical to assume that the parthenogenetically reproducing chestnut gall wasp took advantage of the same biological feature (parthenogenesis) to compensate for the severe bottleneck it suffered during invasion and establishing the initial population in Italy.

In general, the post-introductory expansion of an invasive species is determined either by evolutionary adaptation or plasticity across a range of novel environments. Evolutionary adaptation facilitates the range expansion in invasive species particularly when there is sufficient genetic variation within the invading population for natural selection to act on (Garcia-Ramos & Rodriguez 2002; Maron et al. 2004; Bossdorf et al. 2005). This remark however, leads to a logical paradox: how can bottlenecked invasive species be successful when sometimes bottlenecked native species are indeed susceptible to extinction (Frankham 2005; Roman & Darling 2007)? Loss of genetic diversity during colonization has been observed in several invading insects (Kourtzi 2002; Bonizzoni et al. 2004; Grapputto et al. 2005; Tung et al. 2009; Rubinoff et al. 2010; Bray et al. 2011); nevertheless, in none of these cases was the invasion really interrupted. Based on our findings, *D. kuriphilus* can well be included among the above mentioned examples of successful expansion despite the initial low genetic diversity during introduction. In less than ten years, chestnut gall wasp has dispersed from the point of introduction in Italy to several European countries (France, Slovenia, Switzerland, Croatia, Netherlands, Austria, Hungary), covering a distance of about 1200 km to the south (Sicily) and 750 km to the east (Croatia). To our surprise, this expansion was accomplished by a unique mtDNA haplotype, identical to the one that invaded Europe in the first place. It thus seems possible that the paradoxically successful post-introductory expansion of *D. kuriphilus* could possibly be attributed to phenotype plasticity that maintained high fitness over a broad range of environments (Richards et al. 2006). The concept that general-purpose genotypes are positively associated with invasiveness has been expressed before (Baker 1965). Conclusively, the fact that the single haplotype that expanded in the countries investigated is the very same with the most abundant one in China (Lu et al. 2011) argues for the hypothesis of a general-purpose genotype adapted to various environmental conditions.

Even though destructive insect invasions can generally progress rapidly (Johnson et al. 2006; Muirhead et al. 2006), *D. kuriphilus* became established and expanded in a noteworthy short time. The rate at which this pest dispersed indicates that species' movement is not accomplished only by its own flight (active or even wind-assisted flight), but is mostly human-mediated. This is observed as long distance dispersal when *D. kuriphilus* is transported over long distances with infested plant material. Consequently, the assessment of the mean rate of spread of the invasion front at only 8 km/year (EFSA 2010), underestimates the actual expanding ability of the pest. As eggs and larvae grow in dormant buds (winter shoot and twigs for grafting and overwintering plants) inspection of plant material against infestation of *D. kuriphilus* is sometimes very difficult to be done properly. This fact has to be taken into careful consideration when planning an efficient strategy to limit the further expansion of *D. kuriphilus* into other European countries, as until now this pest seems to be very difficult to confine.

A severe population bottleneck during invasion does not seem to have compromised the ability of *D. kuriphilus* to establish and expand rapidly in Europe. Uniparental propagation, phenotype plasticity together with human mediated long-distance dispersal, lack of natural enemies and availability of host plant have determined the invasion of the chestnut gall wasp in the European continent. Application of molecular methods to elucidate the genetic variation of this invasive pest has provided information not only on the introduction but most importantly its dispersal. Beside that, the general remarks on the on-going invasion of the chestnut gall wasp can be used to understand the mechanisms by which parthenogenetic organisms can become serious pests even without sufficient genetic variation.

## Acknowledgements

### Zahvala

We would like to thank Graham Stone for his valuable comments on the manuscript, Ambra Quacchia, Giovanni Bosio and Katarina Kos for kindly supplying the samples for analyses; DNA would like to thank Stephanos Diamandis for supporting this research idea and DM would like to thank Blazenka Ercegovac for help in the laboratory work and Croatian Ministry of Agriculture which financially supported Croatian part of the research (IPP grant for 2011.).

## References

### Literatura

- Ács Z., Melika G., Pénzes Z., Pujade-Villar J., G.N. Stone, 2007: The phylogenetic relationships between *Dryocosmus chilaspis* and allied genera of oak gallwasps (Hymenoptera, Cynipidae: Cynipini). *Systematic Entomology* 32: 70–80.
- Aebi A., Schönrogge K., Melika G., Alma A., Bosio G., Quacchia A., Picciau L., Abe Y., Moriya S., Yara K., Seljak G., G.N. Stone, 2006: Parasitoid recruitment to the globally invasive chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus*. In: Ozaki K., Yukwa J., Ohgushi T. & Price P.W. (eds): *Ecology and evolution of galling arthropods and their associates*. Springer-Verlag, Tokyo, Japan, pp 103–121.
- Askew R.R., 1984: The biology of gall wasps. In: Ananthakrishnan R.N. (ed): *Biology of Gall Insects*. Oxford and IBH Publishing Co., New Delhi, Bombay, Calcutta, pp 223–271.
- Avise J.C., 1994: *Molecular Markers, Natural History, and Evolution*. Chapman and Hall, London.
- Baker H.G., 1965: Characteristics and modes of origins of weeds. In: Baker H.G., Stebbins G.L.(eds): *The Genetics of Colonizing Species*. New York, NY, USA, Academic Press, pp. 147–172
- Blank S.M., Hara H., Mikulás J., Csóka G., Ciornei C., Constantineanu R., Constantineanu I., Roller L., Altenhofer E., Huflejt T., G. Vétek, 2010: *Aproceros leucopoda* (Hymenoptera: Argidae): An East Asian pest of elms (*Ulmus* spp.) invading Europe. *European Journal of Entomology* 107: 357–367.
- Bonizzoni M., Guglielmino C.R., Smallridge C.J., Gomulski M., Malacrida A.R., G. Gasperi, 2004: On the origins of medfly invasion and expansion in Australia. *Molecular Ecology* 13: 3845–3855.
- Bossdorf O., Auge H., Lafuma L., Rogers W.E., Siemann E., D. Prati, 2005: Phenotypic and genetic differentiation between native and introduced plant populations. *Oecologia* 144: 1–11.
- Bray T.C., Bloomer P., N.C. Bennett, 2011: Low levels of polymorphism at novel microsatellite loci developed for bathyergid mole-rats from South Africa. *Conservation of Genetic Resources* 3: 221–224.
- Brussino G., Bosio G., Baudino M., Giordano R., Ramello F., G. Melika, 2002: Pericoloso insetto esotico per il castagno europeo. *L'Informatique Agricole* 37: 59–61. (in Italian)
- Chandler E.A., McDowell J.R., J.E. Graves, 2008: Genetically monomorphic invasive populations of the rapa whelk, *Rapana venosa*. *Molecular Ecology* 17: 4079–4091.
- Cognato A.I., Sun J.-H., Anducho-Reyes M.A., D.R. Owen, 2005: Genetic variation and origin of red turpentine beetle (*Dendroctonus valens* LeConte) introduced to the People's Republic of China. *Agricultural and Forest Entomology* 7: 87–94.
- Conord C., Lempérière G., Taberlet P., L. Després, 2006: Genetic structure of the forest pest *Hylobius abietis* on conifer plantations at different spatial scales in Europe. *Heredity* 97: 46–55.
- Cooper W.R., L.K. Rieske, 2007: Community associates of an exotic gallmaker, *Dryocosmus kuriphilus* (Hymenoptera: Cynipidae), in eastern North America. *Annals of Entomological Society* 100: 236–244.
- Courchamp F., Clutton-Brock T., B. Grenfell, 1999: Inverse density dependence and the Allee effect. *Trends in Ecology and Evolution* 14: 405–410.
- Csóka G., Wittmann F., G. Melika, 2009: The oriental sweet chestnut gall wasp (*Dryocosmus kuriphilus* Yatsumatsu 1951) in Hungary. *Növényvédelem* 45: 359–360. (in Hungarian)
- DAISIE, 2009: *Handbook of alien species in Europe*. Springer.
- Davis M.A., 2009: *Invasion Biology*. Oxford University Press. Oxford, UK.

- Dixon W.N., Burns R.E., L.A. Stange, 1986: Oriental chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae). Entomology Circular No. 287.
- Dugosch K.M., I.M. Parker, 2008: Founding events in species invasions: Genetic variation, adaptive evolution, and the role of multiple introductions. *Molecular Ecology* 17: 431–449.
- Dybdahl M.F., D.M. Drown, 2011: The absence of genotypic diversity in a successful parthenogenetic invader. *Biological Invasions* 13: 1663–1672.
- EFSA, 2010: Risk assessment of the oriental chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus* for the EU territory and identification and evaluation of risk management options. *EFSA Journal* 8: 1619.
- EPPO, 2005: Data sheets on quarantine pests – *Dryocosmus kuriphilus*. *EPPO Bulletin* 35: 422–424.
- Fitzpatrick B.M., Fordyce J.A., Niemiller M.L., G.R. Reynolds, 2012: What can DNA tell us about biological invasions. *Biological Invasions* 14: 245–253.
- Forster B., Castellazzi T., Colombi L., Fuerst E., Marazzi C., Meier F., Tettamanti G., G. Moretti, 2009: Die Edelkastanien-gallwespe *Dryocosmus kuriphilus* (Yasumatsu) (Hymenoptera, Cynipidae) tritt erstmals in der Südschweiz auf. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft* 82: 271–279.
- Frankham R., 2005: Genetics and extinction. *Biol. Conserv.* 126: 131–140.
- Frankham R., K. Ralls K, 1998: Conservation biology: inbreeding leads to extinction. *Nature* 392: 441–442.
- Fu G., Lees R.S., Nimmo D., Aw D., Jin L., Gray P., Berendonk T.U., White-Cooper H., Scaife S., Phuc H.K., Matinotti O., Jasienskiene N., James A.A., L. Alphey, 2010: Female-specific flightless phenotype for mosquito control. *Proceedings of the National Academy of Science* 10: 1073.
- Garcia-Ramos G., D. Rodriguez, 2002: Evolutionary speed of species invasion. *Evolution* 56:661–668.
- Grapputo A., Boman S., Lindstrom L., Lyytinen A., J. Mappes, 2005: The voyage of an invasive species across continents: genetic diversity of North American and European Colorado potato beetle populations. *Molecular Ecology* 14: 4207–4219.
- Johnson D.M., Liebhold A.M., Tobin P.C., O. Bjoernstad, 2006: Alee effects and pulsed invasion by the gypsy moth. *Nature* 444: 361–363.
- Kamata N., K.W. Gottschalk, 2007: Special feature: alien pests threatening biodiversity of forest ecosystems. *Journal of Forest Research* 12: 325–326.
- Kenis M., Auger-Rozenberg M.-A., Roques A., Timms L., Pérez C., Cock M.J.W., Settele J., Augustin S., C. Lopez Vaamonde, 2009: Ecological effects of invasive alien insects. *Biological Invasions* 11: 21–45.
- Knapič V., Seljak G., M. Kolšek M, 2010: Experience with *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu eradication measures in Slovenia. *OEPP/EPPO Bulletin* 40: 169–175.
- Kolbe J.J., Glor R.E., Schettino L.R., Lara A.C., Larson A., J.B. Losos, 2004: Genetic variation increases during biological invasion by a Cuban lizard. *Nature* 431: 177–181.
- Kourt A., 2002: Estimates of heterozygosity and patterns of geographic differentiation in natural populations of the medfly (*Ceratitis capitata*). *Hereditas* 137: 173–179.
- Lockwood J.L., Casey P., T. Blackburn, 2005: The role of propagule pressure in explaining species invasions. *Trends in Ecology and Evolution* 20: 223–228.
- Lu P.-F., Zhu D.-H., Yang X.-H., Z.-W. Liu, 2011: Phylogenetic analysis of the mtDNA COI gene suggests cryptic *Dryocosmus kuriphilus* associated with certain populations of Chinese chestnuts (*Castanea* spp.). *Chinese Journal of Applied Entomology* 49: 161–167.
- Maron J.L., Vila M., Bommarco R., Elmendorf S., P. Beardsley, 2004: Rapid evolution of an invasive plant. *Ecological Monographs* 74: 261–280.
- Matošević D, Pernek M, B. Hrašovec, 2010: First record of oriental chestnut gall wasp (*Dryocosmus kuriphilus*) in Croatia. *Šumarski list* 134: 497–502.
- Mattson W.J., Vanhanen H., Veteli T., Sivonen S., P. Niemela, 2007: Few immigrant phytophagous insects on woody plants in Europe: Legacy of the European crucible? *Biological Invasions* 9: 957–974.
- Muirhead J.R., Leung J.B., van Overdijk C., Kelly D., Nandakumar K., Marchant K., H.J. MacIsaac, 2006: Modeling local and longdistance dispersal of the emerald ash borer *Agrilus planipennis* (Coleoptera) in North America. *Diversity and Distribution* 12: 71–79.
- Murakami Y., 1980: Recent topics on the chestnut gall wasp, with special reference to a report from China. *Nogyō oyobi Engei* (Agriculture and Horticulture) 55: 249–253. (in Japanese)
- Nei M., Maruyama T., R. Chakraborty, 1975: The bottleneck effect and genetic variability in populations. *Evolution* 29: 1–10.
- Niemelä P., W.J. Mattson, 1996: Invasion of North American Forests by European phytophagous insects. *BioScience* 46: 741–753.
- Nohara K., 1956: Considerations on the reproductive capacity of *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae). *Scientific Bulletin Faculty of Agriculture Kyushu University* 15: 441–446.
- Oho N., K. Umeya, 1975: Chestnut gall wasp is found in the People's Republic of China. *Shokubutsu Boeki* (Plant Protection) 29: 463–464. (in Japanese)
- Payne J.A., Menke A.S., P.M. Schroeder, 1975: *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu, (Hymenoptera: Cynipidae), an oriental chestnut gall wasp in North America. *USDA Cooperative Economic Institutions Report* 25: 903–905.
- Panzavolta T., Bracalini M., Croci F., Campani C., Bartoletti T., Miniati G., Benedetteli S., R. Tiberi, 2012: Asian chestnut gall wasp in Tuscany: gall characteristics, egg distribution and chestnut cultivar susceptibility. *Agricultural and Forest Entomology* 14: 139–145.
- Pimentel D., Lach L., Zuniga R., D. Morrison, 2000: Environmental and economic costs associated with non-indigenous species in the United States. *BioScience* 50: 53–65.
- Quacchia A., Moryia S., Bosio G., Scapin I., A. Alma 2008: Rearing, release and settlement prospect in Italy of *Torymus sinensis*, the biological control agent of the chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus*. *BioControl* 53: 829–839.
- Richards C.L., Bossdorf O., Muth N.Z., Gurevitch J., M. Pigliucci, 2006: Jack of all trades, master of some? On the role of phenotypic plasticity in plant invasions. *Ecology Letters* 9: 981–993.

- Roderick G.K., 1996: Geographic structure of insect populations: gene flow, phylogeography, and their uses. Annual Review of Entomology 41: 263–290.
- Roman J., J.A. Darling, 2007: Paradox lost: genetic diversity and the success of aquatic invasions. Trends in Ecology and Evolution 22: 454–464.
- Rubinoff D., Holland B.S., Shibata A., Messing R.H., M.G. Wright, 2010: Rapid invasion despite lack of genetic variation in the erythrina gall wasp (*Quadrastichus erythrinae* Kim). Pacific Science 64: 23–31.
- Russell J.C., Abdelkrim J., R.M. Fewster, 2009: Early colonization population structure of a Norway rat island invasion. Biological Invasions 11: 1557–1567.
- Saccheri I., Kuussaari M., Kankare M., Vikman P., Fortelius W., I. Hanski, 1998: Inbreeding and extinction in a butterfly metapopulation. Nature 392: 491–494.
- Sakai A.K., Allendorf F.W., Holt J.S., Lodge D.M., Molofksy J., With K.A., Baughman S., Cabin R.J., Cohen J.E., Ellstrand N.C., McCauley D.E., O’Neil P., Parker I.M., Thompson J.N., S.G. Eller, 2001: The population biology of invasive species. Annual Review in Ecology and Systematics 32: 305–332.
- Scalera R., 2010: How much is Europe spending on invasive alien species? Biological Invasions 12: 173–177.
- Shigesada N., Kawasaki K., Y. Takeda, 1995: Modeling stratified diffusion in biological invasions. American Naturalist 146: 229–251.
- Stepien C.A., Brown J.E., Neilson M.E., M.A. Tumeo, 2005: Genetic diversity of invasive species in the Great Lakes versus their Eurasian source populations: insights for risk analysis. Risk Analysis 25: 1043–1060.
- Tamura K., Peterson D., Peterson N., Stecher G., Nei M., S. Kumar, 2011: MEGA5: Molecular Evolutionary Genetics Analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods. Molecular Biology and Evolution 28: 2731–2739.
- Thompson J.D., Gibson T.J., Plewniak F., Jeanmougin F., D.G. Higgins, 1997: The CLUSTAL\_X Windows Interface: Flexible strategies for Multiple Sequence Alignment Aided by Quality Analysis Tools. Nucleic Acids Research 24: 4876–4882.
- Tung J., Primus A., Bouley A.J., Severson T.F., Alberts S.C., G.A. Wray, 2009: Evolution of a malaria resistance gene in wild primates. Nature 460: 388–U103.
- Vitousek P.M., D’Antonio C.M., Loope L.L., R. Westbrooks, 1996: Biological invasions as global environmental change. American Science 84: 468–478.
- Walker B., W. Steffen, 1997: An overview of the implications of global change for natural and managed terrestrial ecosystems. Conservation Ecology [online] 1(2):2. (URL: <http://www.consecol.org/vol1/iss2/art2/>. Accessed 6 April 2012)
- Wilcove D.S., Rothstein D., Dubow J., Phillips A. & Losos E., 1998: Quantifying threats to imperiled species in the United States. BioScience 48: 607–615.
- Williamson M., 1996: Biological invasions. Chapman and Hall, London.
- Zachos F.E., Althoff C., van Steynitz Y., Eckert I., G.B. Hartl, 2007: Genetic analysis of an isolated red deer (*Cervus elaphus*) population showing signs of inbreeding depression. European Journal of Wildlife Research 53: 61–67.
- Zalewski A., Michalska-Parda A., Ratkiewicz M., Kozakiewicz M., Bartoszewicz M., M. Brzeziński, 2011: High mitochondrial DNA diversity of an introduced alien carnivore: comparison of feral and ranch American mink *Neovison vison* in Poland. Diversity and Distribution 17: 757–768.
- Zhang Q., Yang R., Tang J., Yang H., Hu S., X. Chen, 2010: Positive feedback between mycorrhizal fungi and plants influences plant invasion success and resistance to invasion. PLoS 5: 12380.

## Sažetak

Invazivne vrste smatraju se jednom od najvećih prijetnji bioraznolikosti te su postale i ozbiljan ekonomski problem. Biološkim invazijama pogoduju ljudske aktivnosti koje su značajan vektor pri unosu i širenju novih vrsta. Jedna od nedavno unesenih vrsta kukaca u Europu je kestenova osa šiškarica (*Dryocosmus kuriphilus*) (Hymenoptera; Cynipidae) koji je globalni štetnik pitomog kestena (*Castanea*). Napada pupove, čime sprječava rast izbojaka i listova te smanjuje plodonošenje, što konačno može dovesti do smanjenja uroda od čak 70 %.

Kako se genetski polimorfizmi akumuliraju tijekom vremena, sadrže vrijedne informacije o povijesti invazije neke vrste, što objašnjava uporabu molekularnih tehnika u istraživanju invazivnih vrsta. Među različitim dostupnim markerima, mitohondrijska DNK (mtDNK) se često koristi u takvim istraživanjima. Usporedbom rezultata ovoga istraživanja s dosadašnjim rezultatima iz Kine, željelo se dokazati ne samo porijeklo izvorne populacije, nego i potencijal širenja (ekspanzije) ovoga štetnika u novom staništu. Ovo istraživanje koristi mtDNK markere za proučavanje genetske varijabilnosti kestenove osi šiškarice, prvi puta nakon njezinog unašanja u Europu.

Za potrebe ovog istraživanja uzorkovano je 96 jedinki s 9 različitih lokaliteta u 3 europske zemlje (Slika 1, Tablica 1) u dvije godine (2011. i 2012.). Analiza mitohondrijske DNK napravljena je prema važećim protokolima. Pregledom sekvenci i usporedbom dva lokusa, potvrđena je pojava samo jednog haplotipa u svim populacijama u Italiji, Sloveniji i Hrvatskoj. Taj je haplotip točno odgovarao i jedinom haplotipu pohranjenom

u NCBI Genebank, pod pristupnim brojem (Accession Number JF411594) iz Italije, te je bio i istovjetan s haplotipom LZ (Accession Number JF411594) koji je nađen u Kini. Vrlo su blizi i kineski haplotipovi LBX i FS, dok su haplotipovi CC i SY nešto udaljeniji (Tablica 2).

Kestenova osa šiškarica unesena je u sjeverozapadnu Italiju iz Kine 2002. godine sa sadnicama pitomog kestena. Kinesko porijeklo ovoga štetnika potvrđeno je i genetskim analizama. Sve talijanske jedinke pokazuju jedan haplotip, koji je istovjetan onom kineskom pohranjenom u NCBI GenBank, pod pristupnim brojem JF411594. To potvrđuje da je osnovna populacija unesena u Europu kineskog podrijetla. Zanimljivo je i da je to i najrasprostranjeniji haplotip u Kini, nađen u nekoliko provincija (Henan, Jiangxi, Hunan and Fujian).

Kako je taj haplotip još jednom nađen u Italiji, može se zaključiti da se kestenova osa šiškarica raširila u području istraživanja nakon samo jednog jedinog unosa, iz osnovne populacije ograničene veličine ili niske genetske raznolikosti. Ovo populacijsko usko grlo tijekom prve kolonizacije kestenove ose šiškarice upućuje na samo jedan slučaj unosa s nekoliko jedinki (mala osnivačka populacija). U slučaju višestrukog unosa i/ili velike osnivačke populacije, genetska varijabilnost brzo bi se povećala.

Jedan od najučinkovitijih načina savladavanja manja niskih gustoća populacije spojenih s niskom genetskom raznolikostju je partenogeneza. Aseksualni način razmnožavanja je vrlo prilagodljiv, jer dozvoljava malim populacijama da se brzo šire i učinkovito iskoristišavaju ograničene resurse. Zbog toga je logično pretpostaviti da je kestenova osa šiškarica, koja se razmnožava partenogenetski, iskoristila tu biološku osobinu kako bi kompenzirala populacijsko usko grlo tijekom unosa i širenja osnovnih populacija u Italiji. Širenje, nakon unosa, neke invazivne vrste određeno je njezinom evolucijskom prilagodljivosti ili plastičnosti u novom području. Evolucijska prilagodljivost olakšava širenje vrste, posebice kada postoji dovoljno genetske varijabilnosti unutar populacije invazivne vrste, kako bi došlo do procesa prirodne selekcije. No to je i paradox: kako može invazivna vrsta s populacijskim uskim grлом biti uspješna kada su takve vrste vrlo osjetljive na izumiranje? Gubitak genetske raznolikosti tijekom kolonizacije već je primijećena kod invazivnih vrsta, no niti u jednom slučaju nije došlo do prekida takve invazije (daljnje širenje). Na temelju rezultata ovoga istraživanja, kestenova osa šiškarica može se uključiti u takve primjere uspješnih invazija bez obzira na nisku genetsku raznolikost prilikom unosa. Za manje od deset godina ovaj se štetnik proširio od mjesta unosa u Italiji na više europskih zemalja (Francuska, Slovenija, Švicarska, Hrvatska, Nizozemska, Austrija, Mađarska) prevativši udaljenost od 1200 km prema jugu (Sicilija) i 750 km prema istoku (Hrvatska). Na naše iznenadenje, ova ekspanzija uspješno je obavljena samo s jednim haplotipom mtDNK, istovjetnom onome koji je i unesen u Europu. Činjenica da je haplotip koji se proširio na području istraživanja isti kao i onaj najčešći u Kini, nameće hipotezu o univerzalnom genotipu prilagođenom različitim uvjetima okoliša. Populacijsko usko grlo nije utjecalo na sposobnost kestenove ose šiškarice da se udomaći i munjevitno širi Europom. Aseksualno razmnožavanje, fenotipska plastičnost zajedno s brzim širenjem uz pomoć čovjeka, nedostatak prirodnih neprijatelja i široka dostupnost biljke domaćina, odredili su smjer i opseg invazije kestenove ose šiškarice u Europi. Primjena molekularnih metoda za objašnjavanje genetske varijabilnosti ovog invazivnog štetnika dala je informacije ne samo o njegovom unisu, nego i širenju. Rezultati ovoga istraživanja mogu se koristiti kako bi se bolje razumjeli mehanizmi kako partenogenski organizmi mogu postati ozbiljni štetnici i bez dovoljne genetske varijabilnosti.

---

**KLJUČNE RIJEČI:** kestenova osa šiškarica, invazivni štetnik, širenje nakon unašanja, populacijsko usko grlo

# COMPARISON OF ALL SEASON AND STANDARD TYPE OF ECOLURE® DISPENSER EFFICACY IN TRAP CATCHES OF EUROPAEAN SPRUCE BARK BEETLE (*Ips typographus* (L.))

USPOREDBA UČINKOVITOSTI CIJELOSEZONSKOG I STANDARDNOG FEROMONA ECOLURE® U ULOVIMA SMREKINOG PISARA (*Ips typographus* (L.))

Oto NAKLÁDAL<sup>1</sup>, Petr ŠENFELD<sup>1</sup>, Milivoj FRANJEVIĆ<sup>2</sup>, Hana UHLÍKOVÁ<sup>1</sup>

## Summary:

*I. typographus* is the most serious pest of spruce forests in Eurasia. Pheromone traps are usually used in forest protection against this pest. In this study, two types of pheromone dispensers (ECOLURE CLASSIC and ECOLURE MEGA) were compared in terms of its efficiency in 2010. ECOLURE CLASSIC were capturing averagely more beetles in compare of all season dispense ECOLURE MEGA during all season. No statistic difference was recorded only during first 10 days of the season. In the rest of season (next 123 days) the ECOLURE CLASSIC captured statistically more beetles then ECOLURE MEGA. That is why, type and quality of pheromone dispenser significantly influences the number of trapped beetles to the pheromone traps.

KEY WORDS: efficiency, pheromone dispenser, ECOLURE, *Ips typographus*

## Introduction

### Uvod

The spruce bark beetle *Ips typographus* is the most damaging insect attacking spruce forests (*Picea abies* (L., 1753) Karsten, 1881) in Eurasia (Christiansen and Bakke, 1988). With regard to forest protection, the last two decades in Central Europe was marked by the storms "Vivian/Wiebke" in February/March 1990, "Lothar" in December 1999 and "Kyrill" in January 2007. All events were disastrous and gave

rise to an enormous propagation of the European spruce bark beetle (*Ips typographus* /L./) in the affected spruce forests (Engesser et al., 2002; Flot et al., 2002; Schröter et al., 2002; Berec et al., 2013).

Adult beetles of *I. typographus* emerge from the forest litter and tree bark on warm spring days and fly to stressed host trees. These bark beetles use an aggregation pheromone to attract more individuals of the same species to the tree for the purpose of weakening the tree and mating. The pheromone attracts both sexes. The attracted males join the attack

<sup>1</sup>Doc. Ing. Oto Nakládal, Ph.D., Ing. Petr Šenfeld, Ing. Hana Uhlíková, Ph.D., Department of Forest Protection and Entomology, Faculty of Forestry and Wood Sciences, Czech University of Life Sciences Prague

<sup>2</sup>Dr. sc. Milivoj Franjević, Department of Forest Protection and Wildlife Management, Faculty of Forestry, University of Zagreb

Corresponding author: Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, 165 21 Praha 6-Suchdol, Česká republika; tel.: +420 224 383 738, fax: +420 224 383 738, e-mail: nakladal@fld.czu.cz

and secure an area for mating and oviposition. This area consists of a hole and a chamber beneath the bark known as a "nuptial chamber". The females construct a tunnel ("maternal gallery") beneath the nuptial chamber in which to lay eggs. In all species of the *Ips* genus, several females (usually two or three) join each male in his nuptial chamber (Wermelinger, 2004). At lower elevations, overwintering *I. typographus* beetles emerge in April/May and produce one or two generations of offspring per year with the main peaks of bark beetle emergence in July and August/September. At elevations above 1,000 m a.s.l., this species produces only one generation of offspring per year (Wermelinger, 2004). Trap trees using and removing of infested logs from the forests are basic tools of the forest protection against *Ips typographus* during these days. Also pheromone traps are massively used for these purposes in spite of their still discussed efficiency by many authors (e.g Dimitri et al., 1992; Lobinger and Skatulla, 1996; Wichmann and Ravn, 2001). Some authors show that only 3–10 % of bark-beetle population may be trapped by using of high density of the pheromone traps (Weslien and Lindelöw, 1990; Lobinger and Skatulla, 1996). Their potential efficiency can be furthermore decrease by capturing of predators of the beetles. Some special construction of pheromone traps was suggested for reducing of this negative effect (Martin et al., 2013) for related species of *I. sexdentatus* (Börner, 1776). Also type of wrapper play very significant role in number of trapped beetle (Nakládal and Sova, 2010). Bakke et al. (1989) discovered that pheromone dispensers containing methylbutenol, (–) cis-verbenol and ipsdienol, which are the three components of the *Ips typographus* pheromone, retained their effectiveness for 8 years when they are stored in sealed aluminium bags in an unheated room in the cellar of a storehouse.

