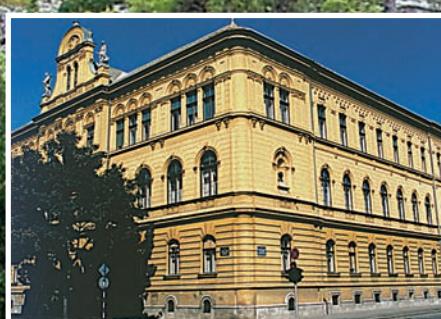
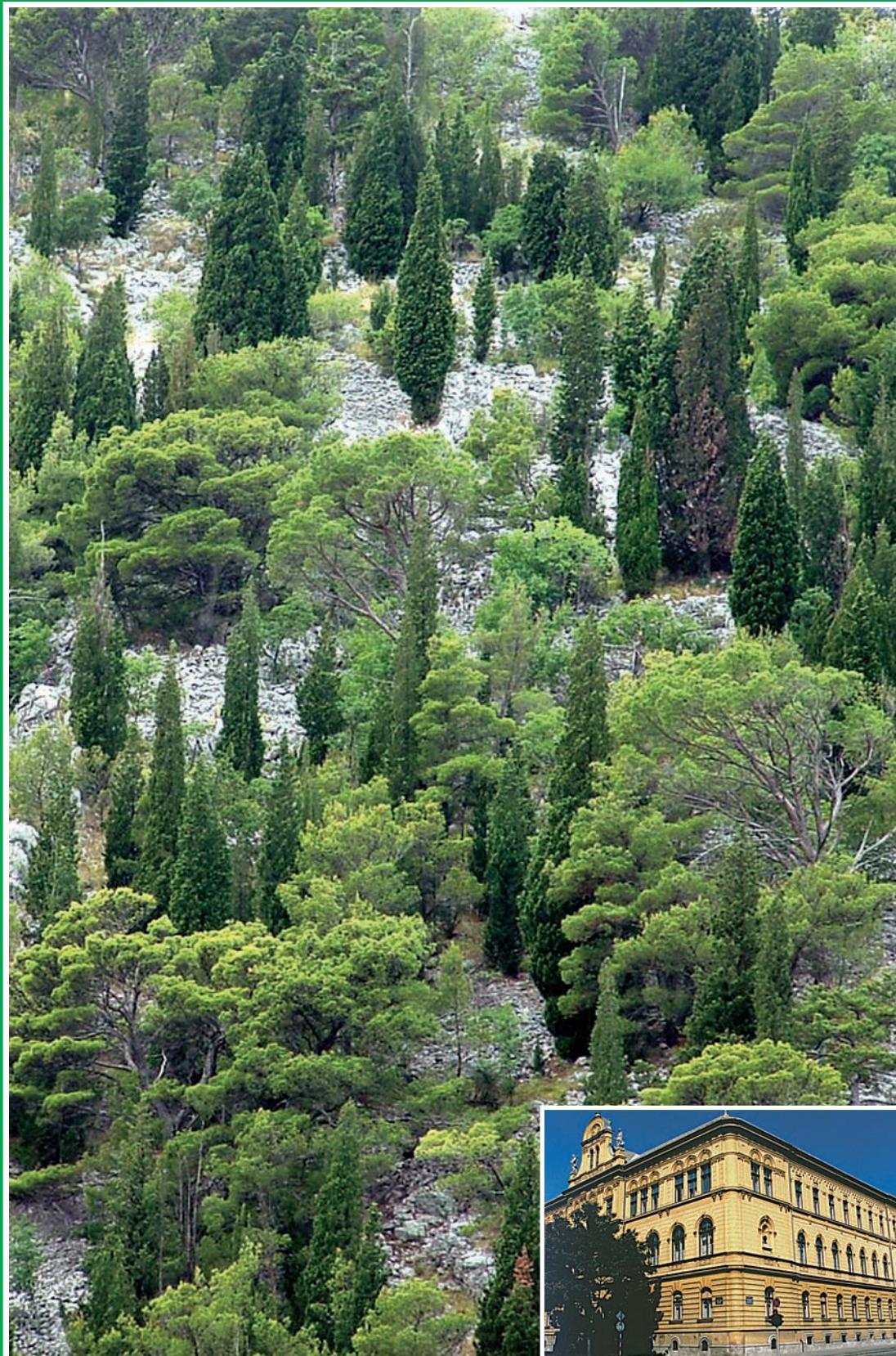


ŠUMARSKI LIST

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO



UDC 630*
ISSN
0373-1332
CODEN
SULIAB

7-8

GODINA CXXXIII
Zagreb
2009

RIJEČ GLAVNOGA UREDNIKA

JOŠ O ŠUMI I ZAŠТИTI PRIRODE U SVEZI S NATURA 2000 U HRVATSKOJ

Izdvajanje šumskih ekosustava s njihovim staništima u nacionalnu ekološku mrežu u kopnenome dijelu Hrvatske bilo je vrlo uspješno, dok je u Sredozemlju predstavljalo teškoće zbog degradiranosti šumske vegetacije. Budući da u kopnenome dijelu imamo prirodno gospodarene šume, bilo bi uputno u nacionalnoj ekološkoj mreži NATURA 2000 uzgojiti što više šuma sjemenjača hrastova crnike i medunca u hrvatskome Sredozemlju, kako iz degradiranih šuma s očuvanim dijelom ekosustava (makija, šikare medunca), tako i u kulturama borova s prirodnom pojmom autohtonih vrsta. To bi značajno povećalo vrijednost općekorisnih funkcija tih šuma.

Prirodno gospodarene hrvatske šume predstavljaju izuzetnu vrijednost u Europi, ponajprije jer osiguravaju brojne općekorisne funkcije s vrlo naglašenom zaštitom prirode. Uz FSC certifikaciju šuma, Zagrebačka škola uzbudljivanja šuma raspolaže s tehnologijama kojima se u prirodno gospodarenju šumi postiže biološka raznolikost jednaka onoj u prašumi, što još više osigurava njezinu prirodnost.

Sve pozitivno što danas posjeduju hrvatske državne šume postigla je šumarska struka u proteklih 250 godina, pa nije li logično da se toj struci prepusti skrb o nacionalnoj ekološkoj mreži šuma u Hrvatskoj. Moram naglasiti da smo kao struka izvrsno organizirani i dobro obučeni, što smo dokazali sastavom naših šuma, od kojih svaka po svojoj strukturi može biti prema europskim kriterijima proglašena nacionalnim parkom. Mi se, međutim, danas natječemo u proglašavanju zaštićenih površina s osnovnim fenomenom šume, osnivamo nove uprave u kojima izbjegavamo zaposliti šumare, "jer oni samo sijeku". Razbacujemo se zapravo sa sredstvima kojih nemamo, umjesto da zaštitu prirode obavljamo zajednički, svaki stručnjak za svoju komponentu (šumari, biolozi, veterinari, sociolozi). Svaki čuvat šume zna sve ono što bi trebao znati rendžer, zanimači koje smo pokupili u SAD-u i mukotrpno ga danas pokušavamo implementirati, a već u lugarima koji vode skrb o fenofazama drveća i životinjskom svijetu šume, imamo obučene ljude.

Predlažem u ime šumarske struke da predstavnici Državnoga zavoda za zaštitu prirode sjednu zajedno za okrugli stol sa šumarima, kako bi se NATURA 2000 iskoristila za razuman dogovor o zaštiti prirode u Republici Hrvatskoj.

Podsjecam kako sam u Šum. listu 1–2/2008. pisao o mogućnosti prijelaza Državne uprave za zaštitu prirode iz Ministarstva kulture u Ministarstvo šumarstva, regionalnog razvoja i vodnog gospodarstva. To bi zasigurno otklonilo brojne nesporazume u zaštiti prirode šumovitih prostora i ulozi biologa u zaštiti šumskih ekosustava, ili je ipak bolje živjeti u dubokoj sjeni ministra, koji od golemoga posla svojega područja nema puno vremena za zaštitu prirode.

Prof. em. dr. sc. Branimir Prpić

A WORD FROM THE EDITOR-IN-CHIEF

MORE ABOUT FORESTS AND NATURE PROTECTION IN RELATION TO NATURA 2000 IN CROATIA

Classification of forest ecosystems and their habitats into the national ecological network in the continental part of Croatia was performed very successfully; however, in the Mediterranean part the task was made more difficult by the degraded condition of the forest vegetation. Since the continental part abounds in forests managed on a close-to-nature principle, it would be opportune to raise as many high forests as possible of holm and pubescent oak in the Croatian part of the Mediterranean within the NATURA 2000 ecological network. These forests could be raised from both degraded forests with preserved parts of the ecosystem (maquis, pubescent oak scrub), and from pine cultures with naturally occurring autochthonous species. This would considerably increase the non-market value of these forests.

Croatian forests managed on a close-to-nature principle represent an exceptional asset for Europe, owing in the first place to their numerous non-market functions, in particular those associated with nature protection. In addition to the FSC forest certification, the technologies used by the Zagreb School of Silviculture ensure biological diversity in naturally managed forests equal to biodiversity in virgin forests, which further enhances their naturalness.

The 250-year history and hard work of the forestry profession in Croatia has resulted in a number of positive benefits currently attributed to Croatian state forests. Would it not be logical, therefore, that the task of caring for the national ecological forest network in Croatia is given to this profession? I should stress that as a profession we are very well organized and adequately trained, as testified by the composition and structure of Croatian forests, of which every single one could be proclaimed a national park under the European criteria. We, instead, are competing in giving areas with forests as basic phenomena the status of protected areas. We are establishing new administrations but hesitating to employ professional foresters, because "all they do is cut down forests". We, in fact, are throwing away money which is short anyway, instead of gathering specialists from different fields (foresters, biologists, veterinarians, sociologists) in the joint task of nature protection. Every forest keeper is well trained in all those forest matters which a ranger (a professional term taken over from the USA) is supposed to know. We are spending considerable means on educating rangers despite the fact that our forest keepers, who care for tree phenophases and forest wildlife, are already well trained and equipped for the job.

I speak on behalf of the forest profession and suggest that representatives of the State Institute of Nature Protection and forestry professionals sit down at the round table and use NATURA 2000 as an opportunity to reach a satisfying agreement on nature protection in the Republic of Croatia.