A key component of the lures for pheromone traps is cis-verbenol (e.g. Jakuš and Blaženec, 2002). Many types of pheromone dispensers (based on this component) with different efficiency are in the market during these days. E.g., Zahradník et al. (1990) compared efficiency of PHEROPRAX and IT ETOKAP. Holuša et al. (2010) compared efficiency of ID Ecolure, Pheagr IDU and Duplodor for the double spined bark beetle (*Ips duplicatus* /C.R. Sahlberg, 1836/). Jakuš and Šimko (2000) compared IT ECOLURE (with 6 different levels of release rates) and PHEROPRAX at pheromone trap barriers.

In last time, the all season pheromone dispensers begin offered in the market. Eg., guaranteed efficiency of 18–20 weeks is declared for both ECOLURE TUBUS and ECOLURE MEGA. These dispensers do not require additional opening dispenser bag and also their replacement. This strong advantage may be counterbalanced by their obvious low efficiency (Nakládal and Sova, 2010). Basic difference between classic ECOLURE CLASSIC and all season ECOLURE TUBUS dispenser is only in type of releasing wrapper.

Effective compounds are packed in classic clipping bag in case of ECOLURE CLASSIC, and in special gauzy plastic tube with free filling in case of ECOLURE TUBUS. ECOLURE MEGA tested in this experiment has similar construction like ECOLURE CLASSIC.

The aim of this study is to compare the efficiency of ECOLURE MEGA (all season dispenser) and efficiency of ECOLURE CLASSIC (standard dispenser).

## Material and methods

### Materijali i metode

The efficiency of the standard (ECOLURE CLASSIC) and all season (ECOLURE MEGA) pheromone dispensers was evaluated in this experiment in 2010. ECOLURE MEGA has guaranteed efficiency of 18–20 weeks. This time was taken like comparing of efficiency of the ECOLURE CLASSIC (with efficiency of 5 weeks after first clip of wrapping bag, second clip prolong efficiency by next 7–10 days). IT ECOLURE CLASSIC (rank 080411) and IT ECOLURE MEGA (rank 080411) were used for the test. Both are pheromone dispensers on *Ips typographus* compounding from (S)-cis-verbenol (3 %), alcohols and solvents (85.2 %) and synergic components (11.8 %). ECOLURE CLASSIC has 2.5 g of effective compounds and ECOLURE TUBUS has 3 g in comparison.

The study was made in commercial forests near the Písek city (south Bohemia – Czech Republic) in Záhoří management-plan area sited near the Záhoří village (Loc: 49°21'1"N, 14°12'1"E). Twenty pairs of Theysohn type of pheromone traps (one trap in pair with ECOLURE MEGA and one with ECOLURE CLASSIC dispenser) were installed to the forest complex with average age of 90 year and 70 % of spruce portion of surrounding forests. Exact data and position of all pairs of traps are mentioned in table 1.

Pheromone traps were positioned on clear-cuts in 15 m distances from the forest edge (in according with commanding of pheromone dispenser producer). Distance of traps in pair was 70 m by following way that both were placed on stand wall oriented on the same cardinal point. Strongly weedy places were measured by herbicides 1.5 m around the trap.

The comparing duration of experiment was 133 days in 2010. The experiment was finish in guaranteed efficiency term of ECOLURE MEGA (18–20 weeks = 126–140 days). Pheromone traps were lured at 1<sup>st</sup> May by pheromone dispensers. Traps were checked every 10 days approximately to the 10<sup>th</sup> September (exact date of sampling: 10<sup>th</sup> May, 20<sup>th</sup> May, 30<sup>th</sup> May, 12<sup>th</sup> June, 22<sup>nd</sup> June, 2<sup>nd</sup> July, 12<sup>th</sup> July, 22<sup>nd</sup> July, 1<sup>st</sup> August, 11<sup>th</sup> August, 21<sup>st</sup> August, 31<sup>st</sup> August, 10<sup>th</sup> September).

The first bag with efficiency substance of ECOLURE CLASSIC was more opened by scissors in 5<sup>th</sup> June and replaced by second one in 12<sup>th</sup> July. The second was more opened 17<sup>th</sup> June and replaced by third one in 22<sup>nd</sup> July. The third

**Table 1.** Position parameters of centers all pairs of traps, stand no., spruce portion ( % ) and age of surrounding stand.  
**Tablica 1.** GPS koordinata između kloplki, ime sastojine, dob sastojine, udio smreke ( % ) u sastojini.

pair of traps no. parovi kloplki	stand no. pozicija	age starost	Spruce portion in stand ( % ) udio smreke u sastojini ( % )	GPS position of traps (centre between them) GPS koordinata kloplki (središte između kloplki)
1	951 A 11	105	85	49°23'4.461"N; 14°10'41.623"E
2	951 D 9	89	80	49°23'4.604"N; 14°10'38.992"E
3	951 D 9	89	80	49°23'1.095"N; 14°10'28.337"E
4	951 B 10	100	80	49°22'56.441"N; 14°10'11.352"E
5	951 E 11	105	80	49°22'56.878"N; 14°10'27.316"E
6	952 B 5	50	50	49°22'2.69"N; 14°11'34.321"E
7	952 F 6	52	65	48°21'28.259"N; 14°11'23.879"E
8	952 G 6	52	70	49°21'26.798"N; 14°11'32.628"E
9	952 G 6	52	70	49°21'23.214"N; 14°11'34.372"E
10	953 E 11	108	80	49°20'53.196"N; 14°11'38.778"E
11	953 E 11	108	80	49°20'54.114"N; 14°11'35.988"E
12	953 D 9	87	50	49°21'2.435"N; 14°11'30.994"E
13	952 D 13	130	45	49°21'41.272"N; 14°11'23.12"E
14	954 E 11	110	90	49°22'21.087"N; 14°14'31.851"E
15	954 G 6	55	60	49°22'8.318"N; 14°14'45.139"E
16	954 F 6	55	55	49°22'17.632"N; 14°14'28.483"E
17	954 A 11	110	85	49°22'39.012"N; 14°14'59.349"E
18	954 B 10	98	95	49°22'27.623"N; 14°15'10.879"E
19	953 A 14	137	56	49°21'17.94"N; 14°11'39.366"E
20	955 C 10	98	90	49°20'9.828"N; 14°15'27.385"E

one was more opened in 26<sup>th</sup> August and replaced by fourth in 31<sup>st</sup> August which was not more opened late. Number of trapped beetles was counted in accuracy of 1 beetle. In case of numerous samples (more the 35 beetles), the calibrated glass cylinder was used for this purpose (1 ml of beetles = 35 specimens of *I. typographus*).

Software STATISTICA 9.1 was utilized to the data analysis. The following procedure was made repeatedly for each check. At first, the differences of trapped beetles (ECOLURE CLASSIC – ECOLURE MEGA) in each pair of traps were calculated. The normality of the differences was tested by Shapiro-Wilk W test. Convenient transformation function was applied on origin data to remove non-normality from the differences. T-test for dependent samples was used on such data. Wilcoxon matched pairs test was applied on data where didn't find convenient transformation function.

Relative efficiency was calculated for each checking like rate of number trapped beetles to the trap lured by ECOLURE CLASSIC divided by number of beetles trapped to the trap lured by ECOLURE MEGA (C/M index).

All trapped beetles were continuously fixed in ethyl-alcohol in one container for each type of dispenser separately during all season. One hundred beetles from each container were sampled to examination of male portion. Sexes were

determined with use to dissection of genitals. Character of obtained data doesn't allow statistic testing of this part of research.

## Results

### Rezultati

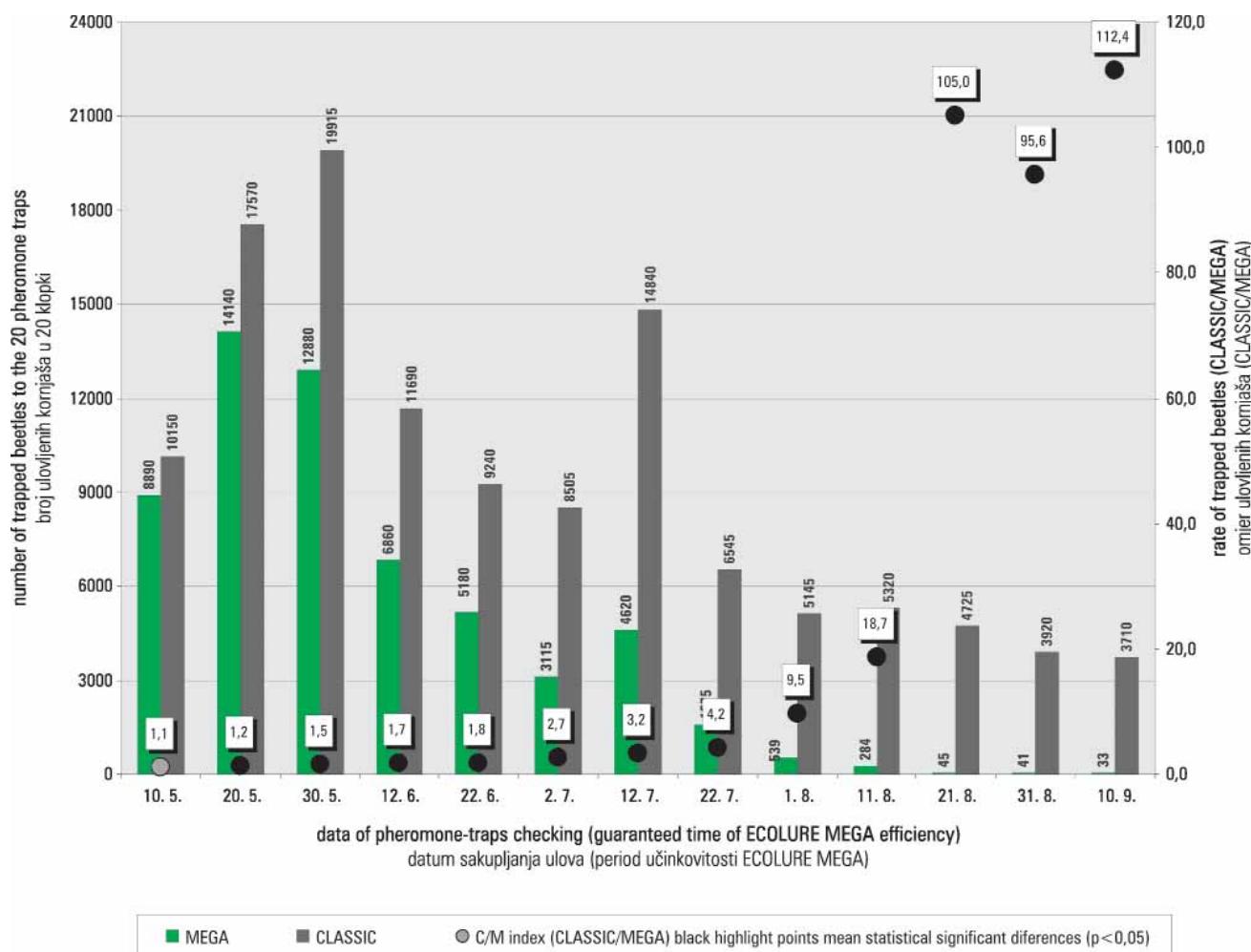
#### Prikljuni podaci

During the whole season 179,477 beetle were trapped to the all 40 pheromone traps. 32 % of all were captured to the pheromone traps lured by ECOLURE MEGA and 68 % to the traps lured by ECOLURE CLASSIC. It means that ECOLURE CLASSIC was 2.1 times more effective then ECOLURE MEGA.

Total numbers of trapped beetles for each checking and both types of dispensers is presented on Fig. 1. The figure show usual course of number trapped beetles. There are two obvious peaks representing peaks of spring (May 20<sup>th</sup>) and of summer (July 12<sup>th</sup>) swarming.

#### Usporedba učinkovitosti

The traps lured by ECOLURE CLASSIC captured always more count of beetles than ECOLURE MEGA (from 1.1 to 112.4 times more – see Fig. 1 on C/M index). Differences



**Figure 1.** Trapped beetles results with ECOLURE CLASSIC and ECOLURE MEGA dispensers during the season of beetle flight activity. Guaranteed effective duration of ECOLURE MEGA represents X axis (18–20 weeks) (19 weeks are on X axis in fig. 1).

**Slika 1.** Rezultati ulova kornjača na ECOLURE CLASIC i ECOLURE MEGA raspršivačima tijekom perioda praćenja. Jamčena učinkovitost ECOLURE MEGA raspršivača predstavljena je osi X (18–20 tjedana) (19 tjedana je na osi X u Fig.1).

between number of trapped beetles were statistically significant except for only the first checking ( $\alpha = 0.05$ ) – see Tab. 2. During spring swarming (checking May 10<sup>th</sup> to July 2<sup>nd</sup>) ECOLURE CLASSIC trapped 1.1–2.7 times more. The relative efficiency of ECOLURE CLASSIC continuously weakly grew in this period.

In contrary, relative efficiency swiftly very grew during second swarming (July 2<sup>nd</sup> to October 10<sup>th</sup>). ECOLURE CLASSIC trapped from 2.7 to 112.4 times more beetles in compare with ECOLURE MEGA.

Convenient transformation function for satisfy to parametric test assumption and statistical evaluations including p-values for all checks are presented in Tab. 2.

#### Istraživanje omjera spolova

The efficacy from this point of view was the same for both of dispensers' type. In both samples were recorded 92 female and 8 males. This data was not tested due to missing differences between these results.

#### Discussion

##### Rasprava

Two obvious generations per year was recorded during the survey season in this paper alike as recorded Nakládal and Sova (2010). This is common in Central Europe, except at higher elevations (Wermelinger and Seifert, 1999).

Overall, the results show that all season ECOLURE MEGA dispenser is not suitable in comparing with ECOLURE CLASSIC in common forestry conditions. These result strictly corresponded with conclusions published by Nakládal and Sova (2010), which tested ECOLURE CLASSIC in comparison to other type of all season pheromone dispenser ECOLURE TUBUS. In both of these studies, ECOLURE CLASSIC trapped always more beetles then all season types dispensers during the trapping season. The relative efficiency of ECOLURE CLASSIC went slowly up (moving from 1.1 to 2.7) during the spring swarming. Nakládal and Sova (2010) recorded rapid shrinkage of all season dispenser efficiency during second swarming (moving from

**Table 2.** Statistical analysis for each sample. TT – t-test for dependent samples, WT – Wilcoxon matched pairs test; W – Shapiro-Wilk W test. P-values lower than 0.05 are highlighted.

**Tablica 2.** Podaci statističke obrade za svaki uzorak. TT – t-test za ovisne uzorke, WT – Wilcoxon test sparenih uzoraka; W – Shapiro-Wilk W test. P – vrijednosti manje od 0.05 označene su masnim tiskom.

Date of checking datum sakupljanja ulova	Transformational function ( $x_t$ ) transformacijska funkcija ( $x_t$ )	normality (W test) p-values normala (W test) p-vrijednost	Statistical differences (type of test) statistička razlika (tip testa)	Statistical differences p-values statistička razlika p-vrijednost
10 <sup>th</sup> May	$x_t=x$	0.018977	WT	0.083231
20 <sup>th</sup> May	$x_t=x$	0.000359	WT	0.006634
30 <sup>th</sup> May	$x_t=x$	0.000222	WT	0.000089
12 <sup>th</sup> June	$x_t=\log(x)$	0.310844	TT	0.000000
22 <sup>nd</sup> June	$x_t=x$	0.531707	TT	0.000001
2 <sup>nd</sup> July	$x_t=x$	0.031095	WT	0.000089
12 <sup>th</sup> July	$x_t=x$	0.61970	TT	0.000000
22 <sup>nd</sup> July	$x_t=x^2$	0.701537	TT	0.000000
1 <sup>st</sup> August	$x_t=x$	0.762556	TT	0.000000
11 <sup>th</sup> August	$x_t=x$	0.861196	TT	0.000000
21 <sup>st</sup> August	$x_t=x$	0.138660	TT	0.000000
31 <sup>st</sup> August	$x_t=\log(x+1)$	0.918438	TT	0.000000
10 <sup>th</sup> September	$x_t=x$	0.664624	TT	0.000000

2.7 to 36.6 times lower). In the present study, the rapid efficiency shrinkage of all season dispenser was much more progressive (moving from 2.7 to 112.4 times lower). That is why ECOLURE MEGA should be considered as comparably less efficient type of all season dispenser then ECOLURE TUBUS.

Number of trapped beetles strongly depend on many environmental factors and local conditions, such as temperature, exposition, sun exposure and others (Lobinger, 1995). We highly eliminated influence of these factors during the study by type of used statistic test. Furthermore, the position of all traps was exactly the same as used Nakládal and Sova (2010) in 2008. But all 20 traps lured by the standard dispenser (ECOLURE CLASSIC) by Nakládal and Sova (2010) in 2008 were lured by the all season dispenser (ECOLURE MEGA) in this experiment. And vice versa, all 20 traps lured by the all season dispenser (ECOLURE TUBUS) in 2008 were lured by the standard dispenser (ECOLURE CLASSIC) in this experiment. This methodology supported correctness of data interpretation of both studies and show that all season dispensers are much less effective then standard dispensers.

Low number of trapped beetles closely corresponds with lower pheromone released level to the environment (and it immediately after the season beginning). This fact relate with higher portion of males in trapped sample and others problems reviewed by Nakládal and Sova (2010).

Interesting is very low average portion of male (8 % only) for both of type of dispensers. Many authors discuss factors influenced male portion in catches. The sex ratio of beetles caught can vary according to the trap type (Bakke et al., 1983), different sex behavior during the tree colonization (Byers, 1983), pheromone mixture and its different release level of (4S)-cis-verbenol (Jakuš and Blaženec 2002). Portion of male may be influenced also by present males in environment. Although some authors indicate a percentage of *I. typographus* males after egg hatching of about 50 % (Merker and Wild 1954; Annila, 1969) and sex ratio of emerging beetles 1:1 (Botterweg, 1982), some study show population density depending sex ratio (Annila, 1971; Lobinger, 1996). Portion of captured males in pheromone traps usually vary about 35 %. Botterweg (1982) indicate 30.6 %, Zumr (1982) 39 %, Faccoli and Buffo (2004) 33.1 % respectively 37.7 % in two years experiment. Eight percent, recorded in this study, is extremely low value which is not possible to satisfactorily explain.

## Conclusion

### Zaključak

Efficiencies of standard (ECOLURE CLASSIC) and all season dispensers (ECOLURE MEGA) were compared. Both dispensers contains the same chemical components, on the other hand they have different packs. All season dispensers (ECOLURE MEGA) trapping less beetles in compare of ECOLURE CLASSIC immediately after their setting dispensers in the forest.

Statistical difference of number trapped beetles was non significant during only the first checking (only first 10 days) and then was highly significant (next 123 days).

Generally, ECOLURE all season dispensers trapping lower count of beetles in compare of classic dispenser (ECOLURE CLASSIC). ECOLURE all season dispenser may be usable in inaccessible terrains (etc.) where we assume checking period exceed 50 days. They are weakly effective 60 days after the setting on and practically non-effective later. The ECOLURE all season dispensers have from 36.6 to more over 100 times lower recorded efficiency in the end of declared efficiency in compare with ECOLURE CLASSIC.

## Acknowledgements

### Zahvala

This paper was written in the framework of the research project CIGA No. 20124310 (Czech University of Life Sciences Prague) "Prognostic model for identification of nun moth (*Lymantria monacha* /L./) outbreaks in expected climatic changes in the Czech Republic". We are also obliged to Jaroslav Sova (Svatonice, Czech Republic).

## References

### Literatura

- Annila, E., 1969: Influence of the temperature upon the development and voltinism of *Ips typographus* L. (Coleoptera, Scolytidae). *Annales Zoologici Fennici*, 6: 161–207.
- Annila, E., 1971: Sex-ratio in *Ips typographus* L. (Col., Scolytidae). *Annales Entomologici Fennici*, 37: 7–14.
- Bakke, A., T. Saether, O. Austara, 1989: Response by *Ips typographus* to Pheromone Dispensers Stored for 8 Years. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 4(1–4): 393–394.
- Bakke A., T. Saether, T. Kvamme, 1983: Mass trapping of the spruce bark beetle *Ips typographus*. Pheromone and trap technology. *Meddelelser fra Norsk Institutt for Skogforskning*, 38: 1–35.
- Berec L., P. Doležal, M. Hais, 2013: Population dynamics of *Ips typographus* in the Bohemian Forest (Czech Republic): Validation of the phenology model PHENIPS and impacts of climate change. *Forest Ecology and Management*, 292: 1–9.
- Botterweg, P. F., 1982: Dispersal and flight behaviour of the spruce bark beetle *Ips typographus* in relation to sex, size and fat content. *Zeitschrift Fur Angewandte Entomologie – Journal of Applied Entomology*, 94(5): 466–489.
- Byers, J. A., 1983: Sex-specific responses to aggregation pheromone: regulation of colonization density in the bark beetle *Ips paraconfusus*. *Journal of Chemical Ecology*, 9(1): 129–142.
- Christiansen E., A. Bakke, 1988: The spruce bark beetle of Eurasia. In: A. A. Berryman (ed.), *Dynamics of forest insect populations*, Plenum Publishing Corporation, 479–503, New York and London.
- Dimitri, L., U. Gebauer, R. Lösekrug, O. Vaupel, 1992: Influence of mass trapping on the population dynamic and damage-effect of bark beetles. *Journal of Applied Entomology*, 114: 103–109.
- Engesser, R., B. Forster, F. Meier, O. Odernatt, 2002: Waldschutzsituation 2001 in der Schweiz. *Allg. Forst Z. Waldwirtsch. Umweltvorsorge*, 57(7): 365–366.
- Faccoli M., E. Buffo, 2004: Seasonal variability of sex-ratio in *Ips typographus* (L.) pheromone traps in a multivoltine population in Southern Alps. *Journal of Pest Science*, 77(3): 123–129.
- Flot, J. L., J. Poirot, J. C. Reuter, A. Demange-Jaouen, 2002: La santé des forêts dans le nord-est, bilan 2001. *Dép. santé des forêts Échelon Techn. Interrég. Nord-Est. Inform. Techn.*, Nancy Cedex, vol. 38.
- Holuša, J., W. Grodzki, K. Lukášová 2010: Comparison of the pheromone dispensers ID Ecolure, Pheagr IDU and Duplodor for the double spined bark beetle (*Ips duplicatus*). *Sylwan*, 154(6): 363–370.
- Jakuš, R., M. Blaženec, 2002: Influence of proportion of (4S)-cisverbenol in pheromone bait on *Ips typographus* (Col., Scolytidae) catch in pheromone trap barrier and in single traps. *Journal of Applied Entomology*, 126(6): 306–311.
- Jakuš, R., J. Šimko, 2000: The use of dispensers with different release rates at pheromone trap barriers for *Ips typographus*. *Journal of Pest Science*, 73(2): 33–36.
- Lobinger, G., 1995: Einsatzmöglichkeiten von Borkenkäferfallen. *Allg. Forst Z. Waldwirtsch. Umweltvorsorge*, 50: 198–201.
- Lobinger, G., 1996: Variations in sex ratio during an outbreak of *Ips typographus* (Col., Scolytidae) in southern Bavaria. *Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz*, 69(3): 51–53.
- Lobinger, G., U. Skatulla, 1996: Untersuchungen zum Einfluss von Sonnenlicht auf das Schwärzerverhalten von Borkenkäfern. *Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz*, 69: 183–185.
- Martin, A., I. Etxeberria, G. Perez, G. Alvarez, E. Sanchez, J. Pajares 2013: Modified pheromone traps help reduce bycatch of bark-beetle natural enemies. *Agricultural and Forest Entomology*, 15(1): 86–97.
- Merker, E., M. Wild, 1954: Das Reifen der Geschlechtsdrüsen beim grossen Fichtenborkenkäfer und sein Einfluss auf das Verhalten der Tiere. *Beiträge zur Entomologie*, 4: 451–468.
- Nakládal, O., J. Sova, 2010: Comparison of two types of ECOLURE lure on *Ips typographus* (L.) (Coleoptera: Scolytidae). *Journal of Forest Science*, 56(12): 609–613.
- Schroöter, H., et al., 2002: Waldschutzsituation 2001/2002 in Baden-Württemberg. *Allg. Forst Z. Waldwirtsch. Umweltvorsorge*, 57: 330–332.
- Wermelinger, B., 2004: Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus* – a review of recent research. *Forest Ecol. Manag.*, 202(1–3): 67–82.
- Wermelinger, B., M. Seifert, 1999: Temperature-dependent reproduction of the spruce bark beetle *Ips typographus*, and analysis of the potential population growth. *Ecological Entomology*, 24(1): 103–110.
- Weslien, J., Å. Lindelöw, 1990: Recapture of marked spruce bark beetles (*Ips typographus*) in pheromone traps using area-wide mass trapping. *Canadian Journal of Forest Research*, 20(11): 1786–1790.
- Wichmann, L., H. P. Ravn, 2001: The spread of *Ips typographus* (L.) (Coleoptera, Scolytidae) attacks following heavy windthrow in Denmark, analysed using GIS. *Forest Ecology and Management*, 148(1–3): 31–39.
- Zahradník, P., M. Knížek, P. Kapitola, A. Rodziewicz, A. Kolk, 1990: Porovnání účinnosti používaných typů feromonových odpárníků k lákání lýkožrouta smrkového (*Ips typographus* L.). *Zprávy lesnického výzkumu*, 35(4): 23–27.
- Zumr, V., 1982: On the sex-ratio of *Ips typographus* (L.) (Coleoptera, Scolytidae) in pheromone traps (in German). *Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz*, 55: 68–71.

## Sažetak:

U današnje vrijeme glavni način zaštite od smrekinog pisara *Ips typographus* L. je postavljanje lovnih stabala i njihovo pravovremeno uklanjanje iz šume. Isto tako feromonske klopke često se koriste kao sredstvo zaštite unatoč njihovoj dvojbenoj učinkovitosti (npr. Dimitri et al. 1992; Lobinger, Skatulla 1996; Wichmann, Ravn 2001). Neki su autori pokazali da samo 3–10 % populacije potkornjaka može biti ulovljeno kod visokog broja korištenih feromonskih klopki (Weslien, Lindelöw 1990; Lobinger, Skatulla 1996). Ključna komponenta mamaca za smrekinog pisara je cis-verbenol (e.g. Jakuš, Blaženec 2002), a na današnjem tržištu prisutno je puno različitih tipova feromonskih raspršivača koji se baziraju na ovoj aktivnoj komponenti. U broju ulovljenih potkornjaka značajnu ulogu ima i oblik ampule feromonskog sredstva (Nakladal, Sova 2010). U posljednje vrijeme na tržištu je prisutno sve više cijelosezonskih feromonskih raspršivača sa zajamčenim periodom djelotvornosti od 18–20 tjedana za ECOLURE TUBUS i ECOLURE MEGA. Ovi raspršivači ne zahtijevaju dodatno mijenjanje ili otvaranje tijekom sezone lova. Ove prednosti raspršivača mogu biti umanjene slabim učinkom (Nakladal, Sova 2010). Temeljna razlika između ECOLURE CLASSIC i ECOLURE TUBUS raspršivača je u tipu otpuštanju omota. ECOLURE MEGA testiran u ovom istraživanju ima sličnu konstrukciju kao ECOLURE CLASSIC. U ovom istraživanju uspoređivani su feromonski raspršivači ECOLURE CLASSIC i cijelosezonski ECOLURE MEGA. ECOLURE MEGA ima zajamčenu učinkovitost od 18 do 20 tjedana. Istraživanje je provedeno na lokaciji Pisek južna Češka u području smrekove kulture Zahori ( $49^{\circ}21'01''N$ ,  $14^{\circ}12'01''E$ ) u razdoblju od 1. svibnja 2010. godine do 10. rujna 2010. godine. Tijekom 133 lovna dana korišteno je 20 parova Theyson klopki, od kojih je jedna klopka unutar para bila kompletirana s ECOLURE CLASSIC raspršivačem, a jedna ECOLURE MEGA. Klopke su bile postavljene na sjećinama 15 metara od ruba šume i udaljenosti 70 metara između klopki istog para. Korov oko klopki bio je tretiran herbicidima. Svakih deset dana vršeno je sakupljanje uzoraka iz klopki u navedenom razdoblju. Prebrojavanje potkornjaka vršeno je pojedinačno, a kod većih uzoraka korištena je volumetrijska metoda  $1\text{ mL}=35$  smrekinih pisara. U ulovima potkornjaka vršeno je i određivanje omjera spolova pomoću disekcije genitalija. Statistička obrada podataka izrađena je pomoću softwarea STATISTICA 9.1. S obzirom na dobivene ulove i distribucije podataka korišteni su Shapiro-Wilk W test, T-test i Wilcoxon test poklapajućih parova. Tijekom cijele lovne sezone ulovljeno je 179 477 potkornjaka u 40 feromonskih klopki, 32 % od tog ulova uhvaćeno je raspršivačem ECOLURE MEGA, a 68 % ECOLURE CLASSIC. Potpuni ulovi potkornjaka prikazani su na Fig. 1., a transformacijske funkcije koje zadovoljavaju parametar statističkih testova u Tab.2. Uspoređujući učinkovitost ulova u proljetnom dijelu rojenja (od 10. svibnja do 2. srpnja) ECOLURE CLASSIC imao je 1.1–2.7 puta više ulova. U periodu ljetnog rojenja (2. srpnja do 10. listopada) ECOLURE CLASSIC imao je od 2.7 do 112.4 puta više ulova od ECOLURE MEGA Tab 2. Kod omjera spolova učinkovitost oba tipa raspršivača bila je podjednaka 92 % ženki i 8 % mužjaka. Tijekom ovog istraživanja uočene su dvije generacije smrekinog pisara, što je normalno u središnjoj Europi osim na većim nadmorskim visinama (Wermelinger, Seifert 1999). Sveukupni zaključak koji proizlazi iz ovog istraživa je da cijelogodišnji raspršivač ECOLURE MEGA u usporedbi s raspršivačem ECOLURE CLASSIC nije pogodan za uporabu u uobičajenim uvjetima šumarstva. Slični rezultati dobiveni su u usporedbi cijelogodišnjeg raspršivača ECOLURE TUBUS i ECOLURE CLASSIC (Nakládal and Sova 2010.). U ovom istraživanju učinkovitost ECOLURE MEGA raspršivača je naglo padala (od 2.7 do 112.4 puta) u odnosu na ECOLURE CLASSIC, za razliku od usporedbe ECOLURE TUBUS koji je tijekom drugog rojenja imao pad učinkovitosti (od 2.7 do 36.6 puta) u odnosu na ECOLURE CLASSIC (Nakládal and Sova 2010.). To govori da je ECOLURE MEGA nešto lošiji tip raspršivača od ECOLURE TUBUS raspršivača. Moguće utjecaje na ulov zbog pozicije klopki isključili smo promjenom pozicije cijelogodišnjih raspršivača na poziciju kontrolnih klopki i obratno. Slabi ulovi u klopkama su u korelaciji sa slabim otpuštanjem feromona u okolinu, a to se uočava po većem broju ulovljenih mužjaka i drugim problemima prikazanim u istraživanju iz 2010 (Nakládal and Sova 2010.).

**KLJUČNE RIJEČI:** učinkovitost, feromonski raspršivači, ECOLURE, *Ips typographus*



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

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

**Članovi Komore:**

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

**Stručni poslovi (Zakon o HKIŠDT, članak 1):**

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

**Javne ovlasti Komore:**

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

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

**Ostali poslovi koje obavlja Komora:**

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

# BETWEEN COMPROMISE AND CONSENSUS IN GROUP DECISIONS IN FOREST MANAGEMENT

## GRUPNO ODLUČIVANJE U UPRAVLJANJU ŠUMAMA: IZMEĐU KOMPROMISA I KONSENZUSA

Petra GROŠELJ, Lidija ZADNIK STIRN<sup>1</sup>

### Summary:

Forest management has become increasingly complex since economic profit became only one of several important management objectives. Considering a diverse set of goals requires the use of multi-criteria decision making. When the only goal was to maximize timber production, the planning process often involved only one decision maker: the forest owner. In the last 20 years, however, planning has changed to include the interests of multiple stakeholders, including local communities, public representatives, hunters, environmentalists, and recreationists, each of which has different knowledge, experiences, prospects, and interests. The formation of a group of stakeholders can be based on participatory planning. The main challenge in group decision making is to resolve the conflict of the group's objectives and preferences. Aggregating individual preferences is not only a mathematical problem but also a philosophical one. We present the analytic hierarchy process as suitable multi-criteria method, which has been already applied in areas such as forestry and harvest scheduling, biodiversity conservation, regional planning, and forest sustainability. A case study of the forest area at Pohorje, a mountainous area in northern Slovenia, was conducted in order to implement the described theoretical findings. The aim of the study was to select the optimal alternative for Pohorje development. We identified five possible alternatives based on indicators of sustainability. The alternatives were compared by several stakeholders according to the results of a SWOT analysis performed at a workshop of stakeholders, who discussed individual chapters of forest management scenarios. The results of the analysis show that the alternative benefits for people, which takes into account all of Pohorje's important aspects, is the most appropriate for Pohorje development.

**KEY WORDS:** forest management; multi-criteria decision making; analytic hierarchy process, group decision making, compromise, consensus, Pohorje, Slovenia

### Introduction

#### Uvod

Ever since economic profit ceased to be its only important objective, forest management has become more complex. Socio-cultural and ecological values of forests are now si-

gnificant goals of many forest landowners and stakeholders. Forests provide a wide range of benefits, including tourism, recreation, hunting, biodiversity, non-timber products, educational opportunities, regulation of climate conditions, and aesthetic value, in addition to timber production. The pre-

<sup>1</sup> Dr. Petra Grošelj, Prof. dr. Lidija Zadnik Stirn, University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, Slovenia, petra.groselj@bf.uni-lj.si, lidija.zadnik@bf.uni-lj.si

sence of multiple objectives and subjective preferences often determine the solution of the problem to be better-or-worse and not true-or-false (Nordström 2010).

To develop better solutions in sustainable forest management, it is almost essential to include a group of decision makers rather than one decision maker. Stakeholders, rather than the general public, most often participate in the process, as interested organizations, groups, or individuals. Thus, they choose to be active partners in the decision making (Rowe and Frewer 2000).

The power that stakeholders possess in the participatory process can vary substantially and has been described using a ladder of participation (Arnstein 1969, Macpherson 2004). The extent of the power can vary from nonparticipation, where the agency or the owner decides alone, to a level at which people are informed of the decisions without an opportunity to comment. Next, partial involvement of participants is described as stakeholders being involved in appropriate aspects of the planning, implementation, and management of the process. The highest level of involvement is participants' control, where stakeholders are in full control of the decision process. The power can vary also between the stakeholders because of their varying levels of knowledge and experiences (Mianabadi et al. 2011).

When the only goal of forest management was to maximize timber production, the owner of the forest was often the only decision maker. In participatory planning, different interests are represented by different stakeholders such as forest owners, governmental institutions, non-governmental organizations, local communities, hunters, environmentalists, and recreationists.

The inclusion of stakeholders in the decision process offers many advantages, from increasing public awareness of forest management and building trust in institutions, the decision process, and its solutions, to avoiding and resolving conflicts between stakeholders, sharing information, and including local knowledge, various prospects, and preferences in the decision model (Hiltunen et al. 2009). At the same time, some disadvantages can emerge. In addition to incre-

**Table 1:** The adaption of Arnstein's Ladder of participation for forestry (Macpherson 2004)

**Tablica 1:** Adaptacija Arnsteinove ljestvice sudjelovanja u šumarstvu (Macpherson 2004)

Participants Control –	Nadzor sudionika
Full Participants Involvement –	Puni angažman sudionika
Partial Participants Involvement –	Djelomični angažman sudionika
Consultation –	Konzultacije
Information –	Informacije
Persuasion –	Uvjeravanje
Agency Control –	Agencijski nadzor

ased time and costs, the main problem can be the disappointment of the manager or stakeholders, who do not see a "higher-quality" solution (Reed 2008).

Therefore, it is important to establish whether a group result is a consensus, about which the stakeholders are convinced regardless of their initially different beliefs (Hartmann et al. 2009), or only a compromise, which the decision makers agree to support in the spirit of cooperation, despite not believing it is necessarily the best option (Steele et al. 2007).

One of the necessary conditions for stakeholders to be satisfied with the solution of the decision process is that they are satisfied with the participatory process itself. The criteria for evaluation of the participatory process are normative (such as fairness and structured group interaction), substantive (quality and selection of information, opportunity to influence process design and outcome), and instrumental (clear goals, transparency, and acceptance of outcome) (Menzel et al. 2010).

The main contribution of the present paper is that it shows how to incorporate different goals and a group of stakeholders in multi-criteria model in order to select an optimal strategy for the development of highland Pohorje in Slovenia.

The paper is organized as follows. In the methods section, we review multi-criteria decision methods, with an emphasis on the analytic hierarchy process (AHP). We present the NATREG project that took place in Pohorje. We proposed an AHP model for selecting an optimal strategy for development of Pohorje. In the results and discussion section we provide the results of the model. The final section presents the main conclusions and suggestions for future work.

## Methods

### Metode rada

Group decision making can be divided into two branches: unstructured and structured. Participatory approaches include newsletters, websites, public meetings, telephone surveys, interviews, and internet-based decision support applications. A commonly used form of group meetings is workshops, in which stakeholders can share their opinions and seek common decisions. They can be based on brainstorming and discussion or connected with any of the social choice or multi-criteria decision methods (MCDMs). Social choice theory is based on voting systems (plurality voting, approval voting, Borda count, pairwise voting, multi-stage voting, utilitarian voting, proportional voting, fuzzy voting, or probability voting), the efficiency of which has been proved throughout the history of democracy. The voting schemes can be evaluated according to consistency, independency, Pareto-optimality, and other criteria. Their result is usually compromise since a kind of majority opi-

nion prevails. MCDMs are useful in participatory planning since they encourage the participants to structure the decision making and discuss all important objects systematically. AHP is one of the most frequently used MCD techniques in forest planning (Ananda and Herath 2009, Brumec et al. 2013, Kangas and Kangas 2005, Pezdevšek Malovrh et al. 2012, Sheppard and Meitner 2005, Wolfslehner and Seidl 2010, Wolfslehner and Vacík 2008).

The structure of AHP consists of a hierarchy of the goal, criteria, subcriteria, and alternatives. The AHP method is based on pairwise comparisons. For paired comparisons, a fundamental scale of the AHP (Saaty 1980) from 1 to 9 is used. A reciprocal value is assigned to the inverse comparison. Comparisons between individual objectives are gathered in comparison matrix A.

**Table 2:** The fundamental scale of AHP

Tablica 2: Osnovna skala AHP-a

Value Vrijednost	Description Opis
1	Criteria i and j are equally important – Kriteriji i i j su jednako važni
3	Criterion i is slightly more important than criterion j – Kriterij i je većnji od kriterija j
5	Criterion i is more important than criterion j – Kriterij i je znatno većnji od kriterija j
7	Criterion i is proved to be more important than criterion j – Kriterij i je puno većnji od kriterija j
9	Criterion i is absolutely more important than criterion j – Kriterij i je iznimno većnji od kriterija j
2, 4, 6, 8	Middle values – Srednje vrijednosti

Saaty (1980) presented the eigenvector method for deriving priorities in which, according to the comparison matrix  $A$ , the priority vector is obtained by solving the equation  $Aw = \lambda_{\max}w$ , where  $\lambda_{\max}$  is the largest eigenvalue of matrix  $A$ :

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ \frac{1}{a_{12}} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{1}{a_{1n}} & \frac{1}{a_{2n}} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

In AHP, the group result (compromise or consensus) also depends on the initial degree of consensus among the stakeholders. In the case of independent stakeholders evaluating the defined set of alternatives, the result is usually a compromise. If stakeholders construct the common model and evaluate it individually, the main influence on the final consensus outcome presents the application of the mathematical aggregation model. The last possibility is a meeting of the group at which members generally have the same objectives. The group can then try to reach a consensus, first in terms of developing the hierarchy and then in generating

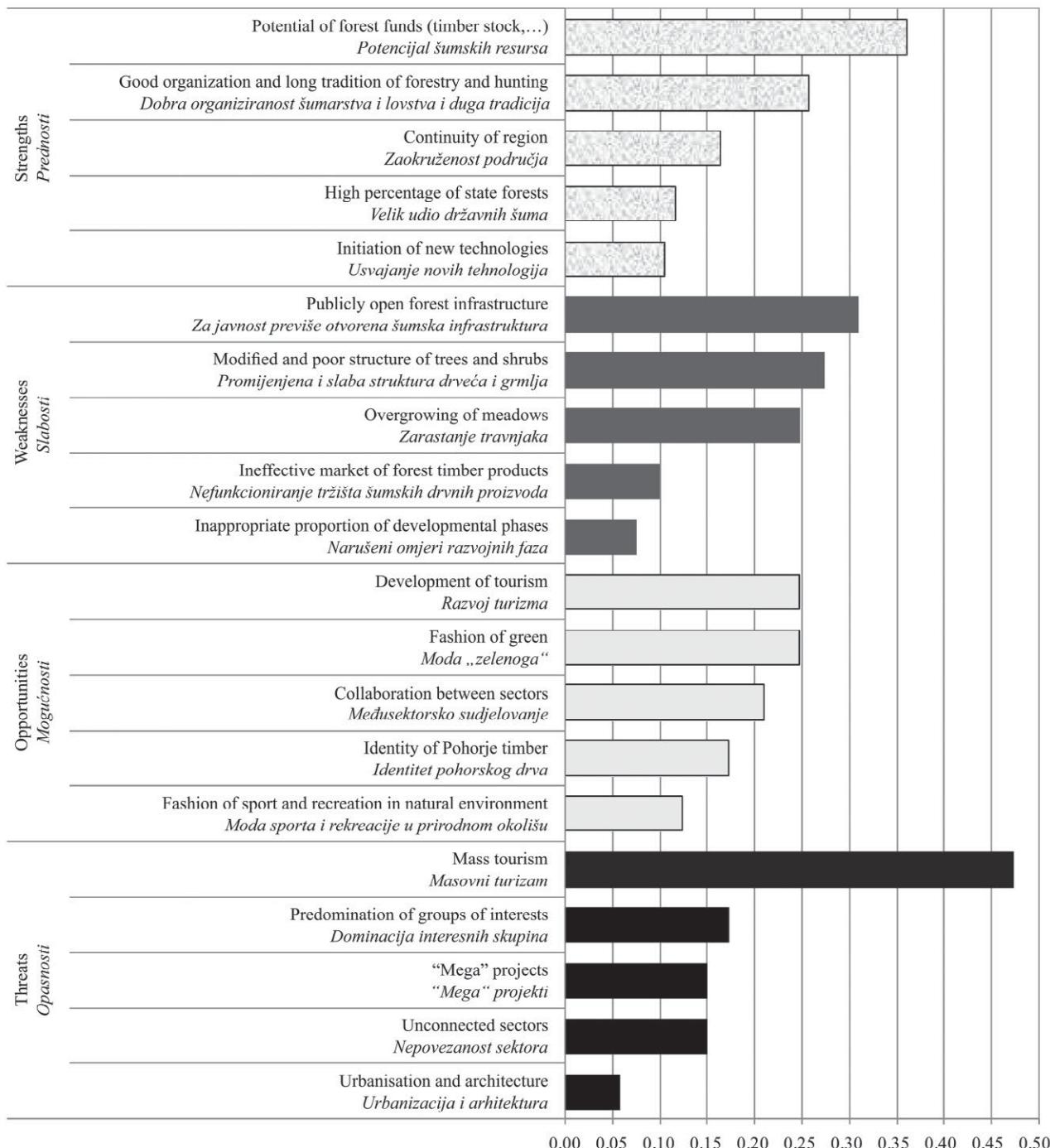
pairwise comparisons. If they cannot reach a consensus regarding a particular judgment, they can vote or try to achieve a compromise (Dyer and Forman 1992). There are two types of aggregation (Forman and Peniwati 1998): aggregation of individual judgments and aggregation of individual priorities. Both cases have many models for aggregation in literature; most are compromises, but some are claimed to be consensual models.

In order to implement the described theoretical findings, a forest management application was made in Pohorje, a hilly region that covers 840 km<sup>2</sup> in northeastern Slovenia and is mostly covered with conifer forests. Due to impermeable ground, characteristic peaty bogs have formed. The forests provide habitats for numerous rare and endangered bird species. The main economic activities in Pohorje are forest exploitation, agriculture on the edge of the region, and tourism. Pohorje was declared a Natura 2000 site and an agreement for the development of the Pohorje regional park was signed.

The NATREG project – managing natural assets and protected areas as sustainable regional development opportunities (NATREG 2011) was conducted at Pohorje in 2009–2011. The project was managed by The Institute of the Republic of Slovenia for Nature Conservation with the objective of developing a management plan for Pohorje. Three workshops were organized to discuss forestry and hunting, agriculture, and tourism (Uratarič and Marega 2010); the case study presented here involves only forestry and hunting. Nineteen stakeholders responded to an invitation to the workshop: regional units of the Slovenia Forest Service, the Institute of the Republic of Slovenia for Nature Conservation, the Hunting Association of Slovenia, and the Chamber of Agriculture and Forestry. At the workshop, a SWOT (strengths, weaknesses, opportunities, and threats) analysis was conducted in the field of forestry and hunting in Pohorje (Lešnik Štuhec and Gulič 2010). The most important strengths are the potential of forest funds and the organization and long tradition of forestry and hunting. The greatest weakness is the publicly open forest infrastructure. The most significant opportunity and threat are both connected to tourism.

As part of the forestry and hunting workshop, participants also ranked the indicators of sustainability, ecological, economic, and socio-cultural objectives and evaluated them on a scale ranging from very irrelevant to very important (Nose Marolt and Lešnik Štuhec 2010). The mean values were calculated. The indicators with mean value greater or equal to 1 (important indicators) are presented in Figure 2.

The aim of our study was to select an optimal alternative for Pohorje's development. We set the SWOT groups as criteria and the SWOT factors as sub-criteria of our model. We grouped the indicators into five groups; some groups

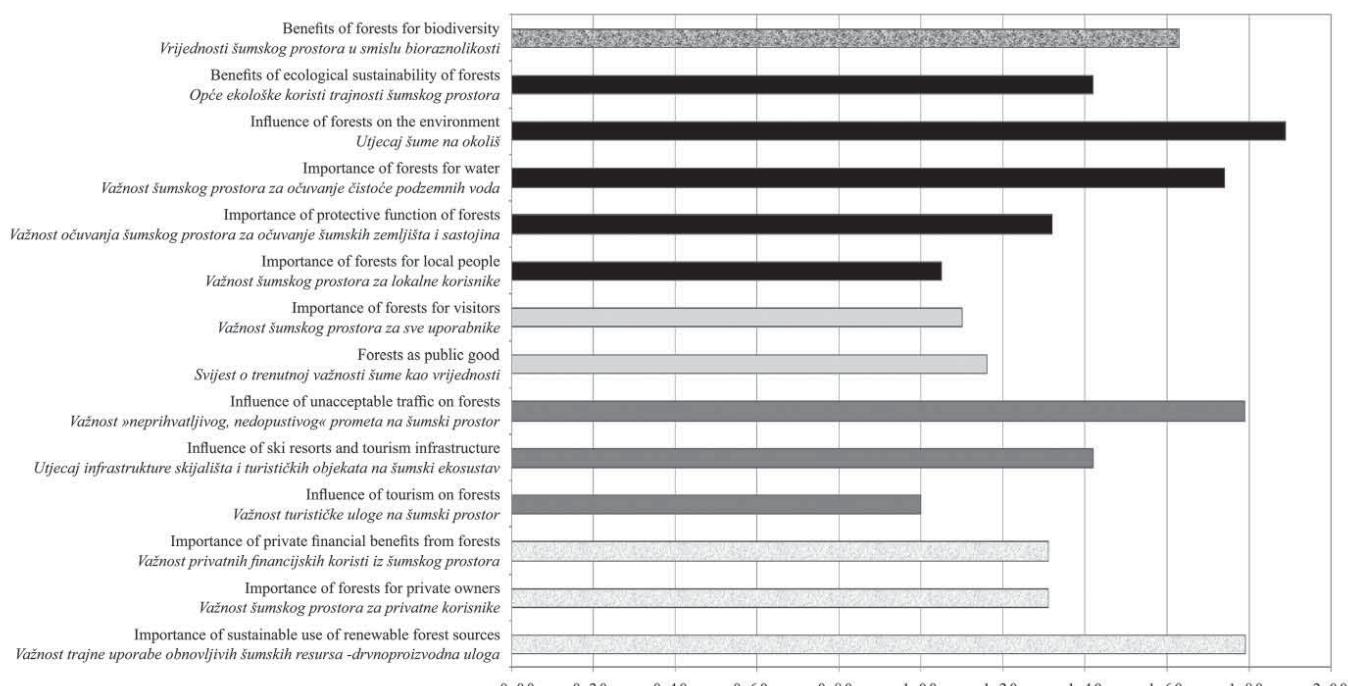
**Figure 1:** The weights of the SWOT criteria

Slika 1: Težine SWOT kriterija

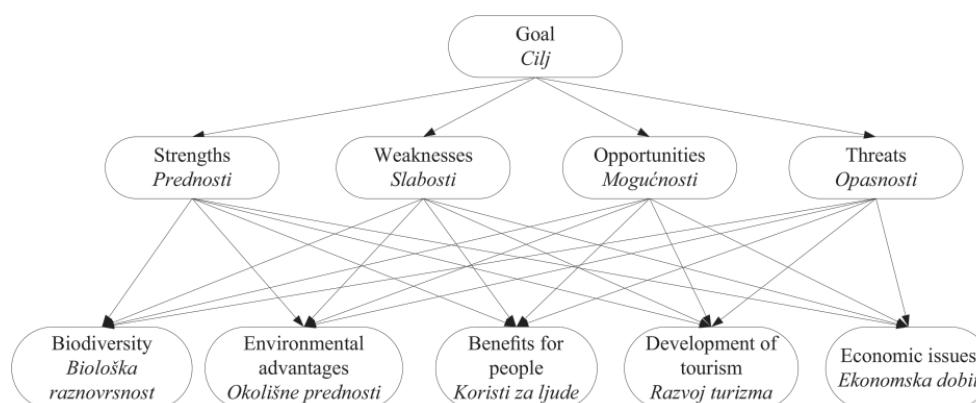
can overlap, although this is not indicated here. Based on the indicators, we identified five alternatives, which take all indicators into account but emphasize some more than others; these are: biodiversity, where the main importance is given to nature protection and protection of rare and endangered species; environmental advantages, which focuses on oxygen, carbon, water, climate, etc.; benefits for people, which emphasizes recreation, education, timber, water, air, and aesthetic value; the development of tourism; and economic issues, the most important of which is timber production.

The decision tree of goals, criteria, and alternatives is presented in Figure 3.

We selected five stakeholders, all of whom have been also involved in the NATREG project, to pairwise compare all alternatives according to all SWOT factors. We proposed that all stakeholders' opinions are equally important. We used geometric mean (Saaty and Peniwati 2008) to aggregate the individual pairwise comparisons into group comparisons, which were gathered in group comparison matrices.

**Figure 2:** The weights of the indicators

Slika 2: Težine indikatora

**Figure 3:** The AHP decision tree  
Slika 3: AHP stablo odlučivanja

## Results and discussion

### Rezultati istraživanja i rasprava

We derived group priority vectors using the eigenvector method from group comparison matrices. The group priorities of alternatives according to each SWOT factor were synthesized with the weights of the SWOT factors from Figure 1 to obtain the weights of alternatives according to each SWOT group; the results are shown in Table 3. Higher weights at strengths and opportunities and smaller weights at weaknesses and threats indicate better results. For final evaluation, we assumed that all SWOT factors are equally important. There are several ways to synthesize the results of alternatives according to SWOT factors. We used a multiplicative formula,  $P_i = \frac{S_i O_i}{W_i T_i}$  (Wijnmalen 2007), where the

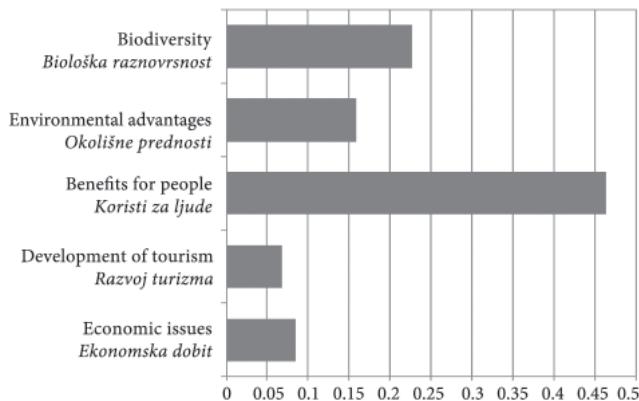
weights of strengths and opportunities are multiplied and divided by weights of weaknesses and threats. The final results are presented in Figure 4.

The final results show that benefits for people is the most appropriate alternative for Pohorje development. It is somehow the most neutral alternative and takes into account all aspects from timber production to biodiversity conservation. It was ranked in either second or third place by all of the SWOT groups. Its weight (46.3 percent) is much higher than the weights of the next two alternatives; namely, biodiversity (22.6 percent) and environmental advantages (15.9 percent). The biodiversity alternative is good for reducing weaknesses and avoiding threats in Pohorje, but was ranked last in terms of strengths and opportunities. Environmental advantages did not stand out in any SWOT

**Table 3:** Weights and ranking of alternatives according to each of SWOT factors

Tablica 3: Težine i rangiranje alternativa prema svakom SWOT faktoru

Alternatives Alternative	Strengths Prednosti		Weaknesses Slabosti		Opportunities Mogućnosti		Threats Opasnosti	
	Weights težine	Ranking rangiranje	Weights težine	Ranking rangiranje	Weights težine	Ranking rangiranje	Weights težine	Ranking rangiranje
Biodiversity Biološka raznovrsnost	0.1390	5	0.0756	1	0.1073	5	0.1238	1
Environmental advantages Okolišne prednosti	0.1428	4	0.1270	3	0.1302	4	0.1309	2
Benefits for people Koristi za ljudi	0.1767	2	0.1133	2	0.2760	2	0.1319	3
Development of tourism Razvoj turizma	0.1644	3	0.3461	5	0.3342	1	0.3276	5
Economic issues Ekonomска dobit	0.3771	1	0.3380	4	0.1523	3	0.2858	4

**Figure 4:** The final weights of alternatives

Slika 4: Konačne težine alternativa

group. Development of tourism (6.9 percent) and economic issues (8.4 percent) ranked last overall since they emphasize only the importance of one sector for Pohorje development.

## Conclusion

### Zaključak

Sustainable development of forestry has a significant influence on the preservation of Pohorje. The most important issues are conservation of biodiversity, unpolluted groundwater, and sustainable use of renewable forest sources. Timber production is not considered an economically efficient business opportunity. Insufficient attention is paid to education, experience of nature, or cultural heritage in forests (Nose Marolt and Lešnik Štuhec 2010).

The next step will involve inclusion of SWOT analysis of tourism and agriculture in the decision tree. Pairwise comparisons in AHP should be performed on all important groups of stakeholders at Pohorje. The results from the forestry side should then be combined with the results of agriculture and tourism to inform the comprehensive management plan.

The results of our study show how we can incorporate different objectives in the model that often appear in forestry planning. In our case study, timber production could not be considered as the only important opportunity because of other important issues in Pohorje; namely, tourism, agriculture, biodiversity, water, air, climate, recreation for people, and education. In such cases, group decision making is important in order to include different views, experiences and knowledge in the model. The main stakeholders should not be only from the field of forestry but also, in our case, from important fields, such as protection of nature, agriculture, tourism. It could also be worth including representatives of local groups.

## Acknowledgement

### Zahvala

We are grateful to Dr. Darij Krajčič and Gregor Danev from The Institute of the Republic of Slovenia for Nature Conservation for all data from the NATREG project. The research was partly performed in the frame of project COOL, EU Initiative WoodWisdom-Net 2, No 3211-11-000450.

## References

### Literatura

- Ananda, J., Herath, G., 2009: A critical review of multi-criteria decision making methods with special reference to forest management and planning, Ecological Economics, 68: 2535–2548.
- Arnstein, S. R., 1969: A Ladder Of Citizen Participation, Journal of the American Institute of Planners, 35: 216 – 224.
- Brumec, D., Rozman, Č., Janžekovič, M., Turk, J., Čelan, Š., 2013: An assessment of different scenarios for agroforestry environment regulation of degraded land using integrated simulation and a multi-criteria decision model – a case study, Šumarski list, 3–4: 147–161.
- Dyer, R. F., Forman, E. H., 1992: Group decision support with the Analytic Hierarchy Process, Decision Support Systems, 8: 99–124.