I would like to remind the readership that the issue of Forestry Journal 1–2/2008 already tackled the possibility of translocating the State Administration for Nature Protection from the Ministry of Culture to the Ministry of Forestry, Regional Development and Water Management. This would undoubtedly eliminate various misunderstandings related to nature protection in forested areas and the role of biologists in the protection of forest ecosystems. Or is it more convenient to live in the shade of a minister who, overwhelmed by the enormity of work in his field, finds little time for nature protection?

Emeritus Professor Branimir Prpić, Ph.D.

Naslovna stranica – *Front page*:

Šumski mozaik kod slapova Krke – *Forest Mosaic at River Krka Waterfalls*

(Foto – Photo: Zvonimir Ištvan)

Naklada 1850 primjeraka

Š U M A R S K I L I S T

Znanstveno-stručno i staleško glasilo Hrvatskoga šumarskog društva
Journal of the Forestry Society of Croatia – Zeitschrift des Kroatischen Forstvereins
Revue de la Société forestière croate

Uređivački savjet – Editorial Council:

- | | |
|--|---|
| 1. Davor Beljan, dipl. ing. | 13. Mr. sc. Josip Malnar |
| 2. Dr. sc. Miroslav Benko | 14. Marina Mamić, dipl. ing. |
| 3. Stjepan Blažičević, dipl. ing. | 15. Izv. prof. dr. sc. Josip Margaletić |
| 4. Mr. sc. Miroslav Brnica | 16. Akademik Slavko Matić |
| 5. Davor Butorac, dipl. ing. | 17. Vlatko Petrović, dipl. ing. |
| 6. Mr. sp. Mandica Dasović | 18. Dragomir Pfeifer, dipl. ing. |
| 7. Mr. sc. Zoran Đurđević | 19. Prof. dr. sc. Branimir Prpić |
| 8. Prof. dr. sc. Ivica Grbac | 20. Emilia Seidl, dipl. ing. |
| 9. Dubravko Hodak, dipl. ing. | 21. Krunoslav Szabo, dipl. ing. |
| 10. Hranislav Jakovac, dipl. ing. | 22. Dražen Štrković, dipl. ing. |
| 11. Mr. sc. Petar Jurjević,
predsjednik – president | 23. Branko Trifunović, dipl. ing. |
| 12. Čedomir Križmanić, dipl. ing. | 24. Oliver Vlajnić, dipl. ing. |
| | 25. Zdravko Vukelić, dipl. ing. |

Urednički odbor po znanstveno-stručnim područjima

Editorial Board by scientific-professional fields

1. Šumski ekosustavi – Forest Ecosystems

Prof. dr. sc. Joso Vukelić,

urednik područja – field editor

Šumarska fitocenologija – *Forest Phytocoenology*

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

Prof. dr. sc. Jozo Franjić,

šumarska botanika i fiziologija šumskoga drveća

Forest Botany and Physiology of Forest Trees

Izv. prof. dr. sc. Marilena Idžočić,

dendrologija – *Dendrology*

Dr. sc. Joso Gračan,

genetika i oplemenjivanje šumskoga drveća

Genetics and Forest Tree Breeding

Izv. prof. dr. sc. Nikola Pernar,

šumarska pedologija i ishrana šumskoga drveća

Forest Pedology and Forest Tree Nutrition

Izv. prof. dr. sc. Marijan Grubešić,

lovstvo – *Hunting Management*

2. Uzgajanje šuma i hortikultura

Silviculture and Horticulture

Akademik Slavko Matić,

urednik područja – field editor

Silvikultura – *Silviculture*

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

Prof. dr. sc. Zvonko Seletković,

ekologija i biologija šuma, bioklimatologija

Forest Ecology and Biology, Bioclimatology

Dr. sc. Stevo Orlić, šumske kulture – *Forest Cultures*

Dr. sc. Vlado Topić, melioracije krša, šume na kršu

Karst Amelioration, Forests on Karst

Izv. prof. dr. sc. Igor Anić, uzgajanje prirodnih šuma, urbane šume – *Natural Forest Silviculture, Urban Forests*

Izv. prof. dr. sc. Ivica Tikvić, mikoriza i alelopatija

Mycorrhiza and Allelopathy

Izv. prof. dr. sc. Milan Oršanić, sjemenarstvo i rasadničarstvo – *Seed Production and Nursery Production*

Izv. prof. dr. sc. Željko Španjol, zaštićeni objekti prirode, hortikultura – *Protected Nature Sites, Horticulture*

Prof. em. dr. sc. Branimir Prpić, ekologija i njega krajolika, općekorisne funkcije šuma – *Ecology and Landscape Tending, Non-Wood Forest Functions*

3. Iskorištavanje šuma – Forest Harvesting

Prof. dr. sc. Ante Krpan,

urednik područja – field editor

Iskorištavanje šuma – *Forest Harvesting*

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

Doc. 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

Doc. dr. sc. Slavko Govorčin, nauka o drvu, tehnologija drva – *Wood Science, Wood Technology*

4. Zaštita šuma – *Forest Protection*

Dr. sc. 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

Izv. prof. dr. sc. Boris Hrašovec,

šumarska entomologija – *Forest Entomology*

Izv. prof. dr. sc. Josip Margaletić,

zaštita od sisavaca (mammalia)

Protection Against Mammals (mammalia)

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

5. Izmjera i kartiranje šuma

Forest Mensuration and Mapping

Izv. prof. dr. sc. 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:*

Doc. dr. sc. Mario Božić, izmjera šuma

Forest Mensuration

Dr. sc. Vlado Kušan, izmjera terena s kartografijom

Terrain Mensuration with Cartography

Doc. dr. sc. Anamarija Jazbec, biometrika u šumarstvu

Biometrics in Forestry

6. Uređivanje šuma i šumarska politika

Forest Management and Forest Policy

Izv. prof. dr. sc. Juro 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, Česka – *Czech Republic*

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

Dr. sc. Konrad Pintarić, prof. em., Bosna i Hercegovina
Bosnia and Herzegovina

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. Branimir Prpić

Tehnički urednik – Technical editor
Hranislav Jakovac, dipl. ing. šum.

Lektor – Proofreader

Dijana Sekulić-Blažina

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.

*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.*

**Na osnovi mišljenja Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa Republike Hrvatske, »Šumarski list«
smatra se znanstvenim časopisom te se na njega primjenjuje 0-ta stopa PDV (članak 57. g.)**

**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 and is subject to 0-rate VAT (Article 57)**

**Časopis referiraju sekundarni časopisi: Science Citation Index Expanded, CAB Abstracts,
Forestry Abstracts, Agricola, Pascal, Geobase, SCOPUS i dr.**

**Articles are abstracted by or indexed in: Science Citation Index Expanded, CAB Abstracts,
Forestry Abstracts, Agricola, Pascal, Geobase, SCOPUS et al.**

SADRŽAJ – CONTENTS

IZVORNI ZNANSTVENI ČLANCI – <i>ORIGINAL SCIENTIFIC PAPERS</i>	
UDK 630* 529 (001)	
Vedriš, M., A. Jazbec, M. Frntić, M. Božić, E. Goršić: Preciznost procjene strukturnih elemenata bukovo-jelove sastojine ovisno o veličini kružnih primjernih ploha	
Precision of Structure Elements' Estimation in a Beech – Fir Stand Depending on Circular Sample Plot Size	369
UDK 630* 453 (001)	
Matošević, D., M. Pernek, T. Dubravac, B. Barić: Istraživanje faune lisnih minera drvenastog bilja u Hrvatskoj	
Research of Leafminers on Woody Plants in Croatia	381
UDK 630* 423 (001)	
Dubravac, T., S. Dekanić: Struktura i dinamika sječe suhih i odumirućih stabala hrasta lužnjaka u Spačvanskom bazenu od 1996. do 2006. godine	
Structure and Dynamics of the Harvest of Dead and Declining Trees of Pedunculate Oak in the Stands of Spačva Forest from 1996 to 2006	391
UDK 630* 569 (001)	
Godina, K.: Razvoj strukturnih elemenata u mješovitim sastojinama hrasta lužnjaka na području Uprave šuma Bjelovar s osvrtom na modeliranje mješovitih prirasno prihodnih tablica	
Development Structure Elements in Mixed Oak Stands in Aria of Forest Administration Bjelovar with Retrospect on Modelling Growth and Yield of Mixed Stands	407
UDK 630* 188 (001)	
Cerovečki, Z.: Šume bukve s trstolikom milavom – As. <i>Calamagrosti arundinaceae-Fagetum</i> (Ht. 1950) Cerovečki ass. nov. na planinama zapadne Hrvatske	
Beech Forests and Milava – As. <i>Calamagrosti arundinaceae-Fagetum</i> (Ht. 1950) Cerovečki ass. nov. of the Mountain of West Croatia	417
STRUČNI ČLANCI – <i>PROFESSIONAL PAPERS</i>	
UDK 630* 425 (biomasa – <i>Biomass</i>)	
Pašičko, R., D. Kajba, J. Domac: Konkurentnost šumske biomase u Hrvatskoj u uvjetima tržišta CO₂ emisija	
Impacts of Emission Trading Markets on Competitiveness of Forestry Biomass in Croatia	425
UDK 630* 272 (<i>Cactaceae</i>)	
Grgurević, D.: Sukulente (mesnaticе – tustike) na jadranskoj obali i uporaba u parkovima	
Succulents (fat plants) on the Adriatic Coast and their Use in Parks	439
ZAŠTITA PRIRODE – <i>NATURE PROTECTION</i>	
Arač, K.: Češljugar (<i>Carduelis carduelis</i> L.)	447
Kranjčev, R.: Uz korito Bijele rijeke	448
KNJIGE I ČASOPISI – <i>BOOKS AND MAGAZINES (Scientific and Professional)</i>	
Frković, A.: Lovačka iskaznica Davora Martića	450
Grospić, F.: L’Italia forestale e montana	451
Gračan, J.: HRVATSKE ŠUME, časopis za popularizaciju šumarstva	454
MEĐUNARODNA SURADNJA <i>INTERNATIONAL COOPERATION</i>	
Dundović, J.: Ugovor o kooperaciji između gradova Našica i Güssinga	455
Posavec, S.: Europske inovacijske nagrade	458
IZ ŠUMARSTVA BOSNE I HERCEGOVINE <i>FROM THE FORESTRY OF BOSNIA AND HERZEGOVINA</i>	
Rezo, L.: Inicijativa za formiranje granskog sindikata Federacije Bosne i Hercegovine ili Bosne i Hercegovine	459
Upravni odbor HŠD Mostar: Zašto nije formirano Šumsko-gospodarsko društvo (ŠGD) u Hercegovačko-neretvenskoj županiji	459
IN MEMORIAM:	
Filipović, J.: Đurađ Babogredac (1922 – 2009)	462
Schreiber, P.: Duško Grgičević (1933 – 2009)	463