- Forman, E., Peniwati, K., 1998: Aggregating individual judgments and priorities with the analytic hierarchy process, *European Journal of Operational Research*, 108: 165–169.
- Hartmann, S., Martini, C., Sprenger, J., 2009: Consensual Decision-Making among Epistemic Peers, *Episteme*, 6: 110–129.
- Hiltunen, V., Kurtila, M., Leskinen, P., Pasanen, K., Pykäläinen, J., 2009: Mesta: An internet-based decision-support application for participatory strategic-level natural resources planning, *Forest Policy and Economics*, 11: 1–9.
- Kangas, J., Kangas, A., 2005: Multiple criteria decision support in forest management—the approach, methods applied, and experiences gained, *Forest Ecology and Management*, 207: 133–143.
- Lešnik Štuhec, T., Gulič, J., 2010: Poročilo o opravljenih SWOT analizah na področjih gozdarstva, kmetijstva in turizma na Pohorju, projekt: NATREG, Available at: [www.zrsvn.si/dokumenti/64/2/2010/141010\\_SWOT\\_TLS\\_JGk\\_2125.pdf](http://www.zrsvn.si/dokumenti/64/2/2010/141010_SWOT_TLS_JGk_2125.pdf).
- Macpherson, H., 2004, Participation, Practitioners and Power: Community Participation in North East Community Forests, 64 p., Newcastle upon Tyne.
- Menzel, S., Nordström, E.-M., Buchecker, M., Marques, A., Saarikoski, H., Kangas, A., 2010: Between ethics and technology – evaluation criteria for the development of appropriate DSS in the context of participatory planning, In: Falcao, A. O., Rosset, C. (ed.), *Proceedings of the Workshop on Decision Support Systems in Sustainable Forest Management*, University of Lisbon, 6 p., Lisbon.
- Mianabadi, H., Afshar, A., Zarghami, M., 2011: Intelligent multi-stakeholder environmental management, *Expert Systems with Applications*, 38: 862–866.
- NATREG, 2011: NATREG – Managing Natural Assets and Protected Areas as Sustainable Regional Development Opportunities Ljubljana.
- Nordström, E.-M., 2010: Integrating Multiple Criteria Decision Analysis into Participatory Forest Planning, Faculty of Forest Sciences, Swedish University of Agricultural Sciences, 70 p., Umeå.
- Nose Marolt, M., Lešnik Štuhec, T., 2010, Stanje gozdov in divjadi ter gozdarstva in lovstva na projektnem območju Pohorje, Predstavitev strokovne študije in SWOT analiza – Poročilo, 12 p., Pohorje.
- Pezdevšek Malovrh, Š., Grošelj, P., Zadnik Stirn, L., Krč, J., 2012: The Present State and Prospects of Slovenian Private Forest Owners' Cooperation within Machinery Rings, *Croatian Journal of Forest Engineering*, 33: 105–114.
- Reed, M. S., 2008: Stakeholder participation for environmental management: A literature review, *Biological Conservation*, 141: 2417–2431.
- Rowe, G., Frewer, L. J., 2000: Public Participation Methods: A Framework for Evaluation, *Science, Technology & Human Values*, 25: 3–29.
- Saaty, T. L., 1980: *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, 287 p., New York.
- Saaty, T. L., Peniwati, K., 2008: Group decision making: Drawing out and reconciling differences, RWS Publications, 385 p., Pittsburgh, PA.
- Sheppard, S. R. J., Meitner, M., 2005: Using multi-criteria analysis and visualisation for sustainable forest management planning with stakeholder groups, *Forest Ecology and Management*, 207: 171–187.
- Steele, K., Regan, H. M., Colyvan, M., Burgman, M. A., 2007: Right Decisions or Happy Decision-makers?, *Social Epistemology: A Journal of Knowledge, Culture and Policy*, 21: 349–368.
- Uratarić, N., Marega, M., 2010: Poročilo z zaključne delavnice za izdelavo analize SWOT in oblikovanje elementov vizije, projekt: NATREG, Available at: [www.natreg.eu/pohorje/uploads/.../Porocilo\\_SWOTinVIZIJA\\_2124\(1\).pdf](http://www.natreg.eu/pohorje/uploads/.../Porocilo_SWOTinVIZIJA_2124(1).pdf).
- Wijnmalen, D. J. D., 2007: Analysis of benefits, opportunities, costs, and risks (BOCR) with the AHP-ANP: A critical validation, *Mathematical and Computer Modelling*, 46: 892–905.
- Wolfslehner, B., Vacík, H., 2008: Evaluating sustainable forest management strategies with the Analytic Network Process in a Pressure-State-Response framework, *Journal of Environmental Management*, 88: 1–10.
- Wolfslehner, B., Seidl, R., 2010: Harnessing Ecosystem Models and Multi-Criteria Decision Analysis for the Support of Forest Management, *Environmental Management*, 46: 850–861.

## Sažetak:

Upravljanje šumama evaluiralo je u složeniji zadatak, budući da je ekonomski dobit samo jedna od nekoliko važnih ciljeva upravljanja. Uvažavajući tako različit skup ciljeva upravljanja, zahtijeva korištenje višekriterijske metode odlučivanja. Kada je maksimalna proizvodnja drva bila jedini cilj, odluke o planiranju procesa u većini slučajeva donosio je vlasnik šume. Posljednjih dvadeset godina, proces planiranja se promjenio te uključuje interes više zainteresiranih strana kao npr. lokalne zajednice, javne predstavnike, lovce, ekologe, rekreativce i druge. Oni imaju različita znanja, iskustva, perspektive i interes. Formiranje grupe treba se temeljiti na participativnom planiranju. Glavni problem grupnog odlučivanja je rješavanje konflikta između različitih ciljeva i preferencija. Grupiranje pojedinačnih preferencija nije samo matematički već i filozofski problem. U radu smo predstavili analitički hijerarhijski proces kao prikladnu višekriterijsku metodu, koja se već primjenjuje u području šumarstva, planiranju žetve, očuvanju biološke raznolikosti, prostornom planiranju, održivosti šuma i drugdje. Studija o šumskom području Pohorja, planinskom lancu u sjevernoj Sloveniji, izvodi se prema opisanim teorijskim osnovama. Cilj našeg istraživanja bio je izbor optimalne alternative

za razvoj Pohorja. Identificirali smo pet mogućih alternativa na temelju pokazatelja održivosti. Alternative su usporedivali nekolicina zainteresiranih sudionika, prema rezultatima SWOT analize, koja je izvedena na radionici, gdje su sudionici raspravljali o pojedinim poglavljima scenarija o upravljanju šumama. Rezultati pokazuju da je alternativa "Dobrobiti za ljude", koja uključuje sva važna gledišta za Pohorje, najprikladnija za razvoj istog.

---

**KLJUČNE RIJEČI:** upravljanje šumama, višekriterijsko odlučivanje, analitički hijerarhijski proces, grupno odlučivanje, kompromis, konsenzus, Pohorje, Slovenija

# LOV I LOVNE PRILIKE U SENJSKOM KOTARU KRAJEM 19. I POČETKOM 20. STOLJEĆA

## HUNTING AND HUNTING OPPORTUNITIES IN THE DISTRICT OF SENJ IN THE PERIOD FROM THE 19<sup>th</sup> TO THE BEGINNING OF THE 20<sup>th</sup> CENTURY

Alojzije FRKOVIĆ

### Sažetak

Devet godina nakon što je u Zagrebu osnovano Prvo hrvatsko društvo za gojenje lova i ribarstva (1891), u Senju je 6. kolovoza 1900. osnovana *Lovačka udruga senjskog kotara*. Osnovala ju je nekolicina bolje stojecih senjskih lovaca s ciljem "razumnog gajenja lova i lova zabave radi", kako je to istaknuto u Pravilima udruge. Na osnovi Zakona o lovu iz 1893. Udruga je već prve godine djelovanja uzela u zakup sva lovišta kotara senjskog, uključujući i gradsko lovište koje, doduše, nije imalo propisane površine, ali kroz njega "tada prolaze ptice selice". Za prvog "starješinu" (predsjednika) Udruge imenovan je Franjo Krajač iz ugledne senjske obitelji Krajač, a postavljeno je i pet lovnih nadziratelja kako bi se raširenom zvjerokradstvu i krivolovu stalo na kraj. Najlovljenije vrste divljači bile su: europski zec (*Lepus europaeus*), lisica (*Canis vulpes*) i kuna bjelica (*Martes foina*), kamenjarka grivna (*Alectoris graeca*), trčka skvržulja (*Perdix perdix*), prepelica pućpura (*Coturnix coturnix*), šljuke (*Scolopax sp.*) i divlje patke. U višim predjelima lovišta (Krivi put, Vratnik) lovila se srna, a samo izuzetno i u neznatnom broju tada nezaštićeni smeđi medvjed (*Ursus arctos*), vuk (*Canis lupus*), divlja mačka (*Felis silvestris*) i vidra (*Lutra lutra*), koja se zvjerad znala spustiti sve do podnožja Senjske drage. Uz članove Udruge divljač su mogli loviti i gosti kojima se iznimno nije naplaćivala odstrjelna taksa. Donijeta Pravila društva mogla su se, prema potrebi, na godišnjoj skupštini mijenjati i nadopunjavati.

**KLJUČNE RIJEČI:** lovačka udruga kotara senjskog, pravila udruge, Senjska draga, zvjerokradstvo, zec, kamenjarka.

### Uvod

#### Introduction

Sve do sredine 19. st. u tadašnjoj Hrvatskoj i Slavoniji pravo lova bilo je vezano s plemićkim dobrom, a obuhvaćalo je i podanički posjed. S revolucionarnim previranjima 1848.g. ukida se feudalni sustav, a s njime i regalno pravo lova. Do nošenjem novog, skloni smo reći, hrvatskog Zakona o lovu 1893.g. (Zakon je opširno obrazložen na sjednici Hrvatskog Sabora), pravo lova spojeno je s pravom vlasništva nad zemljištem, uz napomenu da se slobodno izvršavanje toga

prava dopušta onim fizičkim i pravnim osobama koje su vlasnik od najmanje 400 kat. jutara zemlje i to u jednom neprekinutom kompleksu. Posjedi sviju ostalih manjih ili većih posjednika imali su se zaokružiti u općinska lovišta i dati javnom dražbom u zakup. Minimalna površina lovišta propisana je na 1000 katastarskih jedinica (jutara/rali), dok su dozvole za zakup davane na 15 godina. Ovlaštenik prava lova bio je dužan plaćati naknadu za pričinjenu štetu, tamaniti dlakave i pernate grabežljivce te obvezatno zaposliti nadzirače lova (lovočuvare) te iste prijaviti kotarskoj obla-

<sup>1</sup> Alojzije Frković, dipl. ing. šum., 51000 Rijeka, Kvarnerska 45, e-mail: alojzije.frkovic@ri.t-com.hr



**Slika 1.** Panorama Senja s kraja 19.st. Crtež:V. Anderle

Figure 1 Panoramic view of Senj from the end of the 19th century. Drawing: V. Anderle

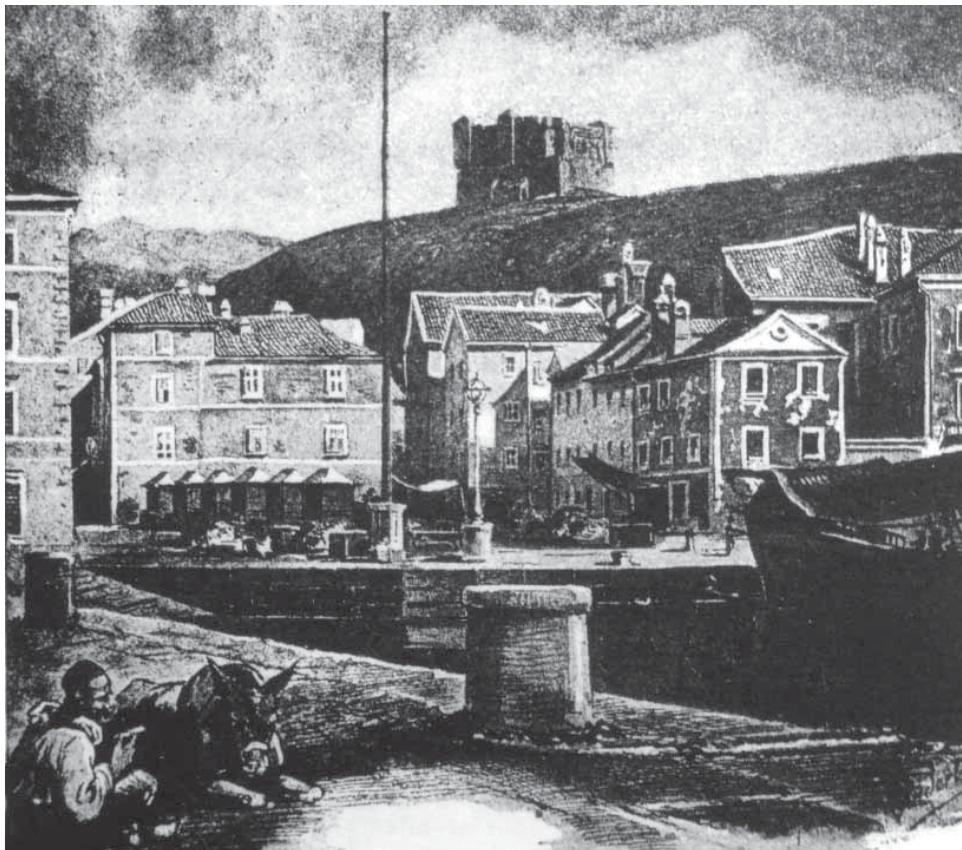
sti. Od važnosti je istaći da je prije donošenja Zakona o lovnu, 1883.g. donijet Zakon o porezu na puške i lov, kojim je prvi puta u nas uvedena lovna karta. Izdavao ju je kraljevski porezni ured nakon uplate takse za pušku (za "dvocijevku" primjerice dva forinta!) i poreza za lov. Lov bez lovne karte nije bio dozvoljen.

#### Osnivanje udruge i zakup lovišta senjskog kotara – Establishing the hunting club and leasing the hunting grounds in the district of Senj

Iako je i ranije bilo pokušaja da se kako-tako i u nas uredi "lovni odnošaji", kao početak organiziranog lovstva na području tadašnje Hrvatske i Slavonije uzima se 22. prosinca 1881. kad je Kraljevska zemaljska vlada odobrila pravila Društva za obranu lova u Kraljevini Hrvatskoj i Slavoniji, prvog takve vrsti u našoj zemlji. Osnovano sa svrhom "da poboljša lov uopće svim dopustivim sredstvima" Društvo je, kao i njegov pravni slijednik – Prvo hrvatsko društvo za gajenje lova i ribarstva (osnovano u Zagrebu 1891.) postavilo temelje organiziranog lovstva i lovačke organizacije na cijelom području djelovanja. Prisjetimo se. Društvo je već prve godine po osnivanju 1892. pokrenulo svoje staleško glasilo, naš današnji "Lovački vjesnik", 1896. tiska Kester-čanekovo "Lovstvo", a 1899. organizira svoju prvu "izložbu

rogovlja i lovačkih trofeja". U nastojanju da se aktivnosti toga do tada jedinog hrvatskog društva protegnu na cijelu zemlju, uprava Društva 1895.g. imenuje povjerenike, stručne osobe s ciljem da po svim većim mjestima izvan Zagreba šire ideju o potrebi osnivanja podružnica ili, još bolje, samostalnih kotarskih/općinskih lovačkih društava. Glas o potrebi osnivanja lovačkih organizacija dopro je i do naprednih, bolje stoećih muževa grada podno Nehaj kule (Nehajgrada) koji su u vremenu na smjeni dvaju stoljeća "kad je novi lovni zakon postupno u krepot stupio" stali ozbiljno razmišljati o osnivanju lovačke udruge. "U zoru 15.siječnja 1899.", prisjeća se Milan Marek, jedan od osnivača društva, "odvezli smo se Senjskom dragom do Sv. Križa... kako bi zajedničkim lovom lov na zeca zaključili. Dan je bio krasan, vrijeme tiho i toplo. Ulovismo pet zecova, za ovdašnje prilike dosta, pa je valjalo to i proslaviti." U društvu s više učesnika u lovnu "posljednji prigon" okončan je u Sv. Jurju "gostivši se baš gospotski". "Tu smo dakle u prijateljskom razgovoru i zaključili da osnjemo kotarsku lovačku udrugu".

Do osnivanja Lovačke udruge kotara senjskog došlo je 1. kolovoza 1900. godine, a kao osnivači vode se: Frane Krajac/Krajač, Janko pl. Labaš, Gjuro Vidmar, Oto Nigitray, Milan Marek, Ivan Novak, da bi im se ubrzo pridružili Šime



**Slika 2.** Pogled s luke na istočni dio grada i Nehaj kulu. Crtež: V. Anderle  
**Figure 2** A harbour view of the eastern part of the town and the Nehaj fortress. Drawing: V. Anderle

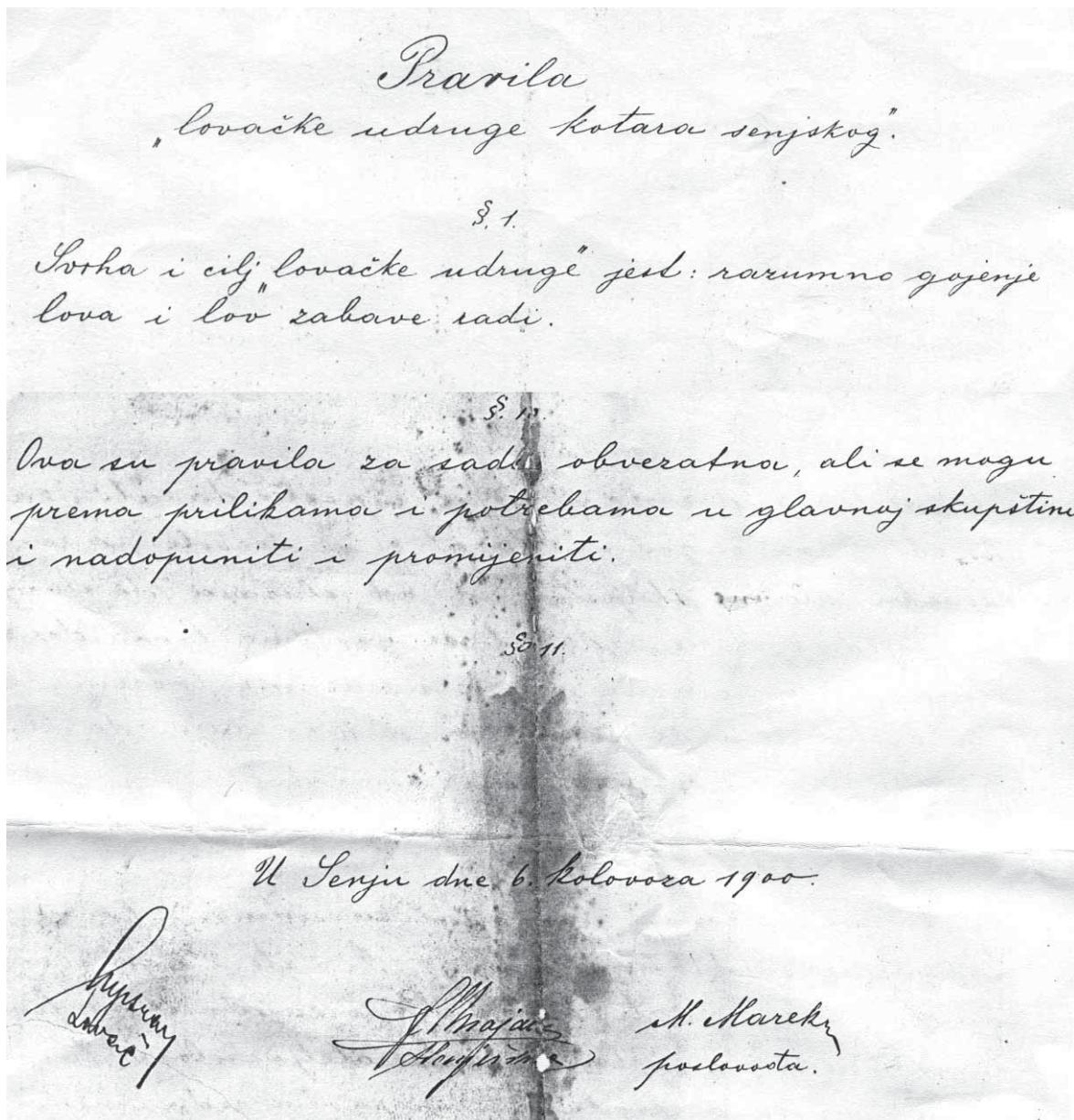
Vidmar, Frane Vukelić i Šime Štiglić. Poslovima Udruge upravlja odbor u sastavu: Frane Krajacz, u svojstvu "starješine, koji upravlja i blagajnom" (predsjednik udruge), Oto Nigitray, kao "lovac, koji upravlja lovištima i zajedničkim lovovima" (lovnik) i Milan Marek, "poslovođa, koji vodi pišarske poslove" (tajnik udruge). Kako je svaki član bio dužan da u ime pristupnice u blagajnu udruge uplati svotu od 48 kruna, to je udruga ubrzo imala "dostatnu glavnici" da još iste godine uzme u zakup sva lovišta kotara senjskog. Bila su to lovišta upravnih općina: Krivi Put (za 56 kruna i 50 forinti na godinu), Sv. Juraj (za 26 kruna) i Jablanac (za 17 kruna i 50 forinti). Kako je lovcima bilo stalo da zakupe i gradsko lovište "jer tuda prolaze ptice selice" od senjskog gradskog poglavarstva za 20 kruna dobiše i te površine.

#### Pravila Lovačke udruge kotara senjskog – The rules of the Senj district hunting club

Na godišnjoj skupštini Udruge održanoj 6.kolovoza 1900. u Senju donijeta su Pravila udruge. Odredbi Pravila svaki se član udruge morao strogo pridržavati "ne samo zato da bude sloge i poretka, nego i zato da se ostvari postavljeni cilj", a to je "da se lovne prilike i ovdje temeljito poprave". U prvoj točci istaknuta je svrha i cilj Udruge: "razumno gajenje lova i lov zabave radi". Kao prinosi u blagajnu udruge, uz članske uplate, ulaze pristojbe od ulovljene divljači (primjerice od "srnca" jedna kruna, od zeca 2 forinta), prihod od prodane lovine (divljačine), eventualnih globa i dr. U

svrhu nadzora nad lovištima, ali i čuvanja "šume, divljači i u opće sveg onog što šumi pripada", udruga je dužna postaviti lovne nadziratelje, za svako lovište po jednog, koji su dužni pridržavati se ne samo odredaba Službenog naputka za nadziratelje lova u Hrvatskoj i Slavoniji, nego i Pravila udruge. U ime nagrade (plaće) dobivaju po 10 kruna mješevno, a njihov su prihod i po tržnoj cijeni prodane kože ulovljenih lisica i kuna (koje su obvezatno dužni predati ih odboru), pripadajuće "taglije" za odstrjel vukova i medvjeda (!), a čije se kože i meso ima u korist udruge unovčiti i to dražbom među članovima ili na tržištu. Nadziratelji lova bili su dužni "grabežljivu ptičad" tamaniti i predati odboru, "koji će ju darovati Narodnom muzeju u Zagrebu". Korisnu divljač, stoji u Pravilima, nadziratelji lova "ne smiju pod ništo sami loviti". Što god oni ulove, primjerice u zajedničkim lovovima, to pripada udrudi koja lovinu prodaje dražbom među članovima ili "na trgu uz primjerene cijene". Nadzor nad radom nadziratelja ima "udružni lovac". Ako se pokažu "nepokorenima ili nepoštenima" otpuštaju se iz službe i protiv njih pokreće postupak pred lovnim Zakonom.

Gosti udruge "što god ulove to je njihovo i nisu dužni platiti propisanu pristojnu". Svaki član udruge, kao i gosti, obvezni su strogo držati se propisa Zakona o lovnu, Zakona o porezu na lov i puške i Pravila udruge. Tko nezakonito odstrijeli srnu bit će "globljen" od strane udruge sa 20 kr., zeca sa 2 kr. Na kraju ističe se da su ova pravila za sada obvezatna,



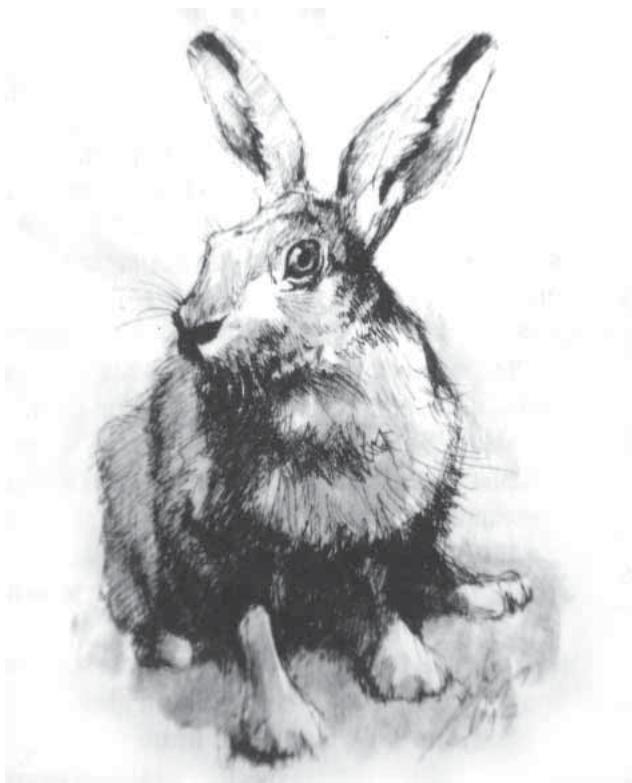
**Slika 3.** Faksimil prvog i desetog članka Pravila lovačke udruge iz 1900.g.  
**Figure 3** Fascimile of the first and the tenth article of the Hunting Club Rules from 1900

"ali se mogu prema prilikama i potrebi na glavnoj skupštini nadopuniti i promijeniti". Kao prvi konkretan zadatak novo ustanovljenoj udruzi bila je od Gradskog poglavarnstva Senja prosljedena okružnica Zemaljske vlade od 22.srpnja 1901. o uključivanju u akciju motrenja "ptica selicah", točnije bijelih roda, lastavica, šljuka i kukavica za potrebe Hrvatske ornitološke centrale u Zagrebu.

#### Zec i kamenjarka glavna divljač – Brown hare and rock partridge – major game species

Što i kako se lovilo u lovistima senjskog kotara na smjeni dvaju stoljeća? Od dlakavih vrsta divljači najviše se lovio europski zec (*Lepus europaeus*), a od pernatih vrsta kamenjarka grivna (*Alectoris graeca*) ili po domaći kamenjarka

kamenica. U velebitskom podgorju, pa tako i u Senju, razlikovali su šumskog zeca od tzv. zeca "kamenara ili kamenjaka", koji se drži kamenjara. Šumski je zec veći i žući "s crnom strikom od vrha glave do repa", a kamenjar "blijede boje poput kamena", pa ga je bilo teško primijetiti u logi. Za razliku od šumskog zeca, zečeva kamenjara bilo je u neposrednoj blizini Senja, na Nehaju, u Gaju, pa i po senjskim vrtovima. "Nu malo koji od onih zecova koji se tu okote dočekaju 1. rujna" (početak lovne sezone!); "obično stradaju već ljeti od mačaka, pasa i zvjerokradica, kojih dabogme i ovdje ima". Love ih drsko i po danu i po noći, ne samo s puškom i psima, nego ih hvataju u zamke, gvožđa ili love "pod ploču". "Velika su nesreća po zecove suhozidi kojima su vrtovi ograđeni". Kroz njihove otvore, rupe, divljač rado



**Slika 4.** Uz kamenjarku zec je bio najlovljenija divljač. Crtež: H.Gagern  
**Figure 4** Along with the rock partridge, brown hare was the second most hunted game. Drawing: H. Gagern

prolazi, što su iskoristili zvjerokradice u koje postavljaju svoje zamke. Ovom je zlu bilo teško stati na kraj, jer "na "poslu" uhvaćeni zvjerokradica dobio je nažalost samo dva dana zatvora".

U višim gorskim predjelima zečeve su lovili brakadom, uporabom pasa goniča i to na način "da lovci stoje u hrpi na

jednom mjestu dok ne vide kamo će zečevi krenuti kad psi zaštekču". Lovci bi se potom razletjeti na sve strane nastojeći zečevima presjeći put! Zalagali su se za lov brzim brakircima, nasuprot primjerice prepeličarima, u to vrijeme omiljenoj pasmini s kojom su uspješno lovili kamenjarke i šljuke. Držali su, naime, da se pred brzim goničima odstrijeli mnogo više zečeva mužjaka nego zečica, što kod sunjkavaca nije slučaj.

#### Lov "pod ploču" poguban za kamenjarku i ptice pjevice – Trapping with stone deadfall – deleterious for rock partridge and singing birds

Kad je o kamenjarki riječ, najomiljenijoj lovini sada već organiziranih senjskih lovaca, prednost su dali pojedinačnom načinu lova potragom s psima prepeličarima. Kako su ovoj prelijepoj ptici glavni životni prostor činili kameniti predjeli obrasli sitnom travom i grmljem, to i sam lov nije bio ni lak ni jednostavan. Tako će M. Marek zapisati: "Lov je naporan, jer nije šala po toplova vremenu, a vode ni za lijek, par sati lomiti noge po ovom kršu. Nije sjajan, jer kamenjarka nikada tako dobro ne dočeka kao trčka. Ona je vrlo plaha, izvrsno čuje i vidi, zato se rado daleko diže, a leti kao strijela. Dobro dočeka kamenjarka kad je bura. No, što znači loviti po buri, to će razumjeti samo onaj koji zna što je senjska bura". Za blagih zima, kakva je bila 1898./99. godina, kamenjarke redovito ostaju ovdje cijele zime. Ako je zima oštra, hladna i snježna, presele se na "školje" pa čak i u Dalmaciju "otkuda se u proljeće, dakako decimirane, k nama natrag vraćaju".

Na žalost i ta je ptica bila plijen zvjerokradica i "pečenkara" i to ne samo ovdje u Primorju. Najuspješniji način lova bio im je onaj "pod ploču". "Oveća se kamena ploča zapinje sa četiri šipke tako da se na kamenjarku sruši kad ona pohlepna



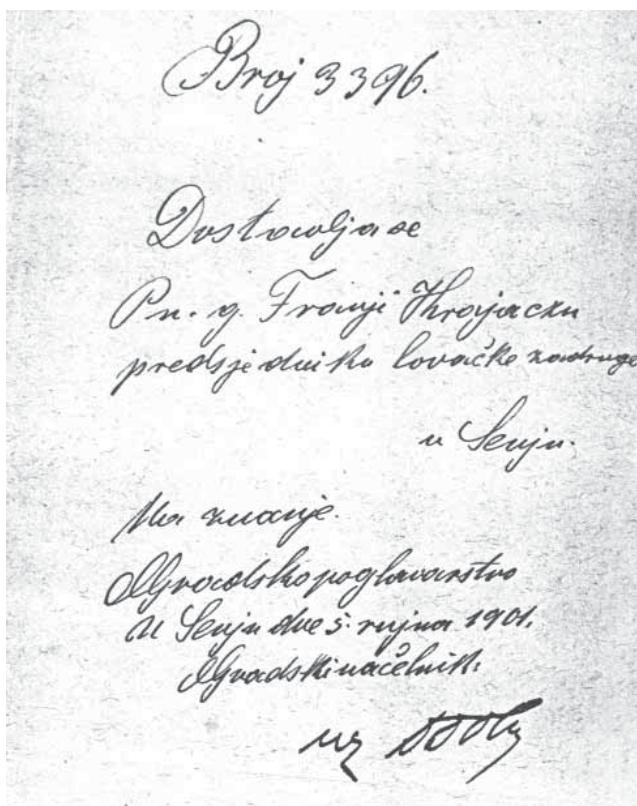
**Slika 5.** Svu grabežljivu zvjerad, pa tako i lisice, lovci su bili dužni tamaniti. Crtež: H. Gagern

**Figure 5** Hunters were required to exterminate all predatory game, including foxes. Drawing: H. Gagern

da pozoblje meku leđima u jednu šipku turne. Gnjsan je i zatoran taj lov, jer se zimi kad glad pritisne u jednom mahu cijelo jato kamenjarkijadno zatrtri može...Ovako se ovdje love i sve druge ptice, dapače i ptice pjevačice, kad ljuta zima i glad pritisnu". Ne čudi stoga da je sada već tajnik Udruge M. Marek i ovo zapisao:"Kad god nabasam na ploče izgubim volju za lov, a da zatečem onoga koji ih je zapeo, vjerujem da bi mu poštено zasolio onaj dio tijela na kojem se obično sjedi".

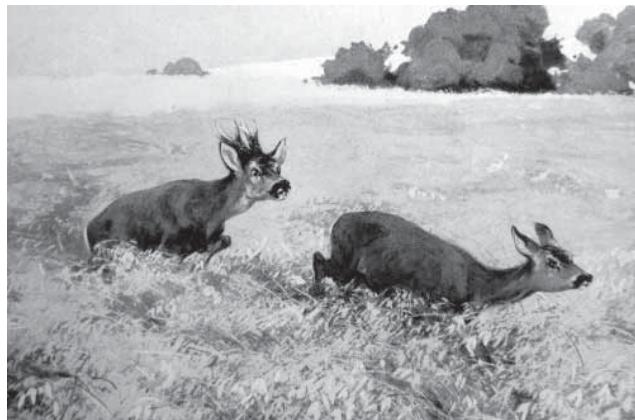
### Težnje za proširenjem na državno lovište – Pretensions for state hunting ground

Iako su im lovovi na zečeve i kamenjarke bili najomiljeniji, solidarizirajući svoje redove te brojnošću članstva obogativši lovačku udrugu, senjski lovci nisu krili namjere da dobiju u zakup i državno lovište "s ove strane Senjskog bila", kako bi "uz običnu divljad" lovili i onu krupnu, poput medvjeda (*Ursus arctos*), vukova (*Canis lupus*), srna (*Capreolus capreolus*), divokoza (*Rupicapra rupicapra*), tetrijeba (*Tetrao urogallus*)! "Gdjekoži vuk dabogme ulovio se i dosad, jer zimi često zalaze u Senjsku dragu, a salaze i do samog Sve-



**Slika 6.** Faksimil obavijesti Gradskog poglavarstva Senja o uključivanju lovaca na prebrojavanje ptica selica

**Figure 6** Fascimile of the announcement issued by the City Authorities of Senj concerning the inclusion of hunters into migratory bird count



**Slika 7.** Srneća divljač lovila se samo u višim dijelovima lovišta. Crtež: H. Gagern

**Figure 7** Roe deer was hunted only in the upper parts of the hunting ground. Drawing: H. Gagern

tog Jurja. Uz vuka slučajno se ulovi i koji medvjed, pa čak i tetrijeb ili koja lještarka (*Tetrastes bonasia*). Srna je bilo i do sada i to u krivoputskom lovištu, jer prelaze ovamo iz brinjskih imovinskih šuma...".

Tijekom zimskog razdoblja godine od dlakave sitne divljači zbog skupocjenog krvnog lovile su se kune (*Martes sp.*), lisice, a platila bi glavom i koja divlja mačka (*Felis silvestris*). Kune se love u stupicu ili zimi kad snijeg prekrije zemlju po tragu "s psetom koji osobitu volju za taj lov pokazuje". U Podgorju velebitskom kune su se lovile poput ptica, pod ploču, vodeći računa da jama bude dostatno duboka da se zvijerka ne zgnjeći i krvno ne ošteti (Hirtz 1921). Strogo su lučili kunu zlatnicu (*Martes martes*)<sup>1</sup>, od kune bjelice (*Martes foina*) ili kune kamenice, osobito raširenoj po krševitim predjelima i škrapama priobalja i susjednih otoka. Lisice su se lovile dočekom uz meku, gvožđima, prigodice trovanjem (u upotrebi je bio strihnin). Mlade lisice se nisu iskapale iz jazbina zbog kamenitog tla. Prema izvješću F. Krajača od 5. veljače 1896. u minuloj sezoni lova još neorganizirani senjski lovci odstrijelili su: 55 zečeva, 18 lisica, 21 kunu, jednu divlju mačku, jednog tvora te više ptica grabljivica.

### Šljuke i ostale selice – Woodcock and other migratory birds

Od pernate divljači među zimske, odnosno jesenske i proljetne goste senjskog područja "idu trčke, koje ovdje još zovu "poljarice", šljuke, race i prepelice". Poljske jarebice (*Perdix perdix*) su im zapravo bili rijetki gosti. Spuštale su se samo za jakih snježnih zima u Lici i to već u studenom mjesecu kad ih je moguće vidjeti u neposrednoj blizini grada "kod Lusteričinog vrta, gdje ih je i ove zime iz dva jata ulovljeno

<sup>1</sup> U Maloj Brisnici je zovu "grlica", a u Živim Bunarima "grličica" ili "zlatkinja" (očito zbog dlake zlatnožute boje na donjoj strani vrata)

nekoliko komada". Što se šljuka (*Scolopax sp.*) tiče one redovito za premještanja prolaze Senjskom dragom svake jeseni i svakoga proljeća "zaustavljajući se kod nas u Gaju, na Trbušnjaku, u senjskim vrtovima". Za oštih zima slijecu na obližnje otoke i školje. "Zima 1898./99. bila je vrlo mekana", prisjeća se M. Marek. "Prve sam šljuke našao u Gaju tek 17. prosinca, pa kroz cijelu zimu sve do 11. veljače 1899. Proletna seoba počela je 20. veljače i trajala sve do 13. travnja kad sam zadnju video. Prošle jeseni ulovih jednu, a proljetos četiri". Divlje patke (*Anas sp.*) ovo područje prelijeću samo za proletne seobe, rijetko se koja vidi u jesen ili zimi. Za jake bure znaju se dići s mora "zakreću Senjskom dragom, a poslošo vrlo nisko leti, jato za jatom, moguće ih se često dosta natuci". Prolaze ovdje i divlji golubovi (*Columba sp.*), leteći u pravilu vrlo visoko. "Samo kad učini iznenada jaka bura ili magla, spuštaju se nisko te se koji i ulovi".

Znatno prije nego je u Senju osnovana kotarska lovačka udružica, prepelica pućpura (*Coturnix coturnix*) je za seobe Senjskom dragom prolazilo vrlo mnogo, tako "da je jedan lovac mogao bez velikog truda u jednom danu natuci i sto komada". Sada toga više nema. Inače, prepelice ovdje zovu "travuljače", koje, kad se u Lici kose livade, silaze na školjeve i tu ostaju do jeseni. Glasnici njihova dolaska su "futavci", pupavci (*Upupa epops*), prelijepe ptice s dugim svinutim kljunom i istaknutom kukmom crnoga vrha na glavi. "Tako je lanjske jeseni (1899.) prvi futavac viđen 25. srpnja, a četiri dana kasnije bile su travuljače tu" zabilježit će na stranicama "Lovačko-ribarskog vjesnika" M. Marek, koji svoj prilog o lovnu i lovnim prilikama u Hrvatskom primorju okončava s usklikom: "Dobar lov, dao ti Bog, da loviš"!

### **Medvjed, vuk, vidra – izvanredne lovine – Brown bear, wolf, otter – extrahunting bag**

Da su kojeg "kralja hrvatskih šuma", medvjeda ili medvjedicu senjski lovci znali lišiti života čak i u Senjskoj dragi, govorili slučaj nadzirača lova Konrada Nabrsnika, koji je u jesen 1897. prilikom lova na šljuke sa dva hica ustrijelio jednu osamdesetak kilograma "sivu" medvjedicu. Ističem sivu, jer po Hirtru ima i crnih medvjeda, a na Velebitu medvjeda "grivaša", "koji mogu biti kratkoglavi, kao na primjer u Kapeli, ali i dugoglavi u Plješivici i Velebitu". Ako bi se "u samoobrani" odstrijelila medvjedica koja vodi mlade (kakav je slučaj zabilježen u Senjskom bilu kolovoza 1900. kada je župnik iz Vratnika Jakov Iskra "oboružan batinom i revolverom" odstrijelio medvjedicu koja je vodila dva mlada), njih bi se uhvatilo i žive otpremilo u Gospić do jednog preparatora "na uzgajanje"! Medvjedi kao stalna divljač Kapele, Velebita i Plješevice službeno su pripadali šumskom eraru, te ogulinskoj i otočkoj imovnoj općini, u kojima je strijeljanje medvjeda bilo formalno zabranjeno, iznimno rezervirano "za veliku gospodu". Kako ova ne dolazi "to bude mnogi medvjed od nepozvana lovca na nelovački način ubijen".

Da je sjeverni Velebit tih godina stanila plaha divokoza, potvrdio je, uz ostalo, i "ulov" ribara iz jablanačkog kraja Franje Glavaša, koji je 18. srpnja 1896. umjesto ribe dovezao u luku svezanu divokozu! Iako su je odmah pustili na slobodu, "pripovijedalo se, da je u odaljoj okolici ubijena". Iako su kraški tereni Velebita mahom bezvodni, ima dokaza da je vidra (*Lutra lutra*) u senjskoj okolici ne samo viđena nego i uspješno lovljena. Od ulova jedne vidre na Oltarima 1900.g. koju je ulovio lugar imovne općine Mate Samardžija, još je interesantniji slučaj uspješna lova na tu "vodenu kunu" u Senjskoj dragi uz potok Križ lipnja 1907., svega 6 km od mora. Prikaz o tom događaju na stranicama našeg lovačkog glasila pod naslovom "Doista nenadana i izvanredna lovina" napisao je sam predsjednik udruge Franjo Krajač.

Kojim su se lovačkim puškama služili i koje su naboje koristili senjski lovci, lugari i seljaci toga vremena? Iz "bilježaka" M. Hirtza (1921), prvobitno objavljenih u bečkom "Der Jagdfreund" 1906., saznajemo da su se uz rijetke i jefline "lancaster" i "lefaucheux" puške najčešće koristile sačmarice još "iz davnih vremena". Što se streljiva tiče upotrebljavana je "kuglja", ne lijevana nego iz jednog komada olova izrezana, ali dabome i krupna i sitna sačma. Najstrašnije oružje, bez kojega nijedan seljak ne zalazi u goru je oštro nabrušena sjekira, "što nedvojbeno potvrđuje da je snažan i krepak hrvatski goranin u bliskom dvoboju s hladnim oružjem u ruci još i danas pravi junak".

### **Zaključak**

#### **Conclusion**

Sve do osnivanja Lovačke udruge kotara senjskog, općinska su lovista bila zapuštena, a lovni zakon iz 1893. jedva se poštivao. Posebno je bio raširen krivolov i zvjerokradstvo. Sitna divljač, zec, kamenjarka, koja se za jakih zima spuštala u niže dijelove lovišta, pronalazeći utočište u vrtovima, "ograjicama" i kamenim zidovima Senjana redovito je bila hvatana u zamke, "pod ploču" i drugim zabranjenim sredstvima. Donošenjem pravila udruge, a s njime i postavljanjem profesionalnih nadziratelja lova, to se "narodno zlo" stalo postupno iskorjenjivati, a broj članova udruge rasti. Da do većeg omasovljjenja članstva ipak nije došlo, razlogom su za ono doba odveć visoke članarine (48 kruna godišnje uz obvezu plaćanja posebnih pristojbi za odstrijeljenog srnjaka, zeca, kamenjarke). Iako su se pravila udruge mogla "prema potrebama na skupštini udruge nadopunjavati i mijenjati", Gradsko poglavarstvo Senja priznalo je udružu i kao takvu uključivalo u svoje planove i aktivnosti. Svojim aktom od 15. rujna 1901. ono je prosljedilo predsjedniku udruge Franji Krajaču okružnicu Hrvatske ornitoloske centrale sa zahtjevom da se članovi udruge uključe u akciju "motrenja pticah selicah u Kraljevini Hrvatskoj i Slavoniji".

## Zahvala

### Acknowledgements

Da je ovaj prilog potkrijepljen brojnim podacima i službenim dokumentima, poput pravila Lovačke udruge kotara senjskog, hvalu dugujem šumarskom savjetniku u miru Vlatku Skorupu, dipl. ing. šum. iz Senja.

## Literatura

### References

- Hirtz, M. (1921). Bilješke za lovnu faunu naših klimata. Lovačko-ribarski vjesnik (7–9):30–32.
- Krajač, F. (1896). K statistici lova. Lovačko-ribarski vjesnik V(3):34–35.
- Krajač, F. (1907). Doista nenađana i izvanredna lovina. Lovačko-ribarski vjesnik XVI(7):83–84.
- Marek, M. (1900). Lov i lovne prilike u Hrvatskom primorju. Lovačko-ribarski vjesnik IX(10):113–116.
- Schreiber, G. E. (1908). Na moru ulovljena vidra i divokoza. Lovačko ribarski vjesnik XVII(2):21.
- P.V. (1900). Ubijena stara i mlada medvjedica. Lovačko-ribarski vjesnik IX(): 123.

## Summary

Nine years after the foundation of the First Croatian Hunting and Fishing Association in Zagreb (1891), the *Hunting Club of the District of Senj* was established in Senj on August 6th, 1900. It was founded by several affluent Senj hunters, who were guided by the concept of "sensible hunting and hunting for pleasure", in line with the Club Rules. Based on the 1893 Hunting Act, in the very first year of its existence the Association took a lease on all the hunting grounds in the Senj District, including the town hunting ground, which, admittedly, did not have defined areas, but was a "pathway for migration birds". Franjo Krajač from the renowned Senj family of Krajač was appointed the Club's first president, together with five hunting inspectors, who were united in the task of putting a stop to poaching and illegal hunting activities. The most hunted game species included the European hare (*Lepus europaeus*), fox (*Canis vulpes*), stone marten (*Martes foina*), rock partridge (*Alectoris graeca*), grey partridge (*Perdix perdix*), common quail (*Coturnix coturnix*), woodcocks (*Scolopax sp.*) and wild duck. Roe deer were hunted in the upper parts of the hunting ground (Krivi Put, Vratnik), while the then unprotected brown bear (*Ursus arctos*), wolf (*Canis lupus*), wildcat (*Felis silvestris*) and European otter (*Lutra lutra*) were hunted only exceptionally and in minimal numbers. These wild animals would sometimes climb down as far as the bottom of the Senjska Draga canyon. Along with the Club members, other guests were also permitted to hunt the game and they were exempt from paying the hunting fee. If necessary, the club rules could be amended and complemented at an annual meeting.

**KEY WORDS:** the Senj county hunting club, hunting club rules, Senjska Draga, poaching, brown hare, rock partridge

# BATOKLJUN (*Coccothraustes coccothraustes* L.)

Mr. Krunoslav Arač, dipl. ing. šum.

Naraste u dužinu do 18 cm s rasponom krila oko 30 cm, te ima oko 60 g težine, pa je po veličini naša najveća zebovka. Spolovi su slični, ali ih možemo razlikovati prema boji perja. U oba spola dominira crvenkasto smeđa boja glave, prsa, bokova i trbuha koja je kod mužjaka više narančasta, a kod ženki više tamno smeđa. Grlo im je crno kao i vrhovi krilnih pera. Na krilima je široka bijela pruga koja je izrazito uočljiva u letu. Po građi mužjaci su neznatno krupniji. Mlade ptice su pjegavo sivo smeđe sa žučkastim tjemenom, grlom i vratom, te točkasto bjelkastim trbuhom. Kljun je izrazito krupan (po njemu je dobio naziv), čunjasta oblika i namijenjen je za drobljenje sjemena koštunica trešnje (pa ga često nazivamo i batokljun trešnjar), šljive, trnjine, masline, oraha, lješnjaka čijim se sadržajem hrani. Za drobljenje koristi silu veću od 700 N. Boja kljuna je tijekom zime svjetlo ružičasta, a u doba parenja sivo plava. Rep je kratak, plitko rašljast. Pjev mu je kratak, zvonak i nemelodičan. Boravi na području gotovo cijele Europe, osim Norveške, Finske, sjeverne i srednje Švedske, Škotske, Irske i Islanda te juga Italije. Vezan je za područja bjelogoričnih i

mješovitih šuma, parkove,drvoreda, groblja i vrtove. Vješto se kreće po tlu. Vrlo je plašljiv, pa ga je teže promatrati. Gnijezdi visoko na drveću na bočnim granama od travnja do srpnja. Gnijezdo je okruglasto, građeno od sitnih grančica koje su povezane lišajevima, a iznutra je obloženo s vlakancima travki i korjeničicima. Nese 2–7 bjelkastih jaja veličine oko 25 mm, koja na sebi imaju krupne tamne pjege. Na jajima sjedi ženka oko dva tjedna, a hranu joj donosi mužjak. Kada se izlegu, mlade ptiće u gnijezdu hrane oba roditelja oko dva tjedna, koji se potpuno osamostale nakon mjesec dana starosti. Odrasle ptice hrane se sjemenkama, zimi i pupovima, dok mladunce hrane s malim insektima. Nakon gniježđenja napušta područje i skita se u manjim grupama, a tijekom zime sjeverne populacije sele prema jugu. Zimi rado posjećuje hranilišta s drugim zebovkama i sjenicama.

Možemo ga opaziti na području čitave Hrvatske.

Batokljun je strogo zaštićena svojta u Republici Hrvatskoj.



Ženka batokljuna (Foto: K. Arač)



Mužjak batokljuna (Foto: K. Arač)



# PROF. DR. SC. JURA ČAVLOVIĆ: OSNOVE UREĐIVANJA ŠUMA

Dr. sc. Krunoslav Teslak

U travnju 2013. godine objavljen je novi sveučilišni udžbenik Osnove uređivanja šuma autora profesora dr. sc. Jure Čavlovića. Udžbenik (slika 1) opseg je 322 stranice, sadrži 1003 grafičkih prikaza, odnosno ilustracija, 32 tablice, 182 naslova korištene literature te kazalo pojmovnika (pojmovnik).

## O autoru

Dr. sc. Jura Čavlović redoviti je profesor Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, rođen 1963. godine u Garevici, okolica Sanskog Mosta. Od 1998. godine nositelj je većeg broja kolegija s područja uređivanja šuma na preddiplomskim, diplomskim te poslijediplomskim doktorskim i specijalističkim studijima. Samostalno ili sa suradnicima objavio je jedan sveučilišni udžbenik, jedan sveučilišni priručnik, jednu knjigu, više od 50 znanstvenih radova te više od 30 stručnih radova, studija i projekata u raznim domaćim i stranim publikacijama. Istraživanje rasta, razvoja i prirasta sastojina, strateško i operativno planiranje gospodarenja šumama u okolnostima narušene dobne, debljinske i sastojinske strukture te istraživanje stanja i mogućnosti unapređenja planiranja i gospodarenja nedovoljno iskorištenim resursima sitnih privatnih šuma, područja su obuhvaćena njegovim znanstvenoistraživačkim radom. Kao voditelj (mentor) znanstvenih magistarskih i doktorskih radova, recenzent znanstvenih projekata i radova, član znanstvenih društava i uredničkih odbora znanstvenih časopisa te nositelj ostalih dužnosti na visokom učilištu i u državnim institucijama, aktivno sudjeluje u promicanju i unaprjeđenju struke i znanosti područja uređivanja šuma.

## Sadržaj

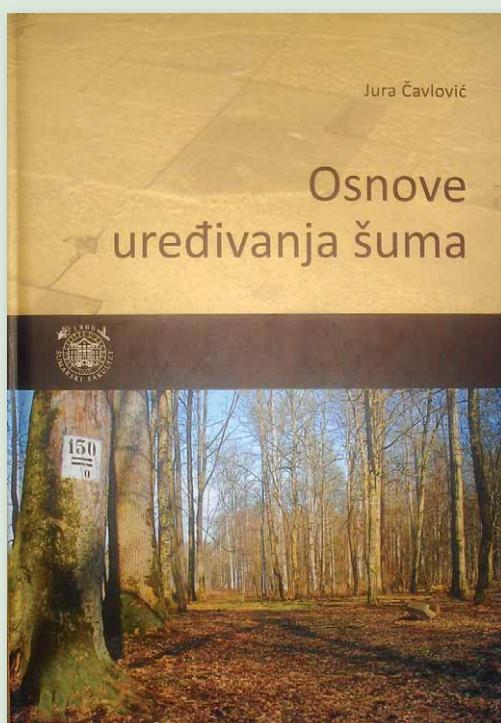
Udžbenik Osnove uređivanja šuma obrađuje opće, temeljne teme područja uređivanja šuma koje strukturno i sadržajno prate nastavni program istoimenog predmeta (predmeta Osnove uređivanje šuma) u sklopu preddiplomskog studija šumarstva. Spomenute osnovne teme uređivanja šuma zakružene u cjelinu autor donosi kroz devet poglavlja: 1. Uvod, 2. Nastanak i razvoj uređivanja šuma, 3. Elementi planiranja gospodarenja šuma, 4. Načelo potrajnosti gospodarenja, 5. Određivanje normaliteta šume, 6. Vrijeme kao sastavnica planiranja gospodarenja, 7. Prostor kao sa-

stavnica planiranja gospodarenja šumama, 8. Određivanje sjećivog prihoda (etata)-teoretske osnove i 9. Literatura.

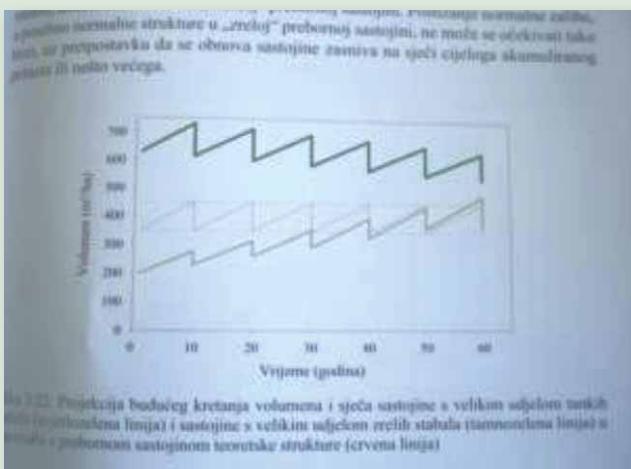
U poglavlju 1. **Uvod** (7 podpoglavlja, 20 stranica) obrađena je definicija i značenje uređivanja šuma, zatim ciljevi, začaće i nužnost uređivanja šuma te zasebno planovi gospodarenja s naglaskom na strukturu operativnih planova gospodarenja.

Razvoj uređivanja šuma u Evropi i Hrvatskoj prikazan je kroz poglavlje 2. **Nastanak i razvoj uređivanja šuma** (8 podpoglavlja, 25 stranica). Posebno se ističe sažeto, ali jasno opisan povjesni razvoj postupaka i metoda uređivanja šuma.

U poglavlju 3. **Elementi planiranja gospodarenja šuma** (9 podpoglavlja, 57 stranica) autor opisuje osnovne načine i vrste gospodarenja šumom, zatim definiciju te stanišna i strukturna obilježja sastojine. Osobitost ovog poglavlja predstavlja smislena potkrijepljenost teksta brojnim ilustra-



**Slika 1.** Sveučilišni udžbenik Osnove uređivanja šuma, autora prof. dr. sc. Jure Čavlovića – izgled korica



**Slika 2.** Sveučilišni udžbenik Osnove uređivanja šuma, autora prof. dr. sc. Jure Čavlovića – detalj

cijama strukturnog razvoja sastojina te usporedbe paralelog razvoja elemenata strukture različitih vrsta sastojina (slika 2).

Tradicionalno izrazito važan pojam potrajanosti u šumarstvu zasebno je obrađen u poglavlju **4. Načelo potrajanosti gospodarenja** (14 podpoglavlja, 26 stranice). Poglavlje obuhvaća općenito značenje potrajanosti kao i potrajanost gospodarenja šumama te njegov povijesni razvoj od tradicionalnih postupaka gospodarenja, preko održivog višenamjenskog gospodarenja šumama do gospodarenja ekosustavima. Nadalje, dotaknute su metode procjene ostvarenja održivog gospodarenja, kao i međunarodni procesi u funkciji ostvarenja održivog gospodarenja te prepostavke i ograničenja u provedbi načela potrajanosti u gospodarenju šumama. Navedene teme poglavlja samo su dijelom osnove uređivanja šuma, stoga ih autor opravdano donosi na način i s ciljem povezivanja i boljeg razumijevanja ostalih tema. Poznavanje teoretskog, ciljanog stanja šuma i sastojina, pretpostavka je donošenja ispravnih smjernica budućeg gospodarenja.

Postupci određivanja teoretskog stanja na razini šume i sastojine prikazani su kroz poglavlje **5. Određivanje normaliteta šume** (15 podpoglavlja, 51 stranica). Autor u poglavlju prikazuje određivanje normaliteta prema površini, drvnoj zalihi i broju stabala. Nadalje prikazuje određivanje normalne drvne zalihe prema više metoda za tri temeljna načina gospodarenja. Zasebno značenje ima prikaz određivanje normaliteta za raznoodobne šume posebice u kontekstu činjenice da je raznoodobno gospodarenje odnedavno uvedeno u operativnu primjenu u hrvatskom šumarstvu. Poglavlje je potkrijepljeno brojnim primjerima praktičnog rješavanja realnih problema vezanih uz normalitet iz operativne prakse.

Vremensko određivanje gospodarskih postupaka nezaobilazan je segment uređivanja šuma. Kroz poglavlje **6. Vri-**

jeme kao sastavnica planiranja gospodarenja

(22 podpoglavlja, 51 stranica) autor opisuje osnovne pojmove koji podrazumijevaju određeno vrijeme u gospodarenju šumama te zasebno vrijeme pri uređivanju regularnih odnosno prebornih i raznoodobnih šuma. Pojam zrelosti i vrste zrelosti u uređivanju šuma autor zasebno obrađuje. U poglavlju je osobito značajno definiranje vremenskog pojma relativne dobi, čija se važnost ističe u kontekstu sadašnjeg i budućeg strukturnog stanja prebornih šuma u Hrvatskoj. Opisano određivanje duljine ophodnje pri regularnom gospodarenju, kao i sjećivog promjera pri prebornom gospodarenju, potkrijepljeno primjerima, također je posebno značajno u okolnostima višeciljnog gospodarenja sastojima složenijih struktura.

Jednako kao vremensko određivanje gospodarskih postupaka nezaobilazan segment uređivanja šuma je i njihovo prostorno definiranje. U poglavlju **7. Prostor kao sastavnica planiranja gospodarenja šumama** (16 podpoglavlja, 45 stranica) prikazani su razlozi nužnosti prostorne razdiobe šuma. Nadalje nabrojane su i opisane prostorne jedinice razvrstavanja šumske površine, kao i osnovna te unutarnja prostorna razdioba šuma. Sve opisane prostorne kategorije potkrijepljene su suvremenim prostornim prikazima tj. realnim kartama iz planova gospodarenja različitih razina, od nacionalne do unutarnje razdiobe gospodarskih jedinica.

Polazeći od načela održivog gospodarenja šumama u kojemu je sjeća posljedica provedbe nužnih postupaka gospodarenja, tj. njege i obnove šumske sastojine u poglavlju **8. Određivanje sjećivog prihoda (etata)-teoretske osnove** (8 podpoglavlja, 23 stranice) autor prikazuje načine određivanja sjećivog prihoda za tri načina gospodarenja, odvojeno za razinu šume i razinu sastojina prema više metoda. Pritom ističe i primjerima potkrijepljuje najznačajnije metode kao i one pravilnicima propisane metode tj. u operativnoj primjeni.

Poglavlje **9. Literatura** (11 stranica) sadrži 182 navoda korištene domaće i strane literature. Od ukupnog broja korištene literature oko 40 naslova radovi su samoga autora, bilo samostalno ili sa suradnicima.

## Osvrt

Proteklo je pola stoljeća od objave prethodnog, šumarsima opće poznatog udžbenika Uređivanja šuma akademika Dušana Klepca. Pola stoljeća u kojima se svijet strelovito mijenja. Stanovništvo svijeta se utrostručilo, pritisak na prirodne resurse je ogroman itd. Paralelno svijest o očuvanju obnovljivih resursa nikad nije bila veća. Uređivanje šuma kao tradicionalna šumarska disciplina kontinuirano se prilagođava novim okolnostima i ciljevima gospodarenja šumama. Ponajprije se to očituje kroz uporabu suvremenih



**Slika 3.** Sveučilišni udžbenik Osnove uređivanja šuma, autora prof. dr. sc. Jure Čavlovića – detalj

metoda i sredstava u izmjeri šuma, ali i u izradi suvremenih planova gospodarenja koje obilježava multifunkcionalnost i prilagodljivost.