Napomena: Uredništvo ne mora uvijek biti suglasno sa stavovima autora

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO

<http://www.sumari.hr>

HRVATSKO
ŠUMARSKO
DRUŠTVO

CROATIAN
FORESTRY SOCIETY

O DRUŠTVU

ČLANSTVO

stranice ogranača:
DE KA SP ZA

AKADEMIJA ŠUMARSKIH
ZNAHODI

PRO SILVA CROATIA
SEKCIJA ZA BIOMASU
SEKCIJA ZA ZAŠTITU ŠUMA
EKOLOŠKA SEKCIJA

E F N S

aktivna karta
Zagreb

Trg Mažuranića 11
fax/tel: +385(1)4828477
mail: hsd@sumari.hr

IMENIK HRVATSKIH ŠUMARA

13966 osoba
24400 biografskih činjenica
14540 bibliografskih jedinica

ŠUMARSKI LIST

133 godine neprekidnog izlaženja
1028 izdanih svezaka
75750 otisnutih stranica
14636 članaka
1833 autora
u cijelosti digitalizirano i dostupno na WEBu
12,66 GB digitalizirane građe

IMENIK HRVATSKIH ŠUMARA

ŠUMARSKI LIST

DIGITALNA BIBLIOTEKA
HSD

Uredništvo ŠUMARSKOGA LISTA
HR-10000 Zagreb
Trg Mažuranića 11

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

WEB stranica / WEB site: www.sumari.hr/SL
Šumarski list online: www.sumari.hr/sumlist

Journal of forestry Online: www.sumari.hr/sumlist/en
Digitalizirana arhiva / digitalized archive: www.sumari.hr/sumlist/arhiva

PRECIZNOST PROCJENE STRUKTURNIH ELEMENATA BUKOVO-JELOVE SASTOJINE OVISNO O VELIČINI KRUŽNIH PRIMJERNIH PLOHA

PRECISION OF STRUCTURE ELEMENTS' ESTIMATION IN A BEECH – FIR STAND DEPENDING ON CIRCULAR SAMPLE PLOT SIZE

Mislav VEDRIŠ*, Anamarija JAZBEC*, Marko FRNTIĆ**,
Mario BOŽIĆ*, Ernest GORŠIĆ*

SAŽETAK: Osnovni elementi strukture sastojine (broj stabala, temeljnica i volumen) procjenjuju se na temelju uzorka primjernih ploha. Cilj ovog istraživanja je usporediti rezultate procjene struktturnih elemenata sastojine dobivene na primjernim plohama različite veličine, te posredno ocijeniti učinkovitost izmjere glede veličine ploha. Mjerena su provedena u bukovo-jelovoj sastojini Nastavno-pokusnoga šumskog objekta "Zalesina" na području prebornih šuma Gorskega kotara u Hrvatskoj. Na sistematskom uzorku 17 koncentričnih kružnih primjernih ploha izmjereni su prsni promjeri stabala te njihov položaj (azimut i udaljenost) u odnosu na središte plohe. Pri tome su stabla iznad 10 cm promjera mjerena na krugovima radijusa 13 m, stabla iznad 30 cm promjera na krugovima radijusa 19 m, te samo stabla deblja od 50 cm na krugovima radijusa 26 m. Načinjen je računalni program za izračun struktturnih elemenata sastojine te njihovu simulaciju i obračun po plohama radijusa različitih od onih izmjerениh. Uspoređeno je osam veličina kružnih ploha – osim mjerениh ploha (radijusi 13, 19 i 26 m) uzete su plohe radijusa korištenih u uređajnoj inventuri (7,98 m; 12,62 m; 5 i 12 m), nacionalnoj inventuri (7, 13 i 20 m) i nekoliko pokusnih veličina krugova (9,77 m; 11,28 m te 7 i 13 m). Na svim stajalištima su za svaku veličinu plohe izračunate prosječne vrijednosti broja stabala, temeljnica i volumena po hektaru. Razlike u procjeni struktturnih elemenata na razini sastojine između ploha različitih veličina nisu statistički značajne, uz razinu značajnosti 0,05. Za rezultate procjene izračunata je preciznost procjene uz 95 % pouzdanosti koja izravno ovisi o odabranoj veličini ploha. Bolja preciznost procjene struktturnih elemenata dobivena je na većim plohama, gdje je zbog većeg broja uključenih stabala dobivena manja prostorna varijabilnost. Primjenom koncentričnih krugova posebice je kod procjene broja stabala zbog manje mjernih stabala povećana varijabilnost i pogreška uzorka. Preciznost procjene temeljnica i volumena na koncentričnim krugovima nije znatno pogoršana, što upućuje na opravdanost njihove primjene zbog moguće uštede pri izmjeru. Dobiveni rezultati omogućuju odabir željene veličine ploha uzorka na temelju omjera broja mjernih stabala na plohama i kakvoće (preciznosti) procjene struktturnih elemenata. Prije praktične primjene potrebno je

* Mislav Vedriš, dipl. ing. šum., mvedris@sumfak.hr;
izv. prof. dr. sc. Anamarija Jazbec, jazbec@sumfak.hr;
doc. dr. sc. Mario Božić, bozic@sumfak.hr;
Ernest Goršić, dipl. ing. šum., egorsic@sumfak.hr;
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25,
Zagreb

** Marko Frntić, dipl. ing. šum., marko.frntic@hrsume.hr;
"Hrvatske šume" d.o.o., Lj. F. Vukotinovića 2, Zagreb

istraživanje provesti na većem uzorku ploha u više sastojina različitog prostornog rasporeda stabala te analizirati razdiobe broja stabala, temeljnica i volumena po debljinskim razredima. Mjerenje vremena potrebnog za izmjenu ploha omogućilo bi točniji izračun učinkovitost izmjere na plohamu različite veličine.

Ključne riječi: izmjera šuma, kružne primjerne plohe, broj stabala, temeljnica, volumen, procjena, preciznost, računalni model CirCon

UVOD – Introduction

Izmjera ili inventura šuma temeljna je prepostavka za planiranje potrajnoga gospodarenja šumama (Pranjić i Lukić 1997). Budući da najčešće nije moguće izmjeriti sva stabla, redoviti način dobivanja podataka o stanju sastojine je pomoću uzorka primjernih ploha. Vrlo je važno odabrati dobar (reprezentativan) uzorak, što osim prostornog rasporeda uključuje odabir oblika i veličine primjernih ploha. Tako dobiveni podaci na temelju uzorka procjena su stvarnih veličina. Bliskost procijenjene i stvarne veličine (točnost) gotovo je nemoguće odrediti, jer su u nju uključeni mnogi izvori pogrešaka. Kvaliteta uzorka procjenjuje se na temelju pogreške uzorka, odnosno preciznosti. Osim pogreške uzorka na kvalitetu procjene utječu i pogreške mjerenja, pogreške izračuna površina sastojina, metodske pogreške obračuna volumena (korištene volumne tablice) i druge. Osnovni strukturni elementi sastojine su broj stabala, temeljnica i volumen (drvna zaliha). Na preciznost procjene ovih elemenata izravno utječu njihova varijabilnost u sastojini te veličina uzorka (broj ploha). Pritom je procjena srednjih vrijednosti i varijabilnosti ovisna o veličini i obliku ploha (Schreuder i dr. 1993, Koprić 2006), te njihovom rasporedu. Budući da je sastojina osnovna jedinica gospodarenja, vrlo je korisno

MATERIJAL I METODE

Za istraživanje je odabранo dinarsko područje prebornih šuma u Gorskom kotaru u sjeverozapadnoj Hrvatskoj. Terenska izmjera provedena je u raznодobnoj mješovitoj bukovo-jelovoj sastojini visokog uzgojnog oblika, površine 20,63 ha u Gospodarskoj jedinici "Belovine". Nastavno pokusno šumskoga objekta "Zalesina". Sastojina se proteže na nadmorskoj visini od 790 do 850 m, južne do istočne eksponicije, nagiba terena 5 – 10°, pripada uređajnom razredu raznодobne sjemeњače jele na drugome bonitetu.

Zbog jednostavnosti i praktičnosti, te raširene upotrebe u inventuri šuma (Johnson 2000, Iles 2003), odabran je sistematski uzorak primjernih ploha. Na zemljovidu je položena kvadratna mreža s duljinama stranica 100 m. Na sjecištima mreže u sastojini postavljeno je 17 kružnih ploha, kao praktičan i često korišten oblik ploha u inventuri šuma (Schreuder i dr. 2004). Usporedbom s primjenjivanim veličinama ploha u inventuri šuma u Hrvatskoj (uređajna izmjera, Nacionalna inventura šuma) odabrana su tri koncentrična kruga

znati koja je preciznost i pouzdanost procjene osnovnih elemenata strukture sastojine dobivena izmjerom na terenu. Ovaj rad dio je istraživanja preciznosti procjene strukturnih elemenata i potrebne veličine uzorka u području prebornih šuma. Cilj rada je usporediti procijenjene vrijednosti strukture sastojine (po hektaru) dobivene na plohamu različite veličine, a također i pri tom postignutu preciznost. U Hrvatskoj je do sada napravljeno nekoliko istraživanja i usporedbi različitih metoda terenske izmjere na području jednodobnih regularnih šuma (Lukić 1984, Galic 2002, Indir 2004). Zbog veće prostorne i strukturne varijabilnosti te mogućih posebnosti ovo istraživanje napravljeno je u području bukovo-jelovih prebornih šuma kao uvod u opsežniji projekt iznalaženja optimalnog uzorka za inventuru na tom području. Istraživanje se odvija usporedno s promjenama sustava uređajne izmjere državnih šuma u Hrvatskoj (Pravilnik o uređivanju šuma, NN 111/06, 141/08), te započetim projektom Nacionalne inventure šuma (Čavlović i Božić 2008). Budući da je planiranje uzorka posao koji može poskupiti ili pojefitiniti postupak terenske izmjere, ispitivanje potrebne veličine uzorka za postizanje željenog cilja s obzirom na željenu kvalitetu rezultata uvijek je aktualno i korisno.

MATERIJAL I METODE

radijusa 13, 19 i 26 metara. Položaj središta ploha na terenu određen je busolom i daljinomjerom. Na svakoj plohi mjereni su prsni promjeri stabala (1,30 m iznad tla) na milimetar precizno, njihova udaljenost od središta, nagib i azimut. Pri izmjeri pokusnih ploha primjenjena je taksacijska granica od 10 cm, uobičajena u hrvatskoj šumarskoj praksi (članak 19. Pravilnika o uređivanju šuma, NN 111/06). Promjeri stabala mjereni su na koncentričnim krugovima različitih radijusa, ovisno o dimenzijama stabala: na krugu radijusa 13 m mjerena su sva stabla iznad taksacijske granice, na krugu radijusa 19 m mjerena su stabala od 30 cm i deblja, a na krugu radijusa 26 m stabla promjera od 50 cm na više (K13-19-26). Odabrane veličine krugova za izmjeru veće su od prepostavljenog potrebnih, sa svrhom simulacije krugova različitih radijusa te mogućnosti simulacije pomaka položaja krugova.

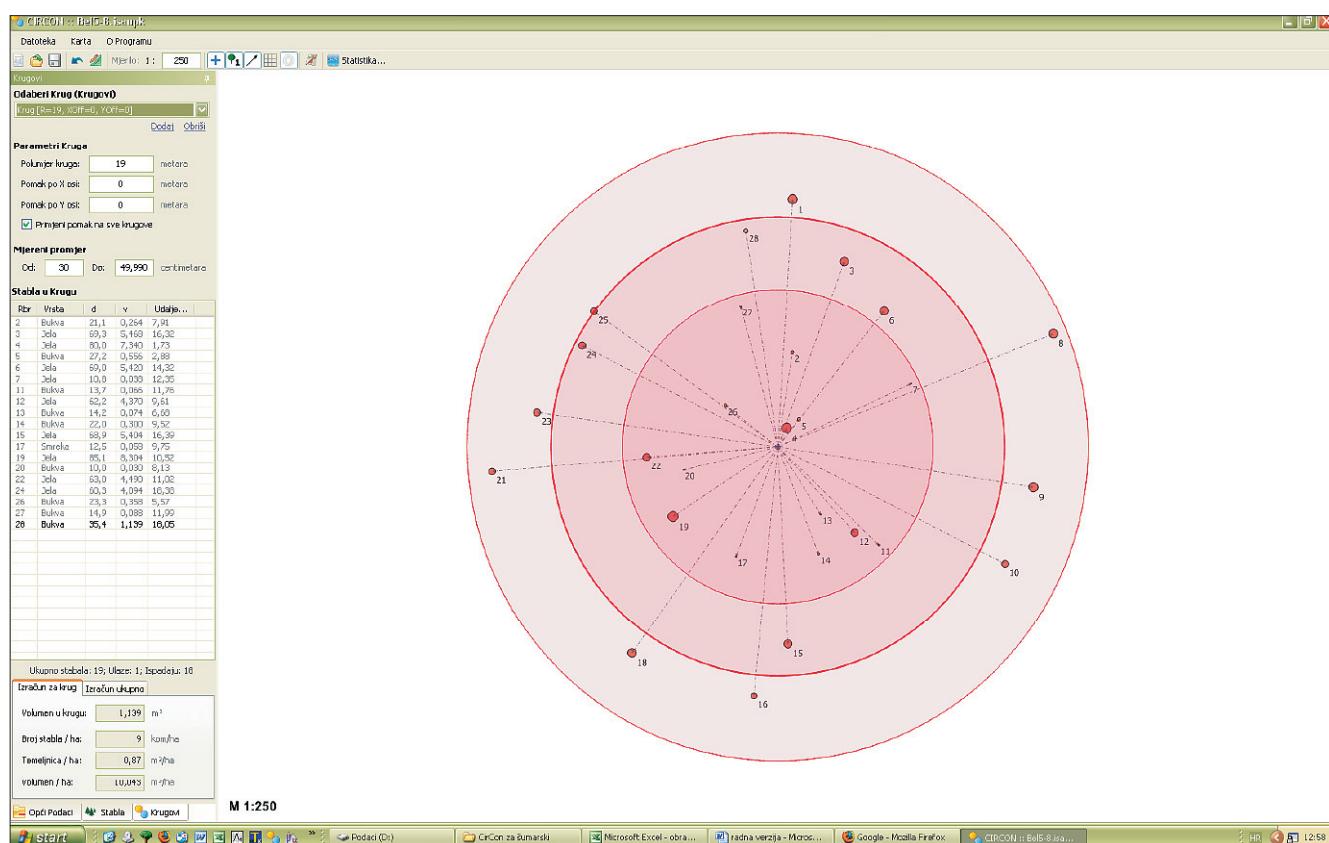
Za izmjeru su korišteni instrumenti: promjerka Haflof s milimetarskom podjelom, busola Suunto sa stalkom, ultrazvučni daljinomjer Vertex III i merna vrpca

(za mjerjenje opsega stablima prsnog promjera većeg od 80 cm). Rad na terenu izvodila su dva do tri radnika, od kojih je jedan mjerio prsne promjere, drugi sa središta određivao azimut i udaljenost stabala, te (treći) bilježio podatke.

Budući da je cilj usporediti procjene strukturnih elemenata za različite veličine ploha, u tu svrhu su zanemareni postojeći izvori pogrešaka, tj. pogreške pri izmjeri, pogreške određivanja površine sastojina, pogreške odabira tarife i obračuna volumena. Volumen je obračunavan po interpoliranim Šurićevim jednoulaznim volumnim tablicama za jelu i bukvu (Pranjić 1966) koje su propisane po važećem programu gospodarenja za Gospodarsku jedinicu "Belevine" (Čavlov i Božić 1999). Pritom je napravljena linearna interpolacija volumena za promjere izmjerene milimetarskom preciznošću.

Za obradu podataka osmišljen je i izrađen program *CirCon* koji služi za obračun podataka na razini plohe i sastojine, te se njime mogu simulirati željeni položaji i veličine ploha u odnosu na stvarno izmjereno stanje. Osnovna jedinica obračuna je stablo na pojedinoj plo-

hi. Iz baze su prebačeni podaci svih mjerjenih stabala na plohi (prsnii promjer, azimut i horizontalna udaljenost od središta). Za tako unesena stabla izračunata je temeljnica i volumen iz volumne tablice, ovisno o vrsti i bonitetu. Iz podataka o stablima i površine plohe izračunati su broj stabala, temeljnica i volumen po hektaru za svaku plohu, ovisno o veličini plohe koja je definirana promjerom stabla. Nakon unesenih i obračunatih stvarno mjerjenih ploha pomoću *CirCon-a* izvedeni su broj stabala, temeljnica i volumen za plohe različitog (manjeg) radijusa od stvarno izmjerenih, na temelju udaljenosti pojedinog stabla i odabranog radijusa ploha. Budući da program obračunava automatski je li neko stablo unutar plohe ili nije, moguće je simulirati bilo koju veličinu plohe (manju od mjerene). Pritom je moguće zadati veći broj koncentričnih krugova različitih radijusa i graničnih vrijednosti promjera stabala koja se obračunavaju na plohi. Vizualno sučelje *CirCon-a* daje tlocrt ploha s položajem stabala u željenom mjerilu (slika 1), što ga čini preglednim i pogodnim za proučavanje prostornog rasporeda stabala.



Slika 1. Raspored stabala na plohi u sučelju programa *CirCon*
Figure 1 Tree distribution on a plot displayed in *CirCon* interface

Za usporedbu je simulirano više različitih veličina kružnih ploha. To su ponajprije često korištene kružne plohe radijusa 12,62 m s površinom 500 m² (K12,62), te dvostruki krug radijusa 5 m (površine 78,54 m²) za stabla 10 do 29,9 cm i radijusa 12 m (površine 452,39 m²)

za stabla od 30,0 cm na više (K5-12), koji su u vrijeme istraživanja (i donedavno) bili službeno u uporabi. Obračunati su i manji krugovi radijusa 7,98 m, površine 200 m² (K7,98), zatim radijusa 9,77 m, površine 300 m² (K9,77), te radijusa 11,28 m, površine 400 m² (K11,28).

Za usporedbu su odabrani i dvostruki koncentrični kružni radijusa 7 i 13 m (K7-13) s jednakim rasponima izmjere promjera (manji krug za promjere 10-29,9 cm, a veći krug za promjere 30,0 i više centimetara) te koncentrični kružni radijusa 7, 13 i 20 metara (K7-13-20), kakvi se koriste u Nacionalnoj inventuri šuma (Čavlović i Božić 2008). Za svaku od metoda (veličina ploha) izračunati su statistički parametri strukturalnih ele-

menata (N, G, V): prosječna vrijednost po hektaru za svaku plohu i ukupno za cijelu sastojinu (\bar{X}), standardna devijacija (s) i 95 %-tni pouzdani interval. Množenjem standardne pogreške s pripadajućom vrijednosti varijable t -distribucije za željenu pouzdanost dobivena je pogreška uzorka u apsolutnom iznosu. Dijeljenjem pogreške uzorka s aritmetičkom sredinom dobivena je preciznost iskazana kao relativna pogreška uzorka (P).

$$95\%PI \dots \bar{X} \pm t \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}$$

$$P \dots \frac{t \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}}{\bar{X}}$$

$95\%PI \dots$	$\bar{X} \pm t \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}$	95 % <i>PI</i> 95 % pouzdani interval 95 % <i>confidence interval</i> ;
\bar{X}	\bar{X}	prosječni iznos elementa strukture sastojine (N,G,V) po hektaru <i>Average stand structure element (N, G, V) per hectare</i> ;
t	t	granična vrijednost za rubnih 2,5 % površine ispod t distribucije uz n-1 stupnjeva slobode <i>critical value for upper 2,5 % of area under t distribution with n-1 degrees of freedom</i> ;
s	s	standardna devijacija dobivena iz uzorka <i>standard deviation based on sample</i> ;
n	n	veličina uzorka (broj ploha) <i>sample size (number of plots)</i> ;
P	P	preciznost iskazana kao relativna pogreška uzorka <i>precision (relative sample error)</i> .