Svjedoci smo da su sve veće površine pod nekim oblikom "zaštite" što uvelike mijenja (ograničava) gospodarenje šumama. Pomicanje naglaska s ostvarivanja prihoda od drva na alternativne prihode (turističke, rekreacijske, sporedni šumski proizvodi...) uz ograničavanje gospodarenja šumama, neminovno postavlja pred uređivanje šuma sve veće zahtjeve. Razvoj privatnih šumoposjednika tj. privatnog šumarstva također zahtijeva prilagodbu planiranja gospodarenja, uvažavajući posebnosti malih privatnih šumposjeda odnosno nepovredivosti privatnog vlasništva. Prikazani raznodobni način gospodarenja kroz definiranje normaliteta i planiranje postupka gospodarenja na razini sastojine i šume, novost je u hrvatskom šumarstvu te je zaseban doprinos ovoga udžbenika.

Profesor Čavlović zaokružuje u cjelinu način i vrste gospodarenja šumama, elemente i obilježja razvoja sastojinskih struktura, teoretske modele šuma, vremenske i prostorne sastavnice uređivanja šuma te teoretske osnove određivanja

sjećivog prihoda uz načelo potrajnosti gospodarenja šumama i prikaz povijesnog razvoja uređivanja šuma. Iako su to opće i osnovne teme uređivanja šuma, obrađene su i prikazane u svjetlu suvremenih okolnosti planiranja i gospodarenja šumama. Načela održivog, višenamjenskog i sveobuhvatnog i prirodi bliskog gospodarenja šumama, protkana su kroz sve teme ovoga udžbenika.

Citatelj će lako primijetiti da ovaj udžbenik nije nastao samo pisanjem autora tijekom nekoliko proteklih mjeseci. Brojnim primjerima potkrijepljen tekst, uz mnoštvo odličnih grafički prikaza i ilustracija (slika 3) te tablica rezultat je cjelokupnog dosadašnjeg stručnog i znanstvenog rada profesora Čavlovića. Primjeri rješenja realnih problema uređivanja šuma posebno su značajni za studente šumarstva, ali i kolege praktičare. Usklađenost pojmove i metoda opisanih u udžbeniku s aktualnim zakonskim i podzakonskim aktima zasebno je vrlo važna glede praktične primjenjivosti. Kvalitetan pojmovnik (kazalo) omogućava brzo snalaženje i pregled teksta, a brojna korištena literatura pronađetak širokog stručnog i znanstvenog štiva vezanog za uređivanje šuma iz cijelog svijeta.

Posebno nas raduje najava autora (u predgovoru) u očekivani, skri nastanak i objavu strukturno i sadržajno složenijeg udžbenika s tematikom šumskogospodarskog planiranja, odnosno planiranja gospodarenja ekosustavima općenito, područja koje se u svijetu intenzivno razvijaju. Do tada ovaj udžbenik ima zadatku biti temeljni izvor spoznaja vezanih za uređivanje šuma, ali i šumskogospodarsko planiranje u Republici Hrvatskoj.

Uređivanje šuma, djelatnost je koja objedinjuje sve šumarske discipline, a zahvaća i brojne druge. Stoga svim šumarskim stručnjacima, znanstvenicima te onima koji to namjeravaju postati, kolegama studentima, ali i drugima koji žele razumjeti šumarstvo, preporučujemo ovaj izvrstan udžbenik. Šumarstvo, a posebno uređivanje šuma iziskuje od čovjeka mnoštvo vještina, stoga nemojte biti razočarani ako pri prvom čitanju ne proniknete u sve. Uvijek se možete vratiti i ponovo pročitati. Tome udžbenici i služe.



# SOKOLOVIĆ, ĐŽ., M. BAJRIĆ: OTVARANJE ŠUMA

Izu. prof. dr. sc. Dragutin Pičman

Ove je godine tiskan sveučilišni udžbenik čiji je izdavač Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu. Autori udžbenika su doc. dr. Dževada Sokolović i doc. dr. Muhamed Bajrić, a recenzenti su bili su izv. prof. dr. sc. Dragutin Pičman i prof. dr. Safet Gurda. Obim knjige je 250 stranica, grafički dobro opremljena i tvrdo ukoričena.

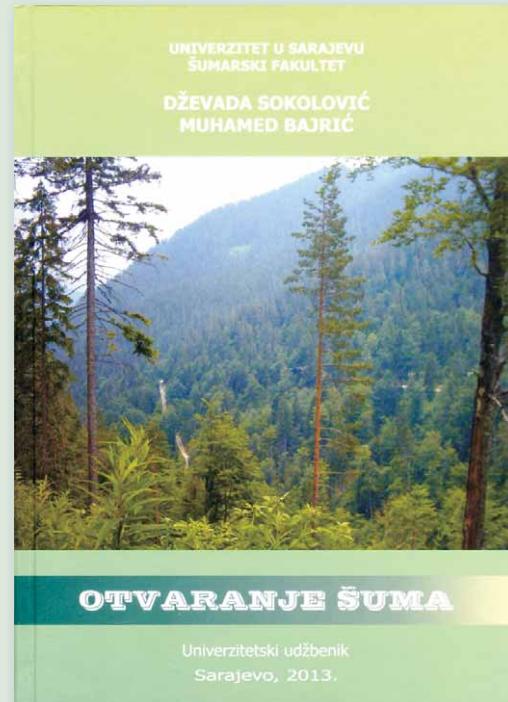
U **prvom poglavlju** detaljno se navodi povijesna kronologija otvaranja šuma u FBiH od 18. stoljeća do današnjih dana. Kako se otvaranje šuma ne provodi samo šumskim prometnicama, autori su vrlo kratko objasnili ulogu javnih cesta u otvaranju šuma. Za otvorenost šuma u europskim zemljama i svijetu autori koriste literarne navode, počevši od šezdesetih godina dvadesetog stoljeća.

U **drugom poglavlju** obrađuju se svi relevantni zakoni u FBiH vezani za izgradnju šumske transportne infrastrukture. Čitatelj se upoznaje s pretpostavkom kako pravilna izgradnja šumske transportne infrastrukture može biti ključ za uspostavljanje i razvoj modernog gospodarenja šumom. Pri tomu se navodi, kako se otvaranje šuma izvodi u skladu s opisanim zakonskim okvirima koji omogućuju osiguranje dugoročnog održivog razvoja šume kao prirodnog resursa.

U **trećem poglavlju**, metodološki podijeljenom u tri dijela, obrađuje se šumska transportna infrastruktura:

- podjela šumske transportne infrastrukture;
- tehnologije i metode snimanja i mjerjenja šumske prometnice;
- transport drveta.

Grafički je vrlo lijepo prikazana osnovna podjela šumske prometne infrastrukture sa svim kategorijama primarne i sekundarne šumske mreže. Primarnu šumsku mrežu predstavljaju šumski putovi koje dijele prema svrsi, funkcionalnosti i prometnom opterećenju. Za šumske ceste detaljno su obrađeni pojedini osnovni tehnički elementi, poprečnog i uzdužnog presjeka, uz navođenje tehničkih objekata odvodnje, kao što su mostovi i cijevni propusti. Sekundarna mreža je posebice kvalitetno obrađena kroz podjelu ove vrste šumskih prometnica, njihove tehničke elemente i značenje. Za svakog korisnika ove znanstvene



i stručne literature bit će vrlo interesantan dio sekundarne mreže u kojem se obrađuju šumske žičare. Tehnologije mjerjenja i snimanja dijele na klasične i suvremene, a posebno detaljno obrađuje se najnovija tehnologija primjene GIS-a i GPS-a u šumarstvu, kako kod snimanja elemenata šumske prometne infrastrukture, tako i kod inventarizacije i kategorizacije šumskih putova. Transport drva obrađuju kroz različite faze rada.

U **četvrtom poglavlju** obrađuju se osnovni parametri koji su od osobite važnosti za proces otvaranja šuma. Govori se o apsolutnoj otvorenosti, srednjoj transportnoj udaljenosti privlačenja i primicanja. Kod otvorenosti šuma vrlo detaljno se obrađuje pojam relativne otvorenosti šuma, gdje se prikazuje izračun, karakteristike i osnovne značajke. U ovom se poglavlju opširno obrađuje primjena osobnih računala u fazi otvaranja šuma, korištenjem tzv. "bafera". Kao rezultat dobije se kvalitetna otvorenost i koeficijent efikasnosti otvaranja. Poglavlje se posebno odlikuje vršnim grafičkim prikazima i tehničkim rješenjima.

**Peto poglavlje** obrađuje različite vrste otvorenosti šuma, kako se one izvode i koji su konačni rezultati. Prikazuju se podaci o minimalnoj otvorenosti šuma i načinima postizanja optimalne otvorenosti šuma s nekim podacima iz strane šumarske znanosti i prakse.

U **šestom poglavlju** autori uvode čitatelje u izradu planova otvaranja šuma, gdje ih potanko upoznaju sa strateškim planovima, s posebnim naglaskom na FBiH. Šumarski stručnjaci će na jednom mjestu naći detalje za izradu strateškog plana otvaranja šuma sa svim potrebnim elementima. Objasnjava se izrada Studije primarnog i sekundarnog otvaranja šuma. Detaljno obrazlažu sve nepoznanice koje se mogu pojaviti pri izradi Studije primarnog otvaranja šuma, kao i faze operativnog planiranja. Objasnjavaju i analiziraju postojeće stanje, te uvode korisnike u analizu pojedinih terenskih i sastojinskih utjecajnih čimbenika na izradu plana otvorenosti šumske površine. Obrađuju postavljanje idejnih trasa šumskih kamionskih putova, traktorskih putova i vlaka s konačnim rješenjima otvaranja. Vrlo interesantno objasnjavaju vrste i načini korištenja šumskih prometnica od šumarstva do čitavog niza ostalih korisnika. Na kraju se daje izbor konačnog rješenja otvaranja, uz odluke o prioritetima i redoslijedu gradnje. Autori nadalje detaljno prikazuju realizaciju dugoročnih planova otvaranja šuma primarne i sekundarne mreže. U trećem dijelu ovoga poglavlja razrađuju Studiju sekundarnog otvaranja šuma koja se izvodi radi privlačenja drva. Prikazane su geološko-pedološke cjeline, kriteriji valoriza-

cije privlačenja, metode izrade tehnološke tipizacije terena kao osnove kvalitetne izrade sekundarnog otvaranja šuma.

**Sedmo poglavlje** obrađuje optimizaciju mreže šumskih putova kroz klasične i suvremene metode optimizacije. U klasičnim metodama autori opisuju čitav niz domaćih i stranih autora, koji su na različite načine pristupali rješavanju ovog "gorućeg" problema šumarske znanosti i prakse iz područja otvaranja šuma. Obrada suvremenih metoda optimizaciju ukazuje na poznavanje i studioznost pristupa i uporabe ovih modernih, kao vrlo kvalitetnih, točnih i učinkovitih metoda. Kao i kod klasičnih metoda koriste velik izbor svjetskih izvora literature, što čitatelju dodatno olakšava praćenje ove problematike.

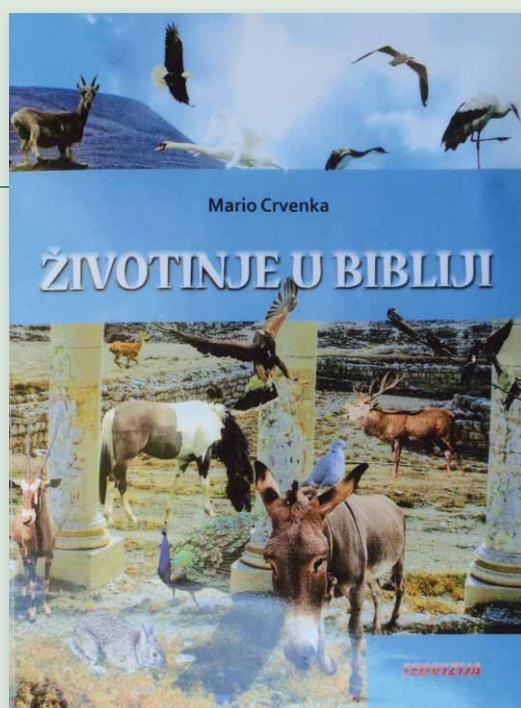
U **osmom poglavlju** autori su izradili i obrazložili Case study – studiju primarnog otvaranja šuma, na konkretnom primjeru jedne gospodarske jedinice – GJ "Plješevica". Ovdje su korak po korak prikazali što je sve potrebno prikupiti i analizirati, od postojećih podataka o šumskoj površini, sa stojni i čitavom nizu utjecajnih čimbenika važnih za otvaranje šuma. Pri objašnjenjima koriste podatke i grafičke prikaze dobivene pomoću osobnog računala, što ukazuje na moderan pristup rješavanju ovoga problema. Po završetku svih analiza, kao prijedlog daju dvije inačice primarnog otvaranja šuma. Na samom kraju ovoga poglavlja autori kroz rezultate otvorenosti i ekonomski kriterije, uspoređuju dobivene rezultate teoretskog modela otvaranja i sadašnju poboljšanu mrežu šumskih putova.

## FRA CRVENKA, M.: ŽIVOTINJE U BIBLIJI

Alojzije Erković, dipl. ing. šum.

Krajem travnja ove godine u franjevačkom samostanu u Slavonskom Brodu predstavljena je knjiga pomalo neobičnog naslova – *Životinje u Bibliji*. Riječ je o djelu doktora biokemijskih znanosti, teologa fra Marija Crvenke, prvoj u nizu knjiga istog autora iz trilogije *Životinje, biljke i minerali*. S koliko je pedantnosti i konciznosti autor pristupio izradi ovoga djela rječito govori podatak da se služio prijevodima katolika, protestanata i židova, Lutherovom starom Biblijom, židovskom Torom, Septuagintom i Vulgatom te jeruzalemskom Biblijom u izdanju Kršćanske sadašnjosti.

U toj grafički dopadljivoj i bogato ilustriranoj knjizi obima 172 stranice u izdanju zagrebačke Teovizije, opisane su sve



životinje, njih 150, koje se spominju u Bibliji, bez obzira bile one domicilne ili introducirane, bilo da je riječ o sisavcima, pticama, gmazovima, ribama, vodozemcima, pa i insektima. Tako se u popisu nalazi i lav, jer je u biblijsko vrijeme živio na području Izraela, ali i žaba, šišmiš, mrav, pijavica, som. Životinje su poredane po hrvatskoj abecedi, označene točno gdje se nalaze u Bibliji, te uz hrvatsko navedena su i imena na latinskom, hebrejskom, aramejskom i grčkom jeziku.

Životinje u Bibliji zauzimaju vrlo značajno mjesto, ustvrdit će u Uvodniku dr.sc. Crvenka. "Ribe i ptice stvoril Bog petog dana, a pitome i divlje životinje zajedno s čovjekom sebi sličnim šestog dana. Čini se da ovaj izraz sebi sličnim ublažava pojам "slike" i time isključuje jednakost. Konkretan izraz "slika" označava fizičku sličnost, kao što je ona između Abrahama i njegova sina. Taj odnos prema Bogu izdvaja čovjeka od životinje, štoviše, pretpostavlja opću sličnost po naravi, razumu, volji, moći; čovjek je osoba. To priprema višu objavu: čovjekovo dioništvo u Božjoj naravi po milosti.... U Novom zavjetu Isus koristi slike iz životinjskog carstva kao ogledalo ljudskih odnosa. Ovdje se odmah misli na sliku o devi i iglenim ušicama ili o pticama koje hrani nebeski Otac".

Kao najvažniju ulogu životinja u Bibliji autor vidi u njihovoj podjeli na čiste (košer) i nečiste životinje, što će reći na one čije se meso smije jesti i na one koje su zabranjene za jelo. Tako u židovskom Levitskom zakoniku, u dijelu u kojem se govori o "čistim i nečistim" životinjama, uz danje ptice grabljinice uvršten je i tetrijeb. Potvrđuje to i Ponovljeni zakon koji izrijekom zabranjuje konzumiranje mesa ove šumske koke. S druge pak strane skakavci, koji su činili enormne štete na žetvenim površinama, mogli su se kao "čiste" jesti u starom Egiptu!

Dok u Novom zavjetu Isus ispravno koristi slike iz životinjskog svijeta kao ogledalo ljudskih odnosa, knjiga upućuje na neznanstveno imenovanje životinja općenito u Bibliji, posebno u Starom zavjetu. Objasnjeno je to na primjeru zeca. U Levitskom zakoniku čitamo "arn ebet", iako preživa, razdvojena papka nema – za vas je nečist. Što je zapravo "arnebet"? Tora kaže to je zec (*Lepus quoque*), iako preživač, neka je nečist. Zec (arnebet) sigurno nije preživač. Starozavjetnog pisca je na taj krivi zaključak doveo zečji običaj da stalno miče nosnicama.

Knjiga Marija Crvenke "Životinje u Bibliji" zasigurno je zanimljivo štivo s kojim se do sada nismo susretali. Valja je uzeti u ruke i pročitati. Bit će to zasigurno obogaćeni.

## L'ITALIA FORESTALE E MONTANA

### (ČASOPIS O EKONOMSKIM I TEHNIČKIM ODNOSIMA – IZDANJE AKADEMIJE ŠUMARSKIH ZNANOSTI – FIRENZE)

*Frane Grošić, dipl. ing. šum.*

Iz broja 3 svibanj–lipanj 2013 izdvajamo:

#### Kongres o gospodarenju šumama Sardinije: uloga i perspektive šumske uprave Cagliari, 25 siječnja 2013.g.

Kongres je organizirala šumska uprava Sardinije, u suradnji s Akademijom šumarskih znanosti i Kreditnom bankom Sardinije.

Kongres je otvorio GIORGIO VIRGINIO MURINO predsjednik šumske uprave Sardinije, pozdravio sve sudionike kongresa i zahvalio im na suradnji.

Predsjednik je naglasio da u radu kongresa politika ima marginalnu ulogu, no, nazočnost velikoga broja eminent-

nih znanstvenika i stručnjaka sigurno doprinijet će boljoj perspektivi u gospodarenju šumama Sardinije i radu šumske uprave.

Posebno je naglasio velike napore koje su radnici šumske uprave uložili tijekom 2012.g. u gašenju požara i očuvanju šuma u više od 3000 intervencija na 220.000 ha državnih, općinskih i privatnih šuma. Unatoč teškim socijalnim prilikama, smanjenju prava iz kolektivnog ugovora, uzrokovanim općom krizom, radnici i službenici šumske uprave suprotstavili su se vatrenoj stihiji radi zaštite okoliša i šuma te opće sigurnosti.

Pozvao je sve, od radnika do predsjednika, da sa svom raspoloživom sinergijom sudjeluju u poboljšanju gospodarenja

vrijednim nasljeđem. Uspješan rad kongresa zaželio je prof. MAURO CONI povjerenik općine Cagliari i dr. GILBERTO MURGIA direktor šumske uprave Sardinije.

### Orazio Ciancio: Sustavno šumsko gospodarenje u mediteranskom okružju

Šumska problematika mediteranskog okružja je toliko široka, da površna istraživanja ne mogu ni približno rješavati fundamentalne kontakte čovjeka i šume. Bilo bi prejednostavno i neučinkovito tu problematiku rješavati tehničkim mjerama, jer bi to bilo negiranje kulture napretka. U šumarskom svijetu, u Italiji, a i drugdje, do sada je prevladavao tehnokratski i produktivistički model, čiji je maksimalni doseg bio očuvati nisku proizvodnu učinkovitost šume. Zbog toga je i važan ovaj kongres, jer je otvorena mogućnost za nove smjernice za napredak šumskog sektora: prihvaćanje znanstvenog pristupa prirodnim fenomenima, očuvanje strukture i biološke raznolikosti šume. Kongres bi trebao donijeti "otvoreni projekt" koji podrazumijeva prijelaz s teorije na praksu.

U odnosu na drveće i šumu, mediteranska kultura ima poseban odnos, to je istovremena mržnja i ljubav, koji proizlaze iz dugovremene borbe za preživljavanje. Protiv drveća i šuma mediteranski čovjek je vodio duge borbe, ostvarivao privremene pobjede, koje su često imale katastrofalne posljedice, a koje su se osjećale dugo vremena. Promjene za šumu bile su nepopravljive: promjena kulture, stvaranje velikih pašnjačkih površina, neracionalna korištenja, izloženost požarima i eroziji. Velike površine su ogoljene ili degradirane, a požari su postali svakodnevica koja više-manje nije novost, unatoč tomu što gori vrijedno dobro. Mediteranske šume predugo su loše tretirane, te je krajnje vrijeme za drukčiji pristup: proučavanje prirodnih fenomena, promatranje razvoja ekosustava, pomaganje prirodnim procesima, te naučiti ne stvarati ekstremne stresove za prirodne ekosustave.

Priroda ima pravu unutarnju vrijednost, a čovjek je njen sastavni dio, s čime je izravno i neizravno povezano sustavno šumarstvo, znanost koja se bavi proučavanjem, uzgojem i korištenjem šuma.

Ciljevi sustavnog šumarstva su:

1. Održavanje šumskih sustava u ravnoteži s okolišem.
2. Očuvanje i povećanje biološke raznolikosti i općenito složenih sustava.
3. Usuglašenost aktivnosti s ostalim sustavima s kojima se šuma nalazi u interakciji.

Postoje kriteriji za korištenje obnovljivih resursa:

- Korištenje ne može prelaziti brzinu koja je potrebna za regeneraciju obnovljivih resursa.
- Ne smije se umanjiti razvojne mogućnosti sustava.
- Ne smije se umanjiti biološka raznolikost.

– Treba voditi brigu o zaštiti tla, poboljšanju kvalitete zraka i vode, smanjenju emisije stakleničkih plinova i ublaženju klimatskih promjena.

Gospodarenje šumama u trećem tisućljeću treba biti po konceptu održivosti i povećanju složenosti sustava u ravnoteži s okolišem.

Koncept gospodarenja šumom modificira se u koncept gospodarenja ekosustavom, u kojemu se treba naglasiti povezanost čovjeka i prirode. Šuma ima vrijednost u sebi, kojoj treba dodati novu dimenziju: kulturnu dimenziju.

### Raffaello Giannini: Očuvanje genetske raznolikosti i globalne promjene

U ime modernizacije i veće civilizacije, čovječanstvo sve više izlaže opasnosti okoliš koji ga okružuje. Korištenje fosilnih goriva na koje se oslanja aktualni ekonomski razvoj, na kraju kritičke analize daje sumnjive rezultate u odnosu troškovi-korist, što će biti potvrđeno tek u budućnosti.

Potvrđena je izravna međusobna veza između globalnih promjena (intenzitet oborina, koncentracija CO<sub>2</sub> i ozona u atmosferi, povećanje ultravioletne radijacije i promjena temperature) i onečišćenja okoliša zbog antropološke djelatnosti. Stanje okoliša našeg planeta traži hitne intervencije za saniranje stanja i povećanje sigurnosti za okoliš.

Klimatske promjene u raznim oblicima djeluju na veće organizme kao što je šumsko drveće, utječu na kapacitet priлагodbe, mijenjaju obilježje i rasprostranjenost populacija. Ti procesi mogu biti brzi sa drastičnim posljedicama, a mogu trajati vrlo dugo.

Razvojni procesi rodova *Fagus*, *Quercus*, *Prunus*, *Fraxinus* imaju utvrđene fenološke cikluse, obilježene obveznim stanjem mirovanja u hladnom periodu. Skraćivanje tog perioda zbog povećanja temperature negativno djeluje na hormonalne aktivnosti, tako da je u pitanju kvaliteta cvjetanja, koje može biti i potpuno blokirano. Stabla će preživjeti, ali ne i njihov regenerativni kapacitet, pa je odumiranje samo odgođeno.

Već 1991.g. znanstvenici SAD-a i Kanade predvidjeli su moguću novu situaciju koja bi se mogla dogoditi zbog globalnog zatopljenja, a to je premještanje areala rasprostranjenosti pojedinih vrsta. Takve promjene rasprostranjenosti vrsta još će se više očitovati u mediteranskom okružju, gdje će se znatno smanjiti biološka raznolikost i nestanak mnogih autohtonih vrsta.

Šumsko drveće su organizmi velikih dimenzija i prisiljeni su biti nepokretni cijeli život. Brzina osvajanja novog prostora je vrlo niska, posebice kod vrsta koje:

- postižu plodnost u kasnoj dobi (70–100 g.),
- proizvode teško sjeme koje pada uglavnom u području projekcije krošnje,
- imaju dug ciklus nasljeđivanja (300–400 g.).

To obvezno "boravljenje" ne može biti slučajno. Moguće je da je uspostavljeno evolutivnim tokom, dajući određenu ulogu pojedinim komponentama kako bi razvile prikladne genotipove za različite promjene, stvarajući genetsku strukturu vrste. To potvrđuje potrebu za proučavanjem genetske raznolikosti (stabala) te shvatiti njihovu važnost.

Rezultati istraživanja odnosa između djelovanja ekosustava i biološke raznolikosti su sve više dostupne.

Međusobni odnosi između tla, atmosfere i vegetacije odgovorni su za funkcionalnosti procesa koji se u njima događaju i koji omogućuju preživljavanje. Treba imati veliku kritičnost na eventualni gubitak raznolikosti, jer se na genetskoj razini ona ne može obnoviti.

Antropološki utjecaj na okoliš ima za posljedicu smanjenje bogatstva vrsta i zbog toga ograničava djelovanje ekosustava.

Zaštita genetske raznolikosti je primarna, jer je ona rezultat evolucije koja je trajala 4,5 milijarde godina. Posebno treba naglasiti da je drveće zbog svojih bioloških karakteristika izloženo heterogenim uvjetima okoliša koji su se mijenjali tijekom vremena.

Ekosustavi Sardinije sa znanstvenog stajališta predstavljaju vrijedan uzorak mediteranskog okružja, jer se nalaze na vrhu biološke raznolikosti, što potvrđuju brojni relikti i endemi. Zbog toga je potrebno predvidjeti aktivnosti za očuvanje ekosustava i otklanjanje prijetnji za odumiranje vrsta.

### **Pietro Luciano, Antonio Franceschini: Fitosanitarne opasnosti i strategija obrane u šumskim sastojinama Sardinije**

Šumske površine zauzimaju gotovo polovinu ukupne površine Sardinije. Na oko 1,2 milijuna ha šuma na mediteransku makiju otpada oko 640.000 ha, 49.000 ha su četinjače, 25.000 ha šume kestena, eukaliptusa i kulture kalabrijskog bora. Šume listača: hrasta medunca, česmine i plutnjaka rasprostranjene su na površini od 500.000 ha.

U prošlosti su glavni sanitarni problemi šumskih populacija uzrokovani epidemijskim napadom *Cryphonectria parasitica* (Murrill) na kestenu i periodičnih napada insekata defoliatora. Od 1990.g. sanitarni uvjeti sardinijskih šuma, posebno hrastova, su pogoršani.

Fitopatološke opasnosti posebno se odnose na *Biscogniauxia mediterranea* uzročnik "ugljeničkog raka" i *Diplodia corticola* uzročnika raka i sušenja krošanja hrastova. Upozoravajuće je i pogoršanje u odnosu na širenje napada *Phytophthora* spp. uzročnika truleži korijena i raka kore na kestenu, hrastovima i raznim vrstama mediteranske makije.

Što se tiče područja entomologije, najveće opasnosti prijeti od napada *Lymantria dispar*, *Malacosoma neustria* i *Tortrix viridana* na raznim vrstama hrasta i *Thaumetopoea pityocampa* na borovima. Među ksilofagnim kornjašima naznačena je opasnost od *Platypus cylindrus* za plutnjak i *Tomicus destruens* za borove, koji se smatra najvećom opasnošću za sardinjske borove zbog sve više ostarjelih nasada pinije u privatnom vlasništvu, kao i na društvenom vlasništvu koji nije pod nadzorom šumske uprave.

Na previše intenzivno prorijedenoj površini borovih sastojina (50 %) dogodio se intenzivan napad potkornjaka *Ips sexdentatus* (Borner) na biološki oslabljenim stablima, što je zahtijevalo primjenu borbe pomoću "lovnih stabala".

Dobri rezultati borbe protiv insekata postignuti su biološkom metodom protiv *Dryocosmus kuriphilus* u kestenicima i *Ophelimus maskelli* i *Glycaspis brimblecombei* u kulturama eukaliptusa.

Već 2007.g. pojavio se intenzivan napad *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) na nasade palma (uzročnik uginuća palma datulja na Kanarima) s ozbiljnom prijetnjom za patuljaste palme koje se spontano obnavljaju na sjeveroistoku otoka. Kemijska sredstva su isključena zbog zaštićenog područja, pa se napadnute palme sijeku i pretvaraju u čips.

Fitosanitarno stanje šumskih sastojina Sardinije ne bi trebalo potcijeniti. Prve mjere trebale bi biti kontrola prometa drvnih proizvoda i zabrana uvoza neokoranog drveta, posebice borova. Zatim, hitno treba uspostaviti mrežu monitoringa s primjenom zamki s feromonom (posebice u sastojinama primorskog bora, blizini luka i pilana).