Za postupak obračuna statističkih parametara iz uzorka (aritmetička sredina, standardna devijacija, standardna pogreška, pogreška uzorka) korištene su pretpostavke i jednadžbe za slučajni uzorak koje se smatraju prihvativim i kod sistematskog uzorka (Pranjić i Lukić 1997). Budući da su simulacijom dobiveni rezultati povezani, jer se radi o istim središnjim (djelomično i o istim stablima), ne mogu se smatrati nezavisnim uzorcima. Zbog toga smo za uspoređivanje prosječnih vrijednosti strukturalnih elemenata sastojine po hektaru između različitih metoda (veličina kružnoga) koristili analizu varijance ponovljenih mjerjenja uz razinu značajnosti 0,05 (Sokal i Rohlf 1995). Statistička analiza i grafički prikazi napravljeni su u statističkom paketu Statistica 7.1. (Statsoft 2006) i Microsoft Excel 2003.

Rezultati procjena po različitim veličinama ploha uspoređivani su međusobno, bez da su poznate stvarne vrijednosti broja stabala, temeljnica i volumena. To bi bilo moguće samo u slučaju da su izmjerena sva stabla. No, ni takva izmjera ne može se uzeti kao apsolutno mjerilo, jer uključuje moguće pogreške pri izmjeri (Lukić 1984, Pranjić 1987). Kao referentna vrijednost uzeta je procjena na temelju najvećih ploha (K13-19-26) koje zbog površine predstavljaju veći dio sastojine, a time vjerojatno i procjenu bližu stvarnim vrijednostima.

Osim procjene strukturalnih elemenata, a radi uvida u učinkovitost izmjere na plohamu odabranih veličina, izračunat je prosječan broj mjerljivih stabala po jednoj plohi tako da su za svaku metodu zbrojena sva stabla koja su obračunata na svim plohamu i zbroj podijeljen s brojem ploha. Za usporedbu broja stabala po plohi između metoda također je zbog gore navedenih razloga primjenjena analiza varijance ponovljenih mjerjenja (Sokal i Rohlf 1995).

Osim procjene strukturalnih elemenata, a radi uvida u učinkovitost izmjere na plohamu odabranih veličina, izračunat je prosječan broj mjerljivih stabala po jednoj plohi tako da su za svaku metodu zbrojena sva stabla koja su obračunata na svim plohamu i zbroj podijeljen s brojem ploha. Za usporedbu broja stabala po plohi između metoda također je zbog gore navedenih razloga primjenjena analiza varijance ponovljenih mjerjenja (Sokal i Rohlf 1995).

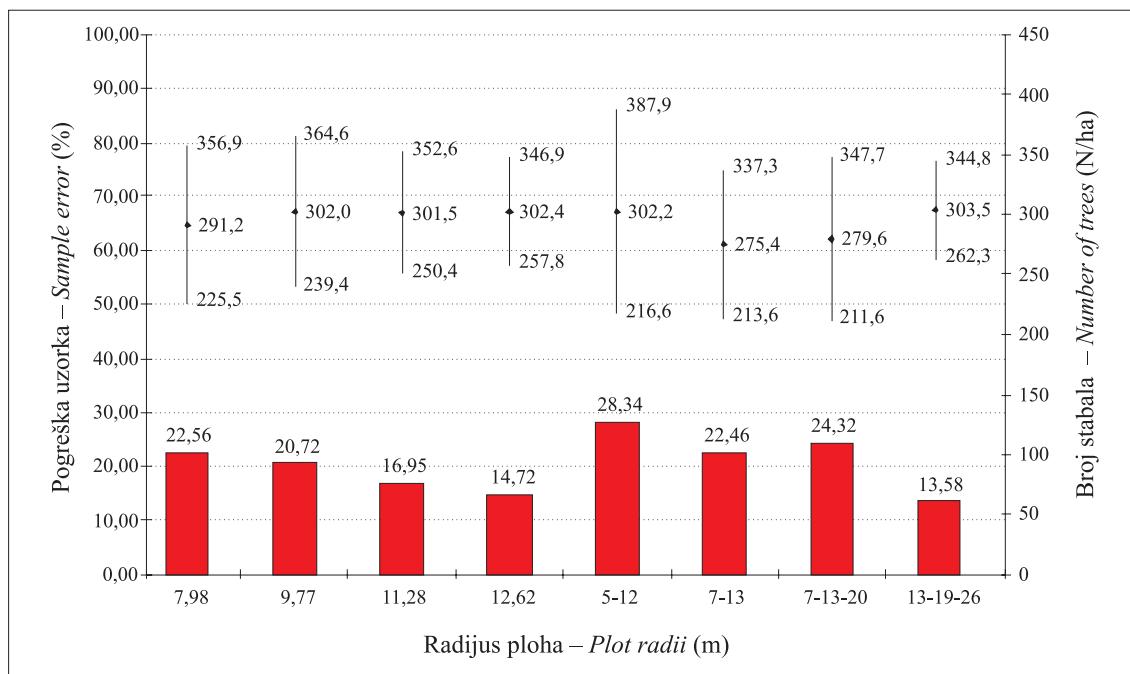
REZULTATI – Results

Broj stabala – Number of trees (N)

Rezultati procjene broja stabala sastojine na temelju mjerjenih ploha te simuliranih jednostrukih i koncentričnih kružnih ploha prikazani su na slici 2, gdje je osim prosjeka prikazan interval za 95 % pouzdanosti te relativna pogreška uzorka (preciznost) za sve navedene metode.

Procjena broja stabala u sastojini kreće se ovisno o veličini ploha u rasponu od 275,4 do 303,5 komada po hektaru, s time da razlike nisu statistički značajne (ANOVA s ponovljenim mjerjenjima: $F = 0,6027$, $df = 7$, $p = 0,7526$). Vidljivo je poboljšanje preciznosti (sma-

njenje pogreške uzorka) povećanjem ploha. Primjenom koncentričnih kružnoga preciznost je lošija – najlošija preciznost (28,34 %) dobivena je na plohamu K5-12. Na većim koncentričnim kružnjima (K7-13) preciznost je bolja, a uvođenjem trećega koncentričnog kruga (K7-13-20) opet je pogoršana zbog povećane varijabilnosti. Najveće plohe (K13-19-26) polučile su najprecizniju procjenu broja stabala (13,58 %), što je ipak zanemarivo poboljšanje u usporedbi sa 14,72 % dobivenim jednostrukim kružnjima radijusa 12,62 m.



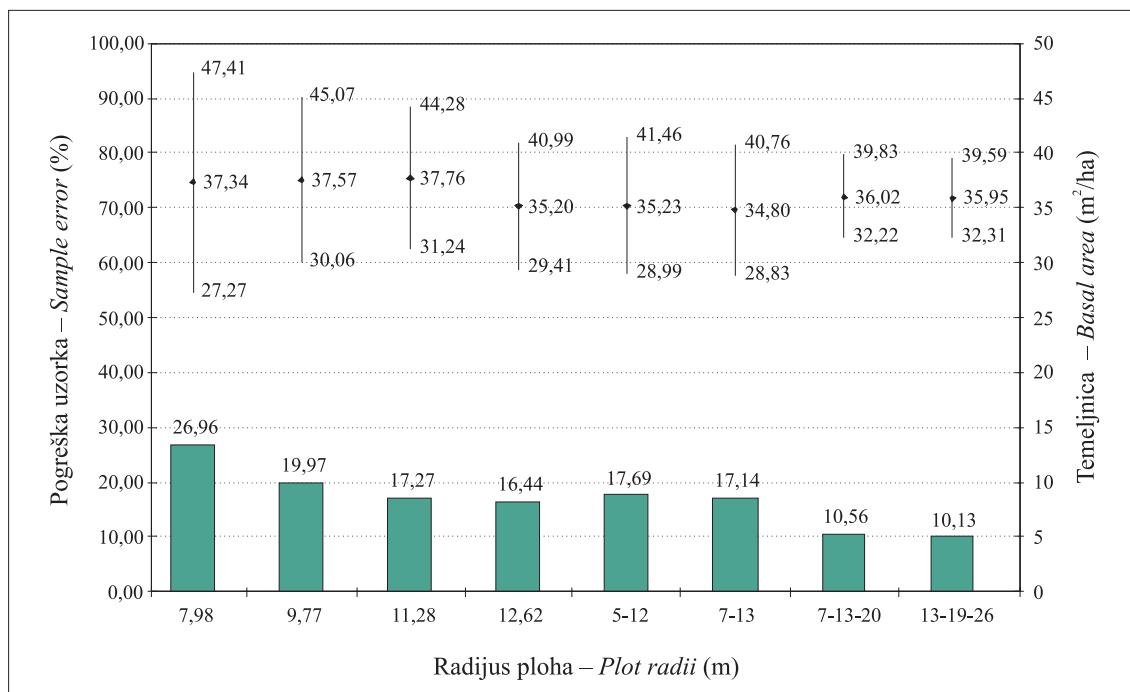
Slika 2. Prosječni broj stabala po hektaru i pogreška uzorka ovisno o veličini ploha. Točke su procjene broja stabala, a okomite linije predstavljaju 95 % pouzdane intervale procjene. Stupci prikazuju relativnu pogrešku uzorka u postocima

Figure 2 Average number of trees per hectare and sample error by different plot sizes. Dots are average number of trees and vertical lines stand for 95 % confidence intervals. Bars denote relative sample error in percent

Temeljnica – Basal area (G)

Rezultati procjene temeljnice sastojine za različite veličine ploha prikazani su na slici 3. Prosječne vrijednosti kreću se od 34,80 do 37,76 m² po hektaru. Analiza

zom varijance ponovljenih mjerjenja razlike se nisu pokazale statistički značajnima ($F = 0,2948$, $df = 7$, $p = 0,9547$). Preciznost procjene poboljšava se poveća-



Slika 3. Prosječna temeljnica sastojine po hektaru i pogrešku uzorka ovisno o veličini ploha. Točke su procjene temeljnici sastojine, a okomite linije predstavljaju 95 % pouzdane intervale procjene. Stupci prikazuju relativnu pogrešku uzorka u postocima

Figure 3 Average stand basal area per hectare and sample error by different plot sizes. Dots are average basal area estimates and vertical lines stand for 95 % confidence intervals. Bars denote relative sample error in percent

njem ploha (K7,98 do K12,62). Primjenom koncentričnih krugova (K5-12) preciznost temeljnica je neznatno lošija (17,69 %), a povećanje radijusa (K7-13) nije znatno doprinijelo poboljšanju procjene (17,14 %). Uvo-

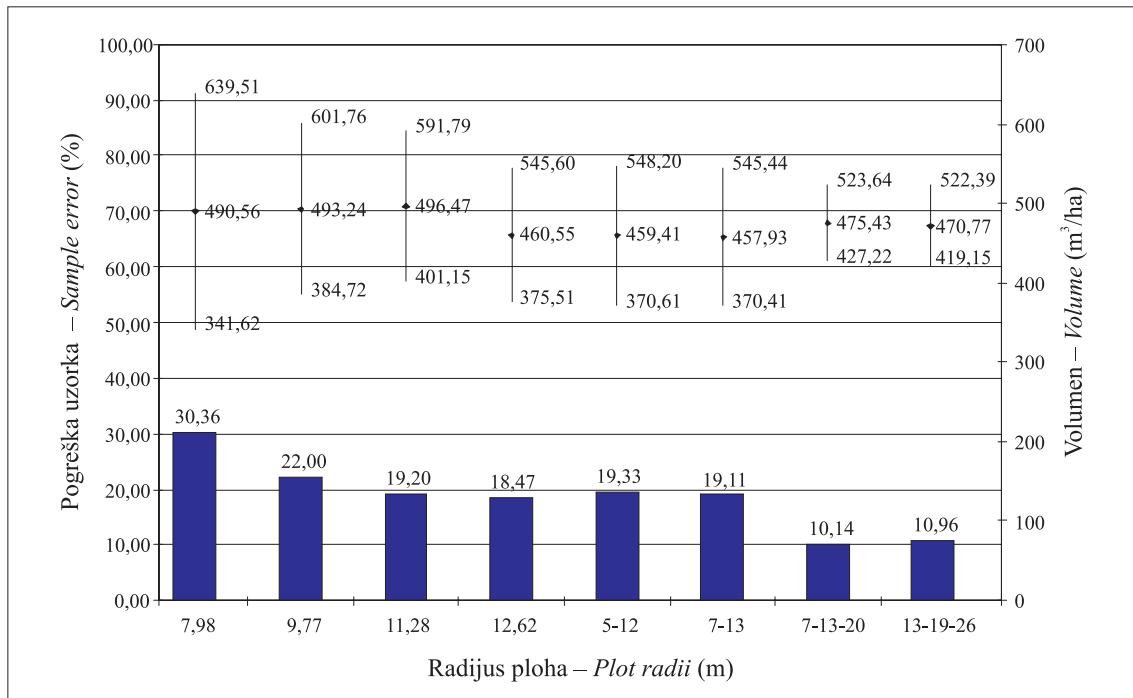
đenje trećega koncentričnog kruga (K7-13-20) bitno je smanjilo pogrešku uzorka (10,56 %), dok je povećanje trostrukoga kruga (K13-19-26) tek neznatno smanjilo pogrešku uzorka (10,13 %).

Drvna zaliha – *Stand volume (V)*

Rezultati procjene volumena sastojine (m^3/ha) za uspoređivane veličine ploha prikazani su na slici 4.

Različitim veličinama ploha dobiveni su različiti iznosi volumena na pojedinim plohama i ukupno za sa-

stojinu. Procjene volumena sastojine kreću se u rasponu od 457,93 do 496,47 m^3 po hektaru. Na temelju analize varijance ponovljenih mjerjenja razlika prosječnih vrijednosti nije statistički značajna ($F = 0,2650$,



Slika 4. Prosječni volumen sastojine po hektaru i pogreška uzorka ovisno o veličini ploha. Točke su procjene volumena sastojine, a okomite linije predstavljaju 95 % pouzdane intervale procjene. Stupci prikazuju relativnu pogrešku uzorka u postocima

Figure 4 Average stand volume per hectare and sample error by different plot sizes. Dots are average volume estimates and vertical lines stand for 95 % confidence intervals. Bars denote relative sample error in percent

$df = 7, p = 0,9661$). Iz slike 2 vidljive su razlike u intervalima pouzdanosti procjene i preciznosti. Tako je metoda najmanjih ploha (K7,98) polučila najlošiju preciznost (30,36 %), a najbolja je postignuta na koncentričnim

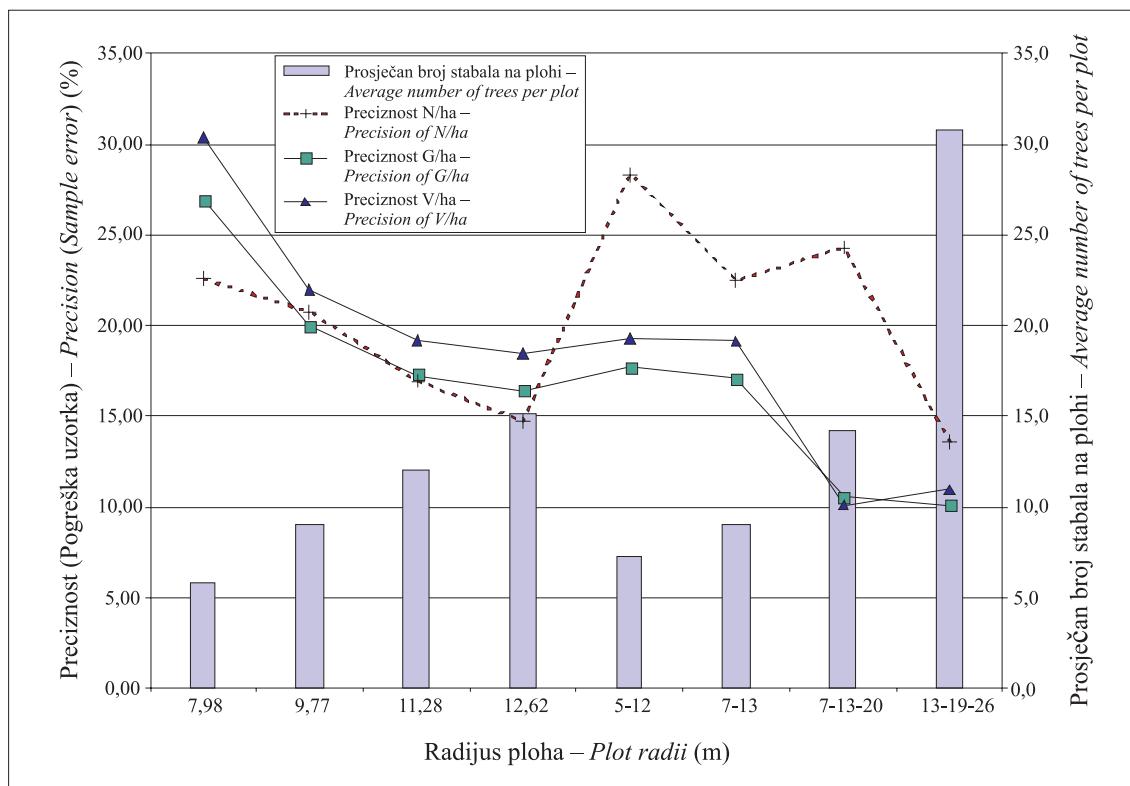
krugovima radijusa 7, 13 i 20 m (K7-13-20). Zanimljivo da na najvećim (mjerenim) plohama (K13-19-26) nije poboljšana preciznost procjene u odnosu na K7-13-20.

Broj stabala po plohi – *Number of trees per plot*

Za usporedbu učinkovitosti izmjere na plohama različitih veličina potrebno je znati vrijeme izmjere na plohi. Budući da za simulirane veličine ploha nije moguće odrediti vrijeme izmjere, izračunali smo prosječan broj stabala po jednoj primjernoj plohi, koji na neki način određuje utrošak vremena za izmjeru ploha pojedine veličine. Razlike prosječnih vrijednosti pokazale su se statistički značajnima na razini 0,05 (ANOVA s ponovljenim mjeranjima: $F = 187,621, df = 7, p = 0,0000$) za gotovo sve metode, osim između K7,98 i K5-12; K7-13 i K9,77 te K7-13-20 i K12,62 (Fisherov LSD post-hoc test). Na slici 5 prikazan je prosječan

broj stabala po jednoj plohi za svaku metodu, te pripadajuće preciznosti procjene strukturnih elemenata u svrhu usporedbe polučene preciznosti procjene obzirom na broj stabala po plohi.

Povećanjem površine povećava se broj stabala i smanjuje pogreška uzorka za sve tri promatrane varijable. Uočljivo je smanjenje broja stabala po plohi uvođenjem koncentričnih krugova i pritom povećanje pogreške uzorka.



Slika 5. Prosječan broj stabala po plohi i preciznost procjene (pogreška uzorka) broja stabala, temeljnica i volumena sastojine po hektaru ovisno o veličini ploha.

Figure 5 Average number of trees per plot and precision of estimate (sample error) for number of trees, basal area and volume per hectare by different plot sizes

RASPRAVA – Discussion

U istraživanju smo usporedili utjecaj veličine ploha na preciznost procjene sastojinskih varijabli, pri čemu veličina uzorka nije obračunavana na temelju poznate varijabilnosti i željene preciznosti.

Valja napomenuti da je veličina uzorka (n) jednaka za sve uspoređene veličine ploha i strukturne elemente, što ima za posljedicu da su razlike u preciznosti (pogreška uzorka) ovisne isključivo o standardnoj devijaciji (prostornoj varijabilnosti između ploha), jer su n i t u obračunu jednaki za sve veličine ploha. Također raspored ploha je jednak za sve metode, što je povoljno za usporedbu samih veličina ploha jer nema razlika u položaju i broju ploha.

Rezultati analize varijance su kao i kod sličnih istraživanja u jednodobnim sastojinama (Lukić 1984, Galjić 2002) pokazali da dobivene razlike procjene strukturnih elemenata po veličinama ploha nisu statistički značajne na 95 % razini pouzdanosti. Dakle procjena niti po jednoj od metoda ne odstupa mnogo od ostalih, što je razumljivo jer se radi o istoj sastojini, gdje su prosječne vrijednosti dobivene iz svakog dobrog uzorka više ili manje blizu stvarnoj srednjoj vrijednosti. Iako se ne može tvrditi koja od veličina ploha daje "točne" rezultate, usporedba je učinjena ponajprije sa stajališta preciznosti. Osim toga u praksi se rijetko radi totalna klupaža većih

površina, te se uvijek radi o boljoj ili lošoj procjeni stvarnih vrijednosti, koje ostaju teoretski nepoznate.

Razlike u preciznosti općenito ovise o varijabilnosti pojedine varijable (broj stabala, temeljnica, volumen). Pri tome se na većim plohamama redovito dobivaju preciznije procjene, jer one obuhvaćaju više stabala te imaju ukupnu manju varijabilnost (Schreuder et al. 1993, Iles 2003), što je potvrđeno i ovim istraživanjem.