Prijedlog za informativni sustav već je uspostavljen osvanjem Odjela za obranu okoliša pri Poljoprivrednom fakultetu Sveučilišta Sassari, koje doduše ne može biti operativno bez uključenja šumske uprave Sardinije i Državnih šuma. Predviđa se zapošljavanje specijalista-stručnjaka s punim radnim vremenom radi osiguranja sigurnosti i očuvanja šumskih resursa Sardinije, koje je od posebne važnosti za život otoka i zapošljavanje tisuća radnika u šumskom sektoru.

### **Michele Puxeddu: Šumska uprava: gospodarenje šumom i nove inicijative za Sardiniju**

Šumska uprava Sardinije osnovana je prije gotovo 15 godina, no tek je u posljednje vrijeme analizirano stanje nakon provedenih mjera po Regionalnom zakonu iz 1999.g. Analiza je obuhvatila mjere koje su primjenjene u gospodarenju kako bi se zadovoljili ciljevi koje predviđa Regionalni plan šumarstva i okoliša, usklađenog s Odlukom regionalnog odbora br. 53/9 iz 2007.g.

Šumska uprava gospodari sa 222.400 ha administrativnog područja i zapošjava 6.750 radnika. Od te površine 38 % otpada na državno vlasništvo, 42 % je komunalno vlasništvo u koncesiji, a ostalih 20 % je privremeno zauzeto (regionalna odredba br. 3267).

Od 220.000 ha kojima gospodari Šumska uprava, 120.000 predstavljaju takozvane "visoke" šume, a ostalo su šumska zemljišta pokrivena rijetkom i niskom šumom, šumarcima, grmljem i makijom. Sve u svemu može se reći da Šumska uprava gospodari teritorijem "bogatim siromašnom šumom". Potrebno je puno vremena da samo neka od tih područja postignu stanišne uvjete koji bi omogućili uspješan razvoj u šumu, koja je složeni biološki sustav sposoban proizvoditi biomasu i obavljati funkcije hidrološke zaštite, uskladištenje ugljika, očuvanje izgleda krajolika ili vrednovanje nove "green economy". Zato uzgajivač koji radi u takvim uvjetima teškog privređivanja treba provoditi kontinuirani monitoring stanja u šumi, kako bi naučio da svaka intervencija predstavlja nastavak prethodne i predviđenog za novu.

Šumska uprava Sardinije u gospodarenju šumom poduzima značajne aktivnosti za smanjenje degradiranosti šuma, povećavajući intenzitet pošumljavanja, melioraciju i obnovu šuma. Na najviše degradiranim ili na opožarenim površinama provodi se pošumljavanje i to u prosjeku 500 ha/godišnje, s ciljem ostvarenja osnovnih načela:

- nastojati omogućiti objektivno funkcioniranje ustava,

- usuglasiti odnos unesenih četinjača s autohtonim hrastovima, nastojeći održati dosadašnju fisionomiju šume, posebice u zonama niske produktivnosti i
- uporaba vrsta završne faze prirodne evolucije u zonama s povoljnim ekološkim karakteristikama.

U usporedbi s uvjetima pošumljavanja do 80-ih godina prošloga stoljeća, sada se pruža mogućnost uporabe mehanizacije, što omogućuje kvalitetnije obavljanje radova.

Također su poduzete mjere za provođenje šumske certifikacije, što je već ostvareno u prošlom stoljeću. Sada se pruža mogućnost uporabe mehanizacije, što omogućuje kvalitetnije obavljanje radova.

Također su poduzete mjere za provođenje šumske certifikacije, što je već ostvareno na površini od 8.500 ha. Šumska uprava u cilju znanstvenog istraživanja i inovacija u šumarstvu surađuje s više sveučilišta i drugih institucija, poput Akademije šumskih znanosti i Nacionalnog istraživačkog odbora.

Šumska uprava nastavit će djelatnosti i u budućnosti, potvrđujući postignute rezultate, uz požrtvovno zalaganje svih zaposlenika, profesionalno orientiranih za unapređenje šumarstva i dobrobiti Sardinije.

## 10. SIMPOZIJ EDGG-A (*EUROPEAN DRY GRASSLAND GROUP*) ZAMOŚĆ (POLJSKA) – OČUVANJE I RESTAURACIJA TRAVNJAKA

*Prof. dr. sc. Jozo Franjić, dr. sc. Daniel Krstonošić*

U razdoblju od 24–31. svibnja 2013. godine sudjelovali smo na 10. godišnjem simpoziju EDGG-a (*European Dry Grassland Group*) koji je održan u gradu Zamośću na jugoistoku Poljske. Glavna tema ovogodišnjega simpozija bila je *Očuvanje i restauracija travnjaka*. Budući da je ova tema vrlo aktualna na području cijele Europe, a i šire, većina prezentacija ukazivala je na sve veću ugroženost ovih floristički i općenito biološki vrlo bogatih sekundarnih staništa. Pred-

lagana su brojna znanstvena i aplikativna rješenja u svrhu očuvanja i održivosti travnjačkih staništa. Na simpoziju je bilo 135 sudionika iz 23 zemlje, a predstavljeno je 77 prezentacija (21 usmeno izlaganje i 56 postera). Mi smo sudjelovali s prezentacijom pod naslovom *Ecology and syntaxonomy of mesic and dry grasslands of the colline area in NE Croatia* (Ekologija i sintaksonomija mezofilnih i kserofilnih travnjaka brdskoga područja sjeveroistočne Hrvatske).





Slika 1. Središnji trg u Zamošću.

Tijekom simpozija održana je trodnevna stručna ekskurzija na kojoj smo se upoznali s vegetacijom kserotermnih travnjačkih zajednica na području između rijeka Bug i Vistule. Prvi dan ekskurzije posjetili smo rezervat *Popówka*, značajan po zajednicama suhih travnjaka razreda *Festuco-Brometea*, ali i po jednoj od najvećih populacija šarene zemne

vjeverice (*Spermophilus suslicus*) na području Europe. Po-sjetili smo i područje uz tok rijeke Bug u blizini sela Czumów i Gródek, značajno po poplavnim šumama i vlažnim livadama iznad kojih se izdiže strma lesna obala prekrivena suhim travnjacima asocijacije *Thalictro-Salvietum pratensis*. Ovo područje ujedno je i dom mnogim zaštiće-



Slika 2 i 3. Područje uz tok rijeke Bug, značajno po poplavnim šumama i vlažnim livadama iznad kojih se izdiže strma lesna obala prekrivena suhim travnjacima asocijacije *Thalictro-Salvietum pratensis*.



Slika 4. *Echium russicum*.

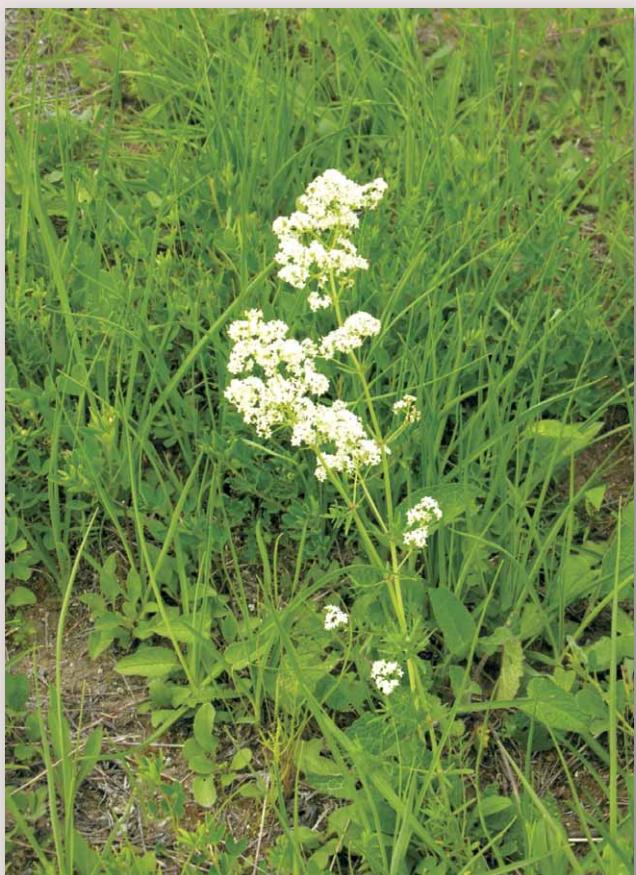


Slika 5 i 6. Obalno područje rijeke Sołokija, uz selo Żurawce značajno po strmim lesnim padinama prekrivenim fragmentima polusuhih travnjaka sveze *Cirsio-Brachypodion pinnati*.

nim vrstama poput – *Peucedanum alsaticum*, *Nepeta pannonica*, *Verbascum phoeniceum*, *Gentiana cruciata*, *Adonis vernalis*, *Anemone sylvestris*, *Campanula bononiensis*, *Orcis militaris*, *Iris aphylla*, *Chamaecytisus albus*, *Gypsophila paniculata* i *Echium russicum*. Drugi dan ekskurzije posjetili smo obalno područje rijeke Sołokija, uz selo Żurawce značajno po strmim lesnim padinama prekrivenim fragmentima polusuhih travnjaka sveze *Cirsio-Brachypodion pinnati* i jakom sukcesivnom utjecaju grmlja vrste *Juniperus communis*. Toga dana imali smo priliku vidjeti i najveći fragment grmaste zajednice *Prunetum fruticosae* na području Lublinske regije, te područje u blizini sela Żmudź koje je proglašeno rezervatom, jer je nakon velikih projekata pošumljavanja uspjelo na maloj površini sačuvati i za-držati fragmente suhih travnjaka bogatih rijetkim i ugrozenim vrstama, kao što su *Veratrum nigrum*, *Echium russicum*, *Orchis morio* i dr. Treći dan posjetili smo područje u blizini sela Męćmierz, na kojem smo imali prilike vidjeti vrlo osebujnu zajednicu *Inuletom ensifoliae* formiranu na strmim pješčanim i vapnenastim padinama obale rijeke Vistule. Ovo područje značajno je i po brojnim rijetkim i ugrozenim vrstama – *Iris aphylla*, *Adonis vernalis*, *Gentiana cruciata*, *Ornithogalum collinum*, *Clematis recta*, *Anemone sylvestris*, *Orobanche lutea* i *O. arenaria*. Sva područja koja smo posjetili tijekom ekskurzija, dio su mreže očuvanih prirodnih područja Natura 2000.

Poljska je država u srednjoj Europi. Graniči s Njemačkom na zapadu, Češkom na jugozapadu, Slovačkom na jugu, Ukrajinom na jugoistoku, Bjelorusijom na istoku, Litvom na sjeveroistoku, te Rusijom (tj. ruskim teritorijem Kaliningradska oblast) i Baltičkim morem na sjeveru. S površinom od 312.679 km<sup>2</sup> nalazi se na 69. mjestu po veličini u svijetu (Hrvatska 56.594 km<sup>2</sup>). Poljski se reljef sastoji gotovo isključivo od sjevernoeuropeke nizine s prosječnom nadmorskog visinom od 173 m, dok su na jugu (Sudeti i Krkonoše), te Karpati i Tatre, gdje je najviši vrh Poljske, Rysy (2499 m). Dužina obale je 440 km. Godine 1939. Poljska je imala 70 km obalne dužine i jednu luku Gdinji. Kroz nizinu teče nekoliko velikih rijeka – Visla (*Wisła*), Odra i Varta (*Warta*). Poljska ima oko 9300 jezera, uglavnom na sjeveru zemlje. Mazurija (*Mazury*) je najveće i najposjećenije jezersko područje u Poljskoj. Klima je umjerena s hladnim, kišovitim i relativno oštrim zimama, te blagim ljetima s čestim pljuskovima.

Poljska ima oko 38.501.000 stanovnika (popis iz 2006). Gustoća naseljenosti je 123 stanovnika po km<sup>2</sup> (Hrvatska 76 stanovnika po km<sup>2</sup>), najgušće je na jugu, a najrjeđe na sjeverozapadu i sjeveroistoku zemlje. Oko 63 % ljudi živi u gradovima (podatak iz 2001. godine), 42 grada imaju više od 100.000, a šest gradova više od 500.000 stanovnika. Poljska je nekad pokrivala mnogo naroda, kultura i vjera. Drugi svjetski rat i teritorijalni pomak na zapad homogenizirali su stanovništvo. Danas Poljaci čine oko 98 % stanovnika, a



Slika 7. *Galium boreale*.

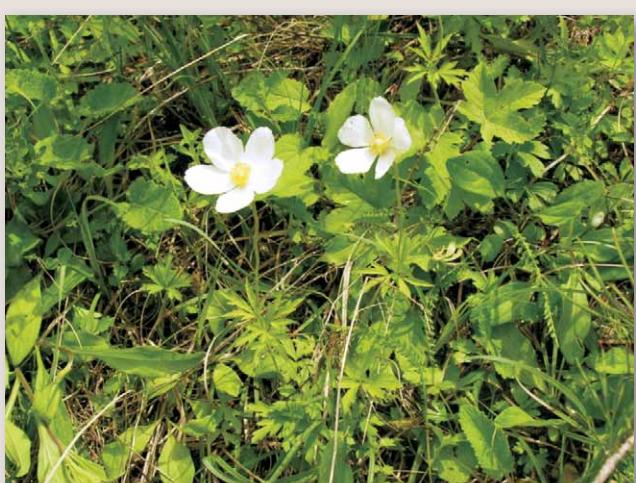
glavne manjine su Nijemci, Ukrayinci i Bjelorusi. Na području današnje južne Poljske poznate i kao Małopolska postojala je u ranom srednjem vijeku država Bijelih Hrvata. Poznato je da se još u 19. i 20. st. oko 100.000 poljskih imigranata u SAD prilikom ulaska izjasnilo kao Białochorwaty ("Bjelohrvati"), ali Poljaci nikada nisu čuli niti za Bjelohrvate, niti za Bijelu Hrvatsku (osim sveučilišnih profesora i studenata slavistike).

Uspostava poljske države često se poistovjećuje s usvajanjem kršćanstva od tadašnjega vladara Mieszka I. 966. godine, na području sličnom današnjoj Poljskoj. Kraljevina Poljska osnovana je 1025. godine, a 1795. Kraljevina Pruska, Rusija, i Stara Austrija podijelile su Poljsku između sebe te je ista nestala s karte. Neovisnost je ponovo stekla 1918. godine na kraju I. svjetskog rata. Dva desetljeća kasnije, u rujnu 1939. godine, invazijom nacističke Njemačke na Poljsku započeo je II. svjetski rat. Više od šest milijuna poljskih državljanina poginulo je u ratu. Narodnom Republikom proglašena je 1952. godine, iako je od 1944. godine pripadala Sovjetskome Savezu. Revolucijom 1989. godine u Poljskoj je svrgнутa komunistička vlast, te je ponovo uspostavljena demokracija kakvu danas poznajemo.

Unatoč ogromnim uništenjima koje je zemlja doživjela tijekom II. svjetskoga rata, Poljska je uspjela sačuvati mnogo od svoje kulturne baštine. Trenutno ima 14 mesta upisanih na UNESCO-vom popisu svjetske baštine.

Prije Drugog svjetskog rata, gospodarstvo Poljske uglavnom je ovisilo o poljoprivredi. Za vrijeme komunizma uvedena je sovjetska planska ekonomija s naglaskom na industriju. Krajem 1970-ih došlo je do velikih gospodarskih problema, zbog kojih je dijelom i propao komunizam. Kad je pobijedila demokracija, uvedene su reforme radi prelaska na slobodno tržište. Nakon početne krize gospodarstvo je ravnomjerno raslo, kao i privatizacija i strane investicije. Strukturne promjene zdravstva, obrazovanja, mirovinskog sustava i državne uprave izazvale su znatne porezne pritiske. Bruto domaći proizvod stalno je rastao od 1993-2000. godine uz kraće usporavanje u 2001. i 2002. godini. Približavanje članstvu u Europskoj Uniji opet se je potaklo gospodarstvo, koje je u 2003. godini poraslo za 3,7 %.

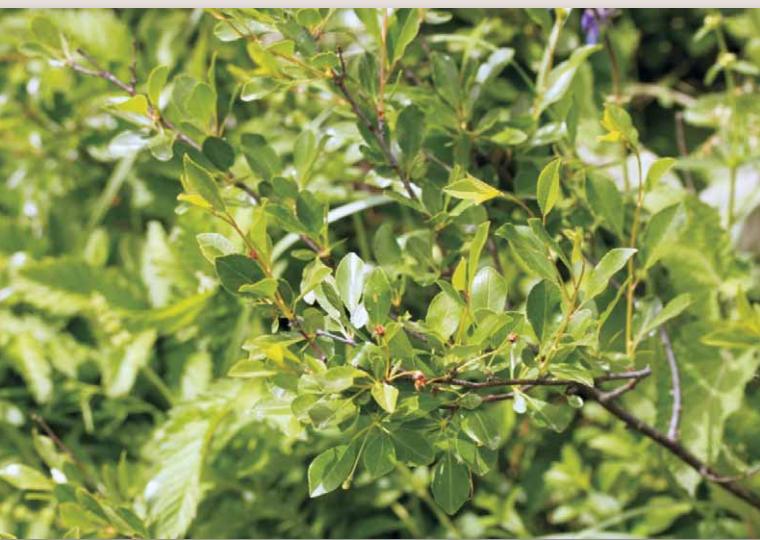
Geografski položaj na prijelazu između dva različita klimatska područja, umjereno oceanskoga i oštrog kontinentalnoga, ima znatan utjecaj na formiranje flore i faune travnjaka



Slika 8. *Anemone sylvestris*.



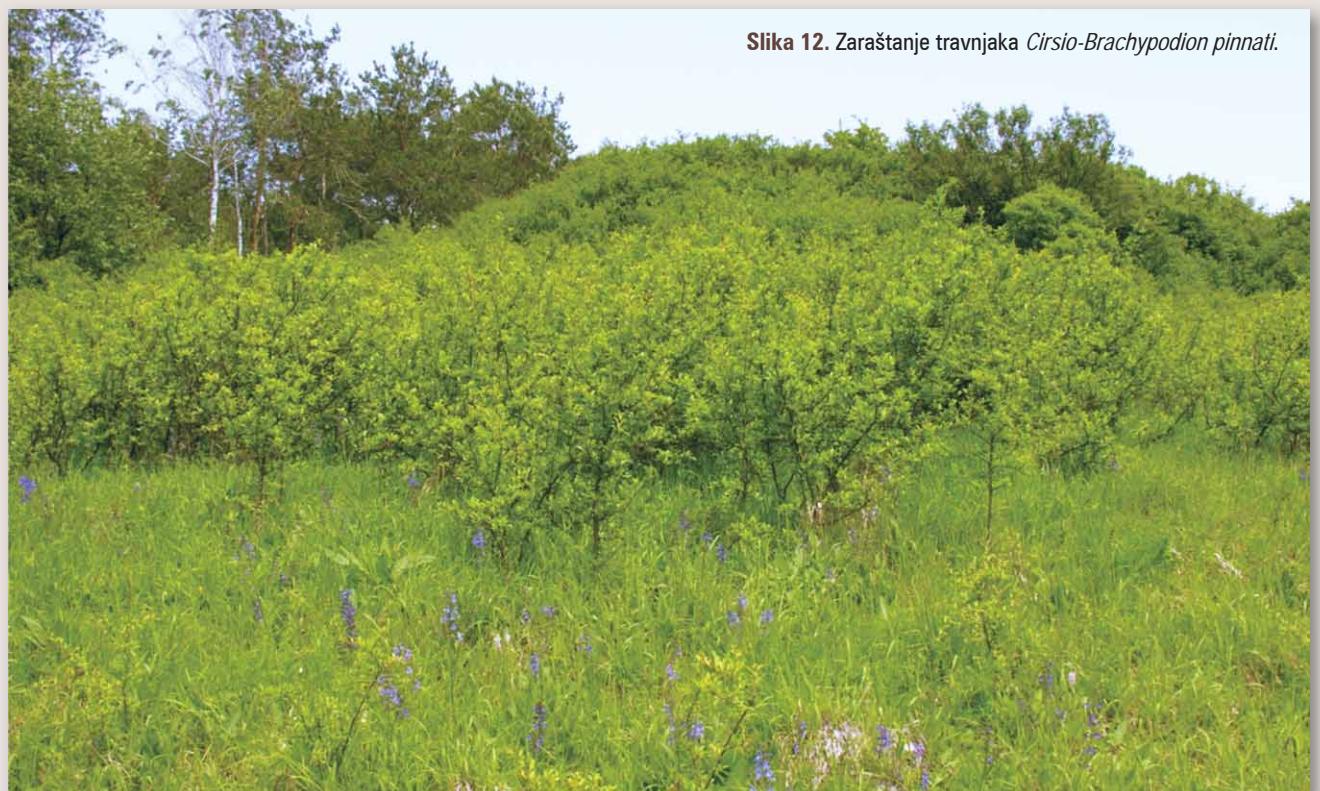
Slika 9. *Epipactis helleborine*.



Slika 10 i 11. *Prunus fruticosa*.

i šuma u Poljskoj. Iako su na prvi pogled travnjaci slični onima u našemu području, upravo zbog navedenoga ostavljaju poseban dojam svojim jedinstvenim i osebujnim izgledom. Nažalost, travnjaci Poljske, kao i drugih dijelova Europe dijele zajedničku sudbinu. Posljednjih desetljeća ugroženi su intenzifikacijom poljoprivrede i promjenama u načinu gospodarenja (izostanak ekstenzivne ispaše, sukcesija vegetacije, prevođenje u poljoprivredne površine, posumljavanje i sl.). Ostali štetni procesi uključuju eutrofikaciju travnjaka i utjecaj invazivnih vrsta povezan s negativnim promjenama abiotičkih čimbenika.

Površina livada i pašnjaka u Poljskoj prilično je mala (oko 13 % od ukupne površine, a 20,6 % od poljoprivrednih površina) u odnosu na ostale europske zemљe u kojima se ta površina kreće oko 39,3 % od poljoprivrednih površina. Oko 10 % travnjaka otpada na razred *Molinio-Arrhenatheretea*, dok su suhi i polusuhi travnjaci razreda *Festuco-Brometea* zastupljeni u znatno manjoj mjeri i javljaju se kao izolirani i izdvojeni ekstrazonalni tip vegetacije, na najtoplijim, sunčanim, najsušim i vapnenastim lokalitetima, uglavnom na južnim, jugozapadnim i jugoistočnim izloženostima brežuljaka i obala velikih rijeka. Kao i u većini ze-



Slika 12. Zaraštanje travnjaka *Cirsio-Brachypodion pinnati*.



Slika 13. *Carlina onopordifolia*.

malja Europe, travnjaci su u Poljskoj najčešće poluprirodna staništa nastala kao posljedica specifičnih poljoprivrednih aktivnosti. Izuzetak su samo prirodni travnjaci koji se razvijaju u ekstremnim uvjetima u kojima je spriječena prirodna sukcesija drvenastim vrstama. Primjer je planinsko područje Tatri, gdje se razvijaju planinski vapnenački travnjaci. Stotinama godina njihov nastanak i održavanje bilo je vezano uz ispašu stoke i paljenje. Danas su prepusteni zaraštanju i u terminologiji ekološke sukcesije predstavljaju kratkotrajni stadij na putu prema puno kompleksnijoj i dugotrajnijoj strukturi staništa i vrsta, kao što su šume i šikare. Površina im se znatno smanjila i danas oko 90 % travnjaka čine nizinski travnjaci, najviše sačuvani u dolinama rijeka Biebrze, Odre, Barycz, Warta, Noteć, donja Wisla, dok je sastav travnjaka izvan riječnih dolina, u botaničkom smislu drastično promijenjen utjecajem prekomjerne fertilizacije. Uz tokove velikih rijeka, poluprirodni travnjaci javljaju se na mineralnim tlima, dok uz tokove malih rijeka pridolaze na tresetnim tlima. Oko 36 % travnjaka danas pridolazi na tresetištima, od kojih se 82 % održava kao livade košanice. Takve najveće površine nalaze se u sjevernim i sjeveroistočnim područjima Poljske uz rijeke. Suhi stepski travnjaci reda *Festucetalia valesiacae* su nekada bili ekstenzivni, no danas im je površina znatno smanjena na stepske padine i siromašna tla, uglavnom u području Malopolske i Lublina,

Przemyśla i donje Vistule i Odre (južni i jugoistočni dio Poljske). Prijeti im potpuno nestajanje ukoliko se ne donese određeni plan upravljanja kojim bi se spriječio daljnji utjecaj sukcesije vegetacije. Takvi suhi i polusuhi travnjaci su od velike vrijednosti, jer pružaju utočište velikom broju rijetkih i ugroženih vrsta životinja i biljaka, kao što su – *Spermophilus suslicus*, *Sicista subtilis*, *Colias myrmidone*, *Maculinea teleius*, *Lycaena dispar*, *Cypripedium calceolus*, *Echium russicum*, *Carlina onopordifolia* i sl. Travnjaci reda *Arrhenatheretalia* na lesnim tlima su također postali prava rijekost. Rasprostranjenost im je ograničena uglavnom uz puteve, te im izostankom odgovarajućega oblika zaštite također prijeti nestajanje. Nešto halofitskih travnjaka rasprostranjeno je i u području uz baltičku obalu.



Slika 14. središte kulture i znanosti u Varšavi.



# INTERFORST 2014.

## PREDSTAVLJANJE NADOLAZEĆEG SAJMA U LAUBAUU 4.–5. RUJNA 2013.

*Ivan Lukić, mag. ing. silv.*



Slika 1. Zapadni ulaz u sajamski prostor Messe München

S obzirom na nadolazeći međunarodni sajam INTERFORST koji će se održavati od 16.–20. srpnja 2014. u Njemačkoj, točnije u saveznoj pokrajini Bavarskoj i njenom glavnom gradu Münchenu, generalni zastupnik Messe München GmbH u Republici Hrvatskoj prosljedio je poziv na predstavljanje i upoznavanje s nadolazećim sajmom, kao i sa šumarskom strukom u samoj Bavarskoj.

Predstavljanje nadolazećeg sajma i upoznavanje sa šumarstvom Bavarske održano je u malenom gradiću Ruhpoldingu u južnoistočnom dijelu Bavarske blizu Alpa, točnije u mjestušču Laubau koje se nalazi u blizini Ruhpoldinga. Ruhpolding broji 6400 stanovnika, a samo mjesto je poznato po biatlonu i održavanju utrka svjetskog prvenstva u istoimenom zimskom sportu, a ekonomija samog mjesta je uglavnom bazirana na turizmu i sportskom turizmu. U samom mjestušču Laubau smješten je "Forest Education Center", koji je pod upravom Bavarskih državnih šuma (BAYERISCHE STAATSFORSTEN).

Upravitelj tog centra Sebastian Paar upoznao nas je s tradicijom ovoga centra koji je osnovan 1938. godine, sa svrhom usavršavanja i izobrazbe šumarskih stručnjaka. Glavni zadatak ovoga centra je izobrazba i usavršavanje inženjera

šumarstva koji rade u Bavarskim državnim šumama, ali i drugih šumarskih stručnjaka koji dolaze iz cijelog svijeta (Koreja, Kina, Kolumbija, itd.), jer kako je rekao gospodin Paar ovaj centar je jedan od najstarijih i najprepoznatljivijih centara za edukaciju šumarskih stručnjaka u svijetu. Edukacija koja se održava u centru vezana je za usavršanje šumarskih stručnjaka, a postoji mogućnost slušanja predavanja i preko interneta, s time da se u predavanja uključuju različiti stručnjaci iz pojedinih područja šumarstva.