Kod manjih jednostrukih krugova (K7,98, K9,77 i K11,28) primjetne su veće prosječne vrijednosti temeljnica i volumena, što može upućivati da u ovakvim sastojinskim prilikama te veličine ploha daju nešto veće procjene, ali za takvu tvrdnju trebalo bi provjeriti veći uzorak ploha i sastojina.

Kod koncentričnih krugova odabranim rasponom izmjere prsnih promjera na određenom radijusu kruga smanjuje se broj mjerjenih stabala na plohi. Time se redovito povećava varijabilnost između ploha pa se povećava i pogreška uzorka, što se najbolje vidi na slici 5 (metode K12,62 i K5-12). Dakako, svrha koncentričnih kružnih ploha upravo jest smanjiti broj mjerjenih stabala na plohi, kako bi se smanjilo vrijeme izmjere. S druge strane, broj stabala redovito nije ciljana varijabla za koju je uzorak postavljen. Najčešće je to volumen kao mjera drvne zalihe na kojoj se temelji gospodarenje.

nje, pa je najzanimljivija usporedba metoda upravo po preciznosti procjene volumena.

Osim toga volumen je veličina čija je preciznost procjene bila zakonski propisana za uređajni razred (Pravilnik o uređivanju šuma, NN 111/06), pa smo stoga i pokušali ispitati razlike u procjeni volumena sastojine na temelju različitih veličina ploha. Međutim rezultati procjene volumena u sebi osim pogreške uzorka uključuju niz drugih pogrešaka (pogreške odabira tablica i obračuna volumena). Prema Pranjić (1987) temeljnica je bolji pokazatelj preciznosti inventure, jer u sebi ne sadrži pogrešku obračuna volumena. Na temelju ovih rezultata preciznost procjene temeljnica je nešto bolja od preciznosti volumena (prosječno oko 2 %), ali pokazuje jednaki trend promjene po metodama (slika 5). Nešto veća pogreška procjene volumena je posljedica povećane varijabilnosti zbog različitog volumena za iste promjere stabala ovisno o vrsti drveća.

Preciznost procjene temeljnice i volumena na koncentričnim krugovima nije toliko pod utjecajem manjeg broja mjerjenih stabala. Zbog povećanog udjela debljih stabala na plohi kod koncentričnih krugova ne dolazi do znatnog povećanja varijabilnosti temeljnice i volumena smanjenjem broja stabala na plohi, pa se pogreška uzorka neznatno povećava. Upravo je ta činjenica, uz razvoj mjernih instrumenata, i potaknula primjenu koncentričnih krugova u izmjeru šuma.

Za usporedbu navodimo da su Čavlović i dr. (2001) u sličnim sastojinskim uvjetima iste gospodarske jedinice dobili koeficijent varijacije volumena 27,75 % i relativnu pogrešku uzorka (preciznost) 10,87 %. U tom slučaju uzorak je bio veći (25 ploha površine po 900 m²), a oblik ploha je bio kvadratičan. Za usporedbu mogu se uzeti rezultati iz naših mjerjenih triju koncentričnih krugova (K13-19-26). Izmjereni je podjednak prosječan broj stabala na plohi: 31 u našem slučaju i 33 kod Čavlovića i dr. (2001). Postignuta preciznost procjene volumena je podjednaka za obje sastojine (relativna pogreška uzorka 10,87 % i 10,96 %) s time da je u našem slučaju dobiven manji koeficijent varijacije (21,33 %). Uzrok tomu je u samoj varijabilnosti volumena u sastojini, a djelomično se vjerojatno radi i o utjecaju vrste i oblika odabranih ploha za izmjeru.

Pravilnikom propisani intenzitet izmjeru od najmanje 5 % za preborne sastojine u pravilnom rasporedu ploha s razmacima 100x100 m upućuje na korištenje ploha radijusa 12,62 m. Na takvim plohamama postignuta je podjednaka preciznost (18,5 %) kao i koncentričnim krugovima radijusa 5 i 12 metara (19,3 %). Ako usporedimo te dvije veličine ploha, možemo reći da bi trebalo detaljno ispitati troškove vremena izmjeru za postizanje jednake preciznosti.

Utrošak vremena za izmjeru ploha pojedine veličine aproksimirali smo brojem mjerjenih stabala na ploha-

ma, što je prikazano na slici 5. Točna usporedba učinkovitosti – štedljivosti izmjere moguća je samo stvarnim mjerjenjem vremena na plohamama pojedine veličine, jer vrijeme izmjere ovisi još o veličini i vrsti plohe (jednostruki ili koncentrični krug) te rasporedu stabala. Plohe radijusa 5 i 12 prema omjeru broja mjerjenih stabala i preciznosti procjene volumena predstavljaju najbolji odabir (slika 5). Kod koncentričnih krugova mjeri se manje stabala, ali je s druge strane zbog više rubnih stabala koja se moraju provjeravati, veća mogućnost pogreške i produljeno vrijeme izmjeru. Upravo zato uporaba laserskih ili ultrazvučnih daljinomjera znatno ubrzava izmjeru na koncentričnim krugovima.

Gubitak preciznosti na manjim plohamama (K11,28) je zanemariv u odnosu na K12,62 (oko 1 %) uz prosječno tri mjerena stabla manje po plohi. To upućuje na mogućnost smanjenja ploha bez znatnog gubitka preciznosti. No, budući da je promjenama Pravilnika o uređivanju šuma (NN 141/08) zadan isključivo intenzitet uzorka bez obzira na kakvoču procjene (preciznost), uz manje plohe bilo bi potrebno povećati broj ploha, što bi povećalo vrijeme izmjeru.

Ako promatramo ukupne vrijednosti broja stabala, temeljnice i volumena, plohe radijusa 7 i 13 m nisu preporučljive jer povećavaju trošak izmjeru (prosječno 9 stabala na plohi), a preciznost nije poboljšana u odnosu na K5-12. Ako bi promatrati distribucije po debljinskim razredima, vjerojatno bi postigli bolje rezultate nego K5-12 zbog većeg broja mjerjenih stabala.

Plohe K7-13-20 ostvaruju veliko poboljšanje preciznosti (skoro 10 % u odnosu K7-13), ali uz bitno veći broj mjerjenih stabala (14). Koncentrični krugovi s tri radijusa zasigurno povećavaju broj rubnih stabala, što pak produljuje izmjeru. Takvo poboljšanje preciznosti na razini sastojine nije opravdano s obzirom na utrošak vremena, tim više što preciznost na razini sastojine nije propisana. Naprotiv to poboljšanje preciznosti svakako dolazi do izražaja u inventuri malog intenziteta uzorka na velikome prostoru kao što je Nacionalna inventura šuma (Čavlović i Božić 2008).

Zanimljivo je primjetiti da plohe K7-13-20 prosječno sadrže podjednak broj stabala kao jednostruki krugovi K12,62 uz znatno precizniju procjenu temeljnice i volumena.

Mjerene plohe (K13-19-26) nisu poboljšale preciznost procjene volumena u odnosu na metodu K7-13-20, nego čak dale neznatno lošiju preciznost.

Na temelju "dovoljne" (ili propisane) preciznosti može se odabrati optimalnu veličinu ploha na kojoj su troškovi najmanji. Računanje preciznosti procjene sastojinskih elemenata daje mogućnost uštede u planu inventure, što je zanemareno promjenama Pravilnika o uređivanju šuma (NN 141/08). S druge strane propisani intenzitet uzorka (5 % površine sastojine) ne ograničava preciznost.

čava primjenu ploha različite veličine, ali bi zahtijevao prilagodbu rasporeda (razmaka) ploha.

Dobiveni rezultati procjene strukturnih elemenata vrijede za ovu sastojinu i sastojine slične strukture, te su jedan prilog širem istraživanju optimalnog uzorka za

ZAKLJUČCI

Poznata činjenica poboljšanja preciznosti procjene povećanjem primjernih ploha, potvrđena ovim istraživanjem, daje mogućnost prilagodbe veličine ploha za konkretnе sastojinske uvjete ovisno o željenoj kakvoći rezultata (preciznosti) procjene.

Za procjenu broja stabala koncentrični krugovi nisu preporučljivi jer se njihovom primjenom pogreška uzorka povećava.

Za temeljnici i volumen rezultati su upravo suprotni. Primjenjivane plohe radijusa 12,62 m u ovoj sastojini daju sličan rezultat kao koncentrični krugovi radijusa 5 i 12 m. Stoga koncentrične kružne plohe radijusa 5 i 12 metara koje su korištene u hrvatskoj uređajnoj inventuri, predstavljaju dobar odabir, jer manji prosječni broj mjerjenih stabala na plohi skraćuje vrijeme izmjere. S druge strane dvostruki krug zahtijeva više provjera rubnih stabala, a time se povećava mogućnost pogrešnog bilježenja stabala. Zato je potrebno stručno i dobro uvježbano osoblje za izmjjeru, jer u suprotnom pri provjeri rubnih stabala osim gubitka vremena može doći do velikih pogrešaka.

S obzirom na podjednak broj mjerjenih stabala na plohi te na bolju preciznost procjene temeljnica i volumena u odnosu na plohe K12,62, čak bi i trostruki koncentrični krugovi K7-13-20 bili prihvativi odabir, ako je ukupni volumen ciljana varijabla.

Primjena koncentričnih ploha radijusa 13-19-26 m u praksi bi bila ekonomski neopravdana, jer povećanje vremena izmjere (veći broj stabala) na plohi ne rezultira boljom procjenom, a pritom je veća vjerojatnost

raznodbne sastojine. Za podrobiju usporedbu potrebno je uključiti i vrijeme izmjere.

Kao dodatni čimbenici pri odabiru veličine ploha mogli bi se koristiti omjer smjese i razdioba broja stabala po debljinskim stupnjevima/razredima.

Conclusions

pogrešaka pri izmjeri (Indir 2004). Njihova svrha je bila ponajprije mogućnost simulacije manjih ploha te njihovo izmicanje u prostoru (što nije tema ovog rada).

Potvrđeni općeniti trend poboljšanja preciznosti povećanjem ploha valja matematički izraziti konkretnim podacima za određene sastojinske prilike. Konkretni brojčani odnosi povećanja troška izmjere na većim plohami i pritom postignuto poboljšanje preciznosti mogu poslužiti u razboritom odabiru veličina ploha.