Nakon predstavljanja centra za edukaciju, predstavnici Messe München GmbH Monika Dech i Martina Ehrnsperger su predstavili nadolazeći INTERFORST i osvrnuli se na prošli INTERFORST održan 2010. godine. Međunarodni sajam INTERFORST po riječima predstavnika je jedan od ključnih sajmova o šumarstvu i tehnologiji vezanoj za tu gospodarsku granu, a održava se na prostoru međunarodnog sajamskog prostora u Münchenu, poznatijeg kao Neu Messe München. Sajam spaja industriju, znanost i politiku uključene u šumarstvo, a isto tako donosi pregled industrije, od pošumljavanja, pridobivanja drva pa sve do drvne industrije i pilana. Posljedni sajam kako je već prije navedeno održan je 2010. godine, te je usprkos globalnoj gospodarskoj krizi uspio privući 50 000 posjetitelja iz 80 država diljem svijeta. Na sajmu 2010. godine izlagalo je 413 izlagачa iz 24 države, a sam sajamski prostor prostirao se na 67 000 m<sup>2</sup>. Naglašeno je da INTERFORST kao sajam privlači ponajprije ljude iz šumarstva, pretežito rukovodeće ljude tvrtki koje upravljaju državnim i privatnim šumama, izvoditelje radova u šumarstvu, voditelje rasadnika i sl.. Sajam je vrlo raznovrstan i daje uvid u presjek cijelog šumarstva (zaštita šuma, uzgajanje šuma, pridobivanje drva, uređivanje šuma, šumske prometnice, zaštita na radu, strojevi za pridobivanje drva i transportna vozila, strojevi za održavanje šumskih cesta, oprema za zaštitu radnika, IT oprema u šumarstvu i dr.). Na sajmu se također održavaju i mnogobrojna predavanja i forumi, a i neka specijalna događanja predstavljena od KWF-a (German Board of Trustees for Forestry Work and Technology). Na prošlom sajmu uveden je "Green Couch" kojim se široj javnosti približava rad samih šumara, šumovlasnika i ministarstva za-

duženog za šumarstvo na području Bavarske. Tijekom sajma održava se i natjecanje šumskih radnika, što je već dobro poznato, a ujedno i atraktivno svim posjetiteljima sajma. Nakon što su nas predstavnici sajma upoznali sa sajamom INTERFORST sajmom, gospodin Ralf Dreeke predsjedavajući u savjetodavnom odboru INTERFORST-a (ujedno je i direktor tvrtke Wahlers Forsttechnik GmbH) približio nam je trenutno stanje tržišta i perspektivu budućih kretanja industrije za šumarstvo. Naveo je kako je prodaja šumskih strojeva za pridobivanje drva bila u rastu do ove godine i to nakon jako niske prodaje u 2009. godini. U 2011./2012. godini tržište se oporavilo, te će biti zanimljivo vidjeti kako će se razvijati daljnja situacija. Trenutno je vidljivo da je broj strojeva koji se trenutačno koristi u pridobivanju drva iznad broja stabala koja su za sječu, a sama popularnost strojeva opada, čemu je uzrok kriza u drvenoj industriji, ali i globalna ekonomski kriza koja se jako odražila na tržište EU. Kretanja tržišta koja je opisao gospodin Dreeke su bila za domaće njemačko tržište, ali slična situacija bila je i u susjednim zemljama središnje Europe, kao što su Austrija i Švicarska. Za razliku od strojeva za pridobivanje drva, rast trenutno bilježe mobilne pilane i oprema za iste, a povećava se potrošnja drva kao energenta. Isto tako je naveo da je dio tržišta koji se bavi automatskim procesuiranjem podataka, softverskim paketima i telekomunikacijama u šumarstvu, tj. IT sektor, bit u fokusu nadolazećeg INTERFORST-a. Kako je spomenuto prije, partner INTERFORST-a kroz dugi niz godina je KWF, koji se bavi provjerom kvalitete u šumarskom sektoru. Iz predavanja dr. Ute Seeling saznali smo da se za nadolazeći INTERFORST pripremaju 4 zone ili kako ih KWF naziva "worlds of experience". Prva od četiri zone se približava kako bi se tehnologija u šumarstvu mogla koristiti na prirodi prihvati-



**Slika 3.** Predavanje voditelja centra gospodina Sebastiana Paara.

ljiviji način te će u toj zoni biti izložen poseban "portalni" harvester, a bit će i informacija o tome kako smanjiti potrošnju goriva i prebacivanju na baterijski pogonjene strojeve. U drugoj zoni pozornost će biti na sigurnosti pri šumskim radovima, tako će posjetitelji biti u prilici isprobati trening s napetim užetom i vidjeti kako rizik od spoticanja i padanja može biti smanjen. Također će biti informacija o najnovijoj zaštitnoj opremi i prikaz tečaja za rad s motornom pilom. Treća zona fokusirat će se na drvo za energiju i korištenje tog istog drva. Posjetitelji će moći mjeriti drvo za energiju pomoću dinamometra, uvjeriti se u kvalitetu različitih drvenih sječki i kako proizvodnja drva za energiju treba biti pažljivo isplanirana i provedena da se ne bi na dugi rok površine za proizvodnju takvoga drveta degradirale. U zadnjoj zoni tema će biti IT sektor u šumarstvu, točnije računala namijenjena za harvestere, a bit će zanimljive i aplikacije za pametne mobilne uređaje, tj. "smartphone" koji će biti ponudene za download u zasebnoj "App Areni".

Na kraju prvog dana predstavljanja INTERFORST-a sa završnim izlaganjem nam se predstavio dr. Rudolf Freidhager, predsjednik izvršnog odbora Bavarskih državnih šuma, koji je prikazao kako se potrajno gospodari planinskim šumama na području pokrajine Bavarske. Naveo je da na području Bavarske postoji 7 podružnica Bavarskih državnih šuma koje gospodare šumama u planinskim područjima (Bad Tölz, Berchtesgaden, Oberammergau, Ruhpolding, Schliersee, Sonthofen i Sankt Martin). Površina kojom upravljaju Bavarske državne šume je 222 000 ha, od kojih je 164 000 ha pod šumom, a od tih 164 000 ha u Alpskoj regiji nalazi se 140 000 ha. Zaštitne šume su na površini od 90 000 ha. Godišnja sječa u Bavarskoj iznosi 630 000 m<sup>3</sup>. Šumske prometnice na području Bavarske u dužini su od 3 300 km, a prodaja iznosi oko 54 milijuna € i sama tvrtka ima 426 stalno zaposlenih. Po riječima dr. Freidhagera strategija Bavarskih državnih šuma uključuje: strukturno bogate mješovite šume kao model po kojem se gospodari, izbjegavanje krčenja šuma, pravilan razvoj



**Slika 2.** Forest Education Centar – Laubau



**Slika 4** Uvodno predavanje drugog dana prof. Karla Stampfera

šuma, što opreznije izvođenje pridobivanja drva, osiguranje pomlađivanja, okolišno prihvatljiv način kontrole populacije potkornjaka, integriranu zaštitu prirode i razvijanje rekreativskog turizma. Dr. Freidhager nam je pojasnio i približio izazove u gospodarenju šumama u planinskim područjima, a neka su i nama u Republici Hrvatskoj jako bliska i poznata. Ponajprije projektiranje i izgradnja šumskih cesta vrlo je komplikirani i finansijski zahtjevan postupak, pridobivanje drva je prema podacima koje je prikazao dr. Freidhager 20 € skuplje za razliku od ostalih šuma na području Bavarske, pridobivanje drva se može raditi u kratkom razdoblju zbog snijega, a prirodne nepogode stvaraju probleme i otežavaju samo gospodarenje. Također bitno je navesti i ostale izazove u gospodarenju koje je predstavio dr. Freidhager, kao što su zaštita prirode (npr. tetrijebi), pravo na korištenje pašnjaka, 64 % zaštitnih šuma u planinskom području, velik pritisak ljudi koji se bave rekreativjom (planinari, skijaši i dr.) i lovno gospodarenje koje je otežano zbog samog terena (u lovnoj godini 2012./2013. bio je ostvaren sljedeći odstrel: 2 161 jelenske divljači, 2 887 divokoza i 6 571 srneće divljači). Naveo je također da se mnoge zaštitne funkcije u šumama planinskog područja preklapaju i zahtijevaju ozbiljan pristup (npr. područja prirodnih rezervata šumske vegetacije, NATURA 2000 zaštićeni lokaliteti, a posebice nam je privukao pozornost na to da zaštitne šume štite tlo od klizanja i pojave klizišta, izvor su pitke vode, sprječavaju poplave, bujice i lavine). Predavanje je dr. Freidhager završio s tvrdnjom da nema alternative potrajanom gospodarenju šumama u planinskom području, te njihovom multifunkcionalnom korištenju. Drugog dana predstavljanja nadolazećeg sajma u prostorima centra za edukaciju u mjestu Laubau imali smo 3 prezentacije (Prof. Karl Stampfer, Georg Windisch i Paul Höglmüller) koje su nam prezentirale šumarstvo u planinskom području s 3 različita gledišta: znanstvenog, administrativnog, tj. ministarstva i na kraju samoga šumovlasnika. Prvo predavanje Prof. Karl Stampfera, s BOKU-a, koji je naš redoviti gost-

predavač na kolegiju Šumske prometnice na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, pokazalo je kako i s kojim šumskim strojevima se izvodi pridobivanje drva u šumama Republike Austrije, a u području su velikog nagiba. U predavanju je bilo govora o korištenju harvester-a, forvardera i šumskih žičara za pridobivanje drva, ali i o uvođenju nekih novih materijala u tehnologiju pridobivanja drva, npr. plastične užadi. Prof. Stampfer naglasio je da su i dalje najbitniji radnici u cijelom postupku, te da dobro uvježbana ekipa radnika daleko bolje obavlja posao nego neuvježbana ekipa radnika.

Iduće predavanje gospodina Georga Windischa je govorilo o tome kako šume u planinskom području imaju mnogo funkcija, ali jedna od najvažnijih je zaštitna funkcija, pa ih političari smatraju Amazonskim šumama Europe. Naglasio je također i važnost ostalih funkcija kao što su gospodarska, koja je iznimno bitna za samu pokrajину Bavarsku, a isto tako turistička i rekreacijska funkcija šuma. Istaknuo je i da je 2008. godine pokrenut projekt gospodarenja za privatne šume u vrijednosti od 7,5 milijuna €, u koji su uključeni i lovci, koji su jedan od bitnih čimbenika u gospodarenju šumama. U projekt je uključeno 42 područja, a svako područje ima vlastitog voditelja projekta. Istaknuo je također bitnu povezanost između šumarske znanosti i struke u gospodarenju šumama, te je ponovio riječi dr. Freidhagera da je od velike važnosti zaštititi šumsko tlo. Na kraju je napomenuo **da je jedini pravi način potrajno gospodarenje i pristup šumama, te da ne smijemo gledati samo profit koji proizlazi iz šuma**. Završno predavanje održao je gospodin Paul Höglmüller iz podružnice Bavarskih državnih šuma u Ruhpoldingu. Upoznao nas je s podacima iz osnove gospodarenja. Tako na području Ruhpoldinga ima 307 m<sup>3</sup>/ha, a godišnji prirast iznosi 7,5 m<sup>3</sup>/ha. Cilj podružnice u Ruhpoldingu, kao i ostalih podružnica,



**Slika 5.** Lokalitet 1. sa šumskom žičarom Valentini 1500 i CAT harvesterom



Slika 6. Prikaz rada šumske žičare



Slika 7. Kolica šumske žičare

je održavati i uzgajati mještovite sastojine, a na području Ruhpoldinga dominira obična smreka (*Picea abies* L.), ali i šume obične jеле (*Abies alba* Mill.) i bukve (*Fagus sylvatica* L.). Naveo je da za svako područje postoji poseban pristup gospodarenju, zbog specifične situacije na terenu. Istaknuo je i da su u 2013. godini imali štetu od 700 000 € zbog bujica i prevelike količine kiše. Vezano za šumske radove, istaknuo je da su uspjeli optimizirati korištenje šumske žičare za 30–40 % u zadnjih 5 godina. Na kraju predavanja gospodin Höglmüller je istaknuo jednu vrlo važnu stvar, koja se u Republici Hrvatskoj prestala izvoditi 90-tih godina, a to je otkorovanje svježih trupaca kao mjera redukcije na-

pada potkornjaka. Naveo je da se na njegovom području gospodarenja šumama trupci redovito otkoravaju i to po cijeni od 55 €/m<sup>3</sup>. Također nam je prikazao jedan postupak koji se rijetko viđa u Republici Hrvatskoj, a to je prijevoz trupaca helikopterom koji iznosi 110 €/m<sup>3</sup>.

Nakon predavanja, gospodin Höglmüller i gospodin Paar iz centra za edukaciju organizirali su stručnu ekskurziju na području Ruhpoldinga. Gospodin Bernd Meier iz centra za edukaciju na kratkoj nas je prezentaciji upoznao s dva lokaliteta koje ćemo obići. Prvi lokalitet ekskurzije bio je vezan uz korištenje šumskih žičara i harvestera u pridobivanju drva. Navedeni lokalitet sastojao se od dvije površine



Slika 8. Prikaz rada harvestera



Slika 9. Gospodin Gurndin tijekom razgovora s novinarima



Slika 10. Stavti (tronošci) za zaštitu sadnica



Slika 11. Lokalitet 2. na kojem je izazvana lavina 2009. godine

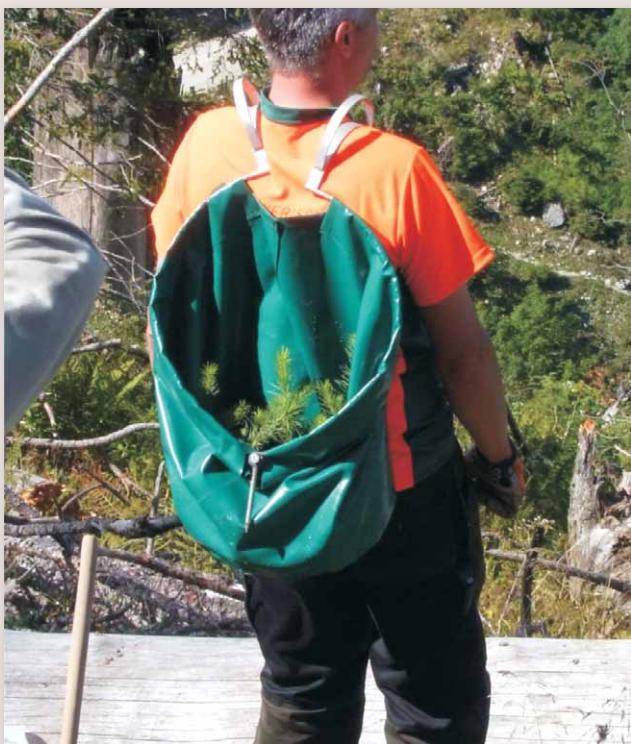
(3,8 ha i 21,4 ha) starosti 100 godina. Najzastupljenije vrste drveća na tim lokalitetima bile su sledeće: smreka (*Picea abies* L.), bukva (*Fagus sylvatica* L.) i europski ariš (*Larix decidua* Mill.). Posao pridobivanja drva izvodio je gospodin Gurndin sa svoja dva radnika, koji je ujedno i vlasnik kompanije za pridobivanje drva. Postupci na terenu koje smo vidjeli sastojali su se od rušenja stabala motornom pilom, nakon toga transport srušenih trupaca šumskom žičarom marke Valentini 1500, duljine 380 m s jednim kablom do harvester-a marke CAT (u vlasništvu gospodina Gurndina je još jedan harvester koji nije bio na terenu taj dan), koji je obrađivao trupce na stovarištu u blizini šumske žičare i razvrstavao ih kraj šumske ceste po vrstama.

Gospodin Gurndin je radio pridobivanje drva na površini od 2,3 ha uz cijenu od 40 €/m<sup>3</sup> i izradit će otprilike oko 300 m<sup>3</sup> drva na toj površini. Nakon toga krenuli smo u obilazak drugog lokalitetu koji se nalazio u blizini.

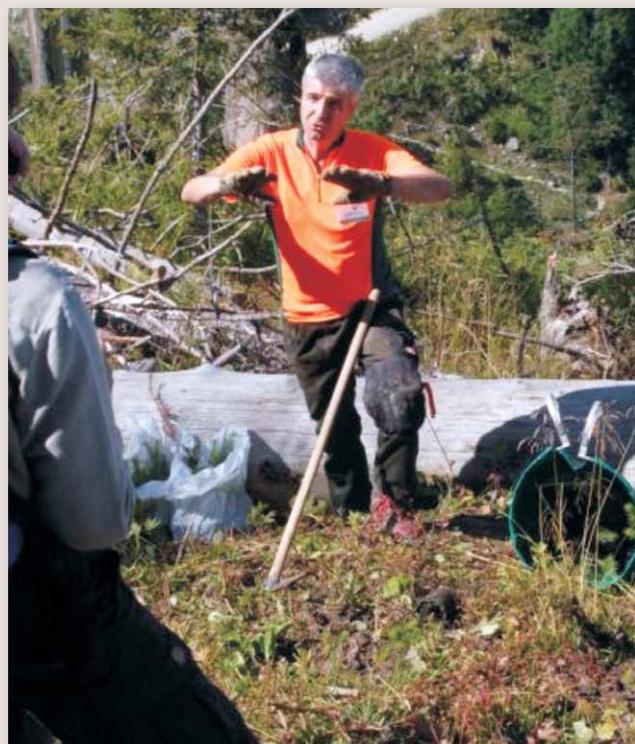
Na drugoj lokaciji gospodin Hans Mages iz odjela za Uzgajanje šuma Bavarskih državnih šuma i majstor šumar Wolfgang Thum iz centra za edukaciju poznali su nas kako je na ovom lokalitetu (površine 7,6 ha) lavina izazvana 2009. godine od 4 skijaša uništila šumu. Lavina je prema riječima gospodina Magesa bila okidač koji je pokrenuo ponovno vraćanje šume na tu površinu. Nakon lavine Bavarske državne šume su prvo postavile 117 zaštitnih pregrada protiv lavine (117 komada, duljine 4 m), stative (tronošce) koji štite posađene sadnice (480 komada) i ogradu za zaštitu od snijega (duljine 285 m).

Troškovi postavljanja ovih privremenih tehničkih konstrukcija iznosili su 680 000 €, a trebale bi izdržati snijeg visine od 3 m u sljedećih 40 godina. U ovaj projekt se krenulo isključivo zbog zaštitne funkcije, pronajprije planinara i skijaša, ali i šumske cesta. Nakon tehničkog gledišta, majstor šumar Wolfgang Thum pojasnio nam je kakve točno sadnice trebaju biti za ovaj specifičan teren. Naveo je da trebaju imati četiri bitne karakteristike: genetsku predispoziciju, što svježije, robusne i otporne, te stabilnog i robusnog korijena. Majstor šumar Wolfgang Thum objasnio nam je kako se biljke transportiraju do navedenog lokaliteta. Transport se obavlja pomoću helikoptera (marke EUROCOPTER) koji može prenositi 1 250 kg tereta. Nakon toga se posebnim torbama koje se nose na leđima mlade sadnice prenose do mikrolokacije na kojoj će biti posađene. Osoba koja radi ovaj posao, prema riječima majstora šumara Wolfgang Thuma mora imati posebne hlače s pojačanjima na koljenima radi lakšeg obavljanja sadnje, a same sadnice trebale bi imati podrezan korijen jer inače neće prema njegovim riječima rasti pravilno i također nije preporučljivo ugaziti zemlju oko same sadnice.

Naveo je da sadnice sadi u grupe radi boljeg uspjeha. Predviđena je sadnja od 13 650 sadnica, na površini od 5 ha, a vrste su sljedeće: obična smreka (*Picea abies* L.), obična



Slika 12. Posebna torba za transport sadnica



Slika 13. Majstor šumar Wolfgang Thum tijekom sadnje sadnica

bukva (*Fagus sylvatica* L.), obična jela (*Abies alba* Mill.), europski ariš (*Larix decidua* Mill.) i gorski javor (*Acer pseudoplatanus* L.). Trošak sadnje na ovom lokalitetu iznosi 60 000 €. Prema riječima gospodina Magesa zamišljeno je da sadnice rastu uz tehničke konstrukcije za zaštitu protiv lavine i da u budućnosti preuzmu njenu funkciju.

INTERFORST 2014. zasigurno će nastaviti pozitivan trend prethodnoga sajma, te ostati jedan od vodećih međunarodnih sajmova šumarske tehnike i mjerilo drugim sličnim sajmovima u svijetu (kako i njegov moto kaže: "Yardstick for forest and technology"). Sajam INTERFORST ostaje manifestacija koju treba posjetiti, jer spaja šumarsku struku i približava je široj publici, te dokazuje da je šumarstvo jedno od bitnih grana gospodarstva svake države, pogotovo onih koji raspolažu značajnim šumskim resursima. S obzirom na predstavljanje, smatram da nas očekuje iznimno zanimljiv sajam, s mnogobrojnim aktivnostima i predstavljanjima novih i inovativnih proizvoda te usluga vezanih za šumarstvo. Predstavnici Messe München GmbH vrlo su detaljno prezentirali nadolazeći sajam na izlaganjima, jedino što je nedostajalo je popis izlagača i mogućih atrakcija koje nas očekuju na sajmu, s izuzetkom KWF-a koji je vrlo detaljno predstavio svoje 4 zone ("worlds of experience") na nadolazećem sajmu. Ostala izlaganja vezana za šumarstvo u pokrajini Bavarskoj bila su vrlo dobro koncipirana, te su u potpunosti ispunila svoju svrhu. Također, mogu poхvaliti stručnu ekskurziju na dva prethodno spomenuta lokaliteta, a posebice na drugom lokalitetu gdje je projekt vraćanja šume na površinu uniшtenu lavinom, iako iznimno

tehnički i finansijski zahtjevan, pokrenut ponajprije iz sigurnosnih razloga, te tako potvrđuje važnost i značenje šumskih površina za samoga čovjeka, koji često zna biti zaboravljen iz nekih drugih razloga.



Slika 14. Utovar sadnica i ostalog materijala za transport helikopterom



## 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 obljetcima, znanstvenim i stručnim skupovima, knjigama i časopisima, o zbivanjima u Hrvatskom šumarskom društvu, tijeku i zaključcima sjednica Upravnoga odbora te godišnje i izvanredne skupštine, obavijesti o ograncima Društva i dr.

Svi napisi koji se dostavljaju Uredništvu, zbog objavljivanja moraju biti napisani na hrvatskom jeziku, a znanstveni i stručni radovi na hrvatskom ili engleskom jeziku, s naslovom i podnaslovima prevedenim na engleski, odnosno hrvatski jezik.

Dokument treba pripremiti u formatu A4, sa svim marginama 2,5 cm i razmakom redova 1,5. Font treba biti Times New Roman veličine 12 (bilješke – fuznote 10), sam tekst normalno, naslovi bold i velikim slovima, podnaslovi bold i malim slovima, autori bold i malim slovima bez titula, a u fuznoti s titulama, adresom i elekroničkom adresom (E-mail). Stranice treba obrojati.

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

Prilog 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 mjesto gdje se priložio moraju postaviti.

Rukopisi znanstvenih i stručnih radova, koji se prema prethodnim uputama dostavljaju uredništvu Šumarskoga lista, moraju sadržavati sažetak na engleskom jeziku (na hrvatskome za članke pisane na engleskom jeziku), iz kojega se može dobro indeksirati i abstraktirati rad. Taj sažetak mora sadržavati sve za članak značajno: dio uvoda, opis objekta istraživanja, metodu rada, rezultate istraživanja, bitno iz rasprave i zaključke. Sadržaj sažetka (Summary) mora upućivati na dvojezične priloge – tablice, grafikone, slike (crteže i fotografije) iz teksta članka.

### Pravila za citiranje literaturе:

*Članak iz časopisa:* Prezime, I., I. Prezime, 2005: Naslov članka, Kratko ime časopisa, Vol. (Broj): str.-str., Grad

*Članak iz zbornika skupa:* Prezime, I., I. Prezime, I. Prezime, 2005: Naslov članka, U: I. Prezime (ur.), Naziv skupa, Izdavač, str.-str., Grad

*Članak iz knjige:* Prezime, I., 2005: Naslov članka ili poglavlja, Naslov knjige, Izdavač, str.-str., Grad

*Knjiga:* Prezime, I., 2005: Naslov knjige, Izdavač, xxxx str., Grad

*Disertacije i magistarski radovi:* Prezime, I., 2003: Naslov, Disertacija (Magisterij), Šumarski fakultet Zagreb. (I. = prvo slovo imena; str. = stranica)

## INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Forestry Journal publishes scientific and specialist articles from the fields of forestry, forestry-related scientific branches, nature protection and wildlife management. Every scientific and specialist article should strive to convert the author's ideas into forestry practice. Different sections of the journal publish articles dealing with a broad scope of topics, such as forest nature protection, anniversaries, scientific and professional gatherings, books and magazines, activities of the Croatian Forestry Association, meetings and conclusions of the Managing Board, annual and extraordinary meetings, announcements on the branches of the Association, etc.

All articles submitted to the Editorial Board for publication must be written in Croatian, and scientific and specialist articles must be written in Croatian and English. Titles and subheadings must be translated into English or Croatian.

Documents must be prepared in standard A4 format, all margins should be 2.5 cm, and spacing should be 1,5. The font should be 12-point Times New Roman (notes – footnotes 10). The text itself should be in normal type, the titles in bold and capital letters, the subheadings in bold and small letters, and the authors in bold and small letters without titles. Footnotes should contain the name of the author together with titles, address and electronic address (e-mail). The pages must be numbered.

A manuscript with all its components, including tables, graphs, figures (drawings and photographs) and maps, should not exceed 15 pages. Manuscripts exceeding 15 pages must be approved for publication by editors and reviewers. The attached drawings, photographs and maps should be in high resolution.

All paper components should be in two languages (titles of components, table headings, units of measure, graph axes, figures, maps, photographs, legends and others) and the font should be 10-point Times New Roman (8-point size if necessary). The second language must be in italics. Places in the text where the components should be entered must be marked.

Manuscripts of scientific and specialist papers, written according to the above instructions and submitted to the Editorial Board of Forestry Journal, must contain an abstract in English (or in Croatian if the article is written in English). The abstract should allow easy indexation and abstraction and must contain all the key parts of the article: a part of the introduction, description of research topic, method of work, research results, and the essentials from the discussion and conclusions. The summary must give an indication of bilingual components – tables, graphs and figures (drawings and photographs) from the article.

### Rules for reference lists:

*Journal article:* Last name, F. F. Last name, 2005: Title of the article, Journal abbreviated title, Volume number: p.–p., City of publication

*Conference proceedings:* Last name, F. F. Last name, 2005: Title of the article, In: M. Davies (ed), Title of the conference, Publisher, p.–p., City of publication

*Book article:* Last name, F. 2005: Title of the article or chapter, Title of the book, Publisher, p.–p. City of publication

*Book:* Last name, F. 2005: Title of the book, Publisher, xxxx p., City of publication

*Dissertations and master's theses:* Last name, F. 2003: Title, Dissertation (Master's thesis), Faculty of Forestry, Zagreb) (F. = Initial of the first name; p. = page)



**Slika 1.** Stablo briješta sa simptomima venuća u ljetnom aspektu. ■ Figure 1 Elm tree with developed wilting symptoms in midsummer.



**Slika 2.** Rani stadiji hodničnih sustava velikog (gore) i malog (dolje) brijestovog potkornjaka (*Scolytus scolytus* /Fabricius/, 1775, i *Scolytus multistriatus multistriatus* /Marsham/, 1802). ■ Figure 2 Early stages of larger (upper) and lesser (lower) elm bark beetle galleries (*Scolytus scolytus* /Fabricius/, 1775, and *Scolytus multistriatus multistriatus* /Marsham/, 1802).



**Slika 3.** Na prerezu vidljiv tamno smeđi prsten provodnog staničja zahvaćenog patološkim procesom venuća uslijed prisutnosti gljive. ■ Figure 3 Brown discoloration ring indicating pathological processes in the water conducting vessels, a result of fungal presence.



**Slika 4.** Zaostali tragovi napada malog brijestovog potkornjaka na deblu osušenog briješta (detalj: imago malog brijestovog potkornjaka). ■ Figure 4 Remaining signs of lesser elm bark beetle attack on the trunk of dead elm tree (insert: adult lesser elm bark beetle).

7–8  
2013

### Brijestovi potkornjaci – važni i neizostavni biološki čimbenik širenja holandske bolesti briješta

Ovoga ljeta smo u više navrata i u različitim dijelovima Hrvatske (Slavonija, središnja Hrvatska, Istra) zamijetili intenzivnije venuće i sušenje briještovih stabala. Još krajem proljeća već izdaleka su se mogle uočiti pojedinačne krošnje s tipičnim simptomima venuća – obješenim i požutjelim listovima koji bi do sredine ljeta u potpunosti posmeđili i osušili (slika 1). Pod korom stabala zahvaćenih procesom venuća najčešće bismo nalažili dvije najpoznatije vrste briještovih potkornjaka: velikog briještovog potkornjaka – *Scolytus scolytus* (Fabricius, 1775) i malog briještovog potkornjaka – *Scolytus multistriatus multistriatus* (Marsham, 1802). Obje vrste prijenosnici su gljivične bolesti provodnog sustava na briještovima (slika 3) iz roda *Ophiostoma*, dobro poznate "Holandske bolesti briješta". Bolest je još početkom 20. stoljeća tako nazvana po mjestu njenog prvog otkrića, Nizozemskoj. Uloga briještovih potkornjaka pritom je od ključne važnosti za prostorno širenje gljivične bolesti. Mlada imaga, nakon izlaska iz kore gdje su se izlegli, odlaze na dopunska prehranu u rašljama tankih grančica zdravih i vitalnih briještova. Pritom na svom tijelu prenose spore i omogućuju prodror gljivi u provodno tkivo dotada zdravih briještovih stabala. Dojam je da je venuće briještova u Hrvatskoj ovog ljeta bilo nešto učestalije, što bi se moglo povezati sa općenitim povećanjem populacije potkornjaka u uvjetima koji pogoduju njihovom razvoju.

### Elm bark beetles – important and essential biological factor in Dutch elm disease spread

During the summer months, at several locations in Croatia (Slavonia, central Croatia, Istria) intensive wilting and die out of elm trees was observed. Already in late spring, single tree crowns with typical symptoms of die out were easily observed from far. Withering and yellowing leaves would turn brown and dry later in the summer (figure 1). Under the bark of these elms most commonly two species of bark beetles were found: *Scolytus scolytus* (Fabricius, 1775), and *Scolytus multistriatus multistriatus* (Marsham, 1802). Both species vector a fungal disease of elm water conducting tissue from the genus *Ophiostoma*, known widely as "Dutch elm disease". This elm-specific disease was named in the early 20<sup>th</sup> century after the country of first discovery, the Netherlands. The role of elm bark beetles is crucial in the spatial spread of this disease. Young adults, after leaving the brood, fly to healthy elm trees and feed in twig crotches to reach full maturity. By this, they transport fungal spores and transfer the disease into healthy elms. It seems that die out of elms in Croatia has been more pronounced this summer which might be attributed to a general bark beetle population buildup occurring in conditions that were advantageous to their life cycle.

Tekst i fotografije: B. Hrašovec