U slučaju približno jednakopostignute preciznosti uz jednak broj ploha ekonomičnije su manje plohe (zbog manje mjerjenih stabala). Uzveši u obzir da će u manjim sastojinama s manjim brojem ploha pogreška uzorka biti i veća, za takve slučajeve treba ispitati druge mogućnosti za poboljšanje preciznosti (gušća mreža, specifični radijusi, metode daljinskih istraživanja). Cjeloviti plan uzorka treba uskladiti prema postojećim propisima koji uvjetuju intenzitet površine uzorka (Pravilnik o uređivanju šuma NN 141/08). Dakle u planiranju uzorka veličinu ploha treba uskladiti rasporedom, razmakom i brojem ploha u sastojini, što nije obuhvaćeno ovim istraživanjem.

Odabir veličine ploha koji ovisi o svrsi inventure morao bi se temeljiti na ocjeni troškova (vremena) izmjere i željene preciznosti procjene. Ovakvo istraživanje pruža uporište za takav odabir veličine ploha, a uključivanjem vremena izmjere moglo bi se izračunati konkretan omjer troškova i učinkovitost izmjere ploha različite veličine.

ZAHVALA – Acknowledgements

Ovo istraživanje potpomogle su "Hrvatske šume" d.o.o. preko projekta "Utjecaj različitih metoda uzorkovanja na izmjjeru i procjenu elemenata strukture

prebornih sastojina" te Ministarstvo znanosti obrazovanja i športa Republike Hrvatske u sklopu projekta 068-0681966-1969.

LITERATURA – References

Čavlović, J., M. Božić, 1999: Program gospodarenja za G.J. šume posebne namjene "Belevine" (2000.-2009.). Šumarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu.

Čavlović, J., M. Božić, 2008: Nacionalna inventura šuma u Hrvatskoj – metode terenskog prikupljanja podataka, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 146 str., Zagreb.

Čavlović, J., M. Božić, Ž. Galic, 2001: Varijabilnost i prostorna raspodjela elemenata strukture i

etata na razini sastojine pri gospodarenju prebornim šumama uz pomoć GIS-a. U: Matić, S., Krpan, A., P. B., Gračan, J. (Ur.), Znanost u potrajinom gospodarenju hrvatskim šumama. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Šumarski institut Jastrebarsko, str.413–422, Zagreb.

Galic, Ž., 2002: Pouzdanost procjene strukturnih elemenata izmjere šuma primjenom kombiniranih metoda. Magisterij. Šumarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu.

- Iles, K., 2003: A Sampler of Inventory Topics. A textbook on forest inventory. Second edition. Kim Iles and Associates, 869 str., Nanaimo, B.C. Canada.
- Indir, K., 2004: Optimalni načini prikupljanja i obrade podataka kontrolnom metodom u inventuri šuma. Magisterij. Šumarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu.
- Johnson, E. W., 2000: Forest sampling desk reference. CRC Press, 1008 str., Boca Raton, Florida.
- Koprivica, M., 2006: Varijabilitet i preciznost procjene taksonomih elemenata visokih sastojina bukve u Jablaničkom šumskom području. Glasnik Šumarskog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci 6, 49–60.
- Lukić, N., 1984: Izmjera jednodobnih sastojina primjenom uzoraka promjenljive vjerojatnosti selekcije. Glasnik za šumske pokuse 22, 333–377, Zagreb.
- Pranjić, A., 1966: Interpolirane Šurićeve jednoulažne tablice za jelu – smrek i bukvu. Šumarski list 90 (3–4), 185–212, Zagreb.
- Pranjić, A., 1987: Pouzdanost rezultata izmjere šuma. Glasnik za šumske pokuse, Posebno izdaje 3, 161–176, Zagreb.
- Pranjić, A., N. Lukić, 1997: Izmjera šuma. Šumarski fakultet, 210 str., Zagreb.
- Schreuder, H. T., T. G. Gregoire, G. B Wood, 1993: Sampling methods for multiresource forest inventory. John Wiley & Sons, 446 str., New York.
- Schreuder, H. T., R. Ernst, H. Ramirez-Maldonado, 2004: Statistical techniques for sampling and monitoring natural resources. General Technical Report RMRS-GTR-126, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 111 str., Fort Collins.
- Sokal, R. R., F. J. Rohlf, 1995: Biometry, (Third edition). Freeman and Company, 880 str., New York.
- StatSoft, Inc., 2006: STATISTICA (data analysis software system), version 7.1. www.statsoft.com.
- *** Pravilnik o uređivanju šuma, Narodne novine, 111/06 i 141/08.

SUMMARY: Stand structure estimate is based on data from sample plots. The aim of this research was to compare the stand structure estimates based on sample of circular plots with different radii. Through this influence of plot size on structure estimate and efficiency of stand measurement was also indirectly assessed. Measurements were made in beech-fir selection stand in the Educational and experimental forest site "Zalesina" in Gorski kotar region, Croatia. Stand size is 20,63 ha, it is situated from 790 to 850 m above sea level, and belongs to site class II. Stand exposition is south to east, terrain slope is 5–10°. Tree breast height diameters (DBH) were measured on systematic sample of 17 concentric circular sample plots. Tree location from plot centre was recorded by azimuth and distance. All trees of DBH 10 cm or more were measured on 13 meter radius plot, trees of DBH 30 cm and more were measured on 19 m radius plot and trees of DBH 50 cm and more on 26 m radius plot. Computer programme CirCon for calculation of stand parameters based on measured plots and simulated plots, with radii different from measured ones, has been developed. Plots based on real measurements were simulated according to ones used in forest management practice (singular and concentric circle plots). We simulated 8 methods: K7,98 (7.98 m radius plots), K9,77 (9.77 m radius plots), K11,28 (11.28 m radius plots), K12,62 (12.62 m radius plots); K5-12 (concentric circle plots with radii 5 and 12 m), K7-13 (concentric plots with radii 7 and 13 m), K7-13-20 (concentric plots with radii 7, 13 and 20 m) and K13-19-26 (three concentric circles of 13, 19 and 26 m radius). Calculated estimates for number of trees, basal area and volume on the same standing points differed between methods depending on spatial tree distribution and size of plots. Descriptive statistics (arithmetic mean, standard deviation, standard error) was made for each variable (number of trees, basal area and volume) on stand level. Sample error with 95 % confidence ($SE/\text{mean} \cdot t_{0.05}$) was also calculated to express the precision of estimates. Different estimates by methods depending on plot size were compared by re-

peated measures ANOVA, due to lack of independence between methods (plot sizes) on the same standpoints.

Estimates of number of trees by methods (Figure 2) ranged between 275.4 and 303.5 per hectare, although differences were not statistically significant at 0.05 confidence level (Repeated measures ANOVA: $F = 0.6027$, $df = 7$, $p = 0.7526$). Precision expressed by relative sample error varied from 13.58 % (K13-19-26) to 28.34 % (K5-12). Better results (lesser sample error) were obtained on bigger plots, though concentric circles (K5-12, K7-13 and K7-13-20) have considerably greater sample error due to fewer trees per plot.

Basal area estimates by methods ranged from 34.80 to 37.76 m^2 per hectare (Figure 3), making no statistically significant differences (Repeated measures ANOVA: $F = 0.2948$, $df = 7$, $p = 0.9547$). Relative precision ranged from 10.13 % (K13-19-26) to 26.96 % on smallest plots (K7,98). Sample error of basal area estimate on concentric circles was just slightly bigger in spite of fewer trees per plot. Reason for that is stability of basal area on plots regardless to fewer trees: concentric circles include fewer trees but have great share of bigger ones that contribute to basal area more than smaller ones.

Estimate of stand volume by methods ranged from 457.93 to 496.47 m^3 per hectare (Figure 4). There was no statistical difference in volume estimates between analysed methods (Repeated measures ANOVA: $F = 0.2650$, $df = 7$, $p = 0.9661$). Relative precision ranged between 10.14 % (K7-13-20) and 30.36 % (K7,98). Better precision was obtained with bigger plots, due to more trees per plot. Concentric circles produce just slight increase in sample error while lowering the cost of measurement by reducing the number of trees per plot.

Number of measured trees per plot was computed as an indicator of plot efficiency. Differences in number of trees per plot between plot sizes were statistically significant at 0.05 level (Repeated measures ANOVA: $F = 187.621$, $df = 7$, $p = 0.0000$), except for: K7,98 and K5-12; K7-13 and K9,77; K7-13-20 and K12,62 (Fisher LSD Post-hoc test).

Evident increasing trend of number of trees per plot by increasing of plot size is the main cause of better precision. Although concentric circles reduce number of trees per plot, loss of precision for basal area and volume are minimal (Figure 5). Therefore plots K5-12 are acceptable for use in this kind of stands, with remark that they require well trained staff and modern instruments. Plots K7-13 do not improve precision while increasing number of trees per plot (9), therefore are not recommended. Triple concentric circles K7-13-20 reduce sample error almost by 10 %, although by significant increase of measured trees per plot.

Plots K11,28 reduce number of trees per plot with minimal increase in sample error compared to K12,62 plots. That fact makes them acceptable choice for gain in efficiency. However, K11,28 sample should be adjusted with more plots to satisfy required sampling intensity (5 % of stand), which would increase costs. In order to simplify the sampling plan, legislation does not require precision rather sampling intensity (5 % of stand area), which restricts opportunity to optimize sample size.

The choice of plot size is based on inventory goals and should depend on cost of measurements and expected precision. This kind of research can provide useful base for determining plot size by costs and precision of data. Exact ratio of cost and precision could be computed by including time measurement per plots of different sizes.

Key words: forest inventory, circular sample plots, number of trees, basal area, volume, estimation, precision, CirCon computer model



Originalni STIHL lanci za pile: vrhunska kvaliteta i pouzdanost

STIHL kvaliteta razvoja: STIHL je jedini proizvođač motornih pila u svijetu koji je sam razvio svoje lance i vodilice. Na taj način se osigurava savršena usklađenost svih triju komponenti prilikom rada- pile, lanca i vodilice.

STIHL proizvodna kvaliteta: STIHL lanci izrađeni su "Švicarskom preciznošću" u STIHL tvornici u Wilu (Švicarska). Proizvode se na specijalnim strojevima koje su također razvijeni i proizvedeni od strane firme STIHL.

Vrhunska rezna učinkovitost: STIHL- ovi lanci za pile neće svoju kvalitetu i preciznost u rezanju pokazati samo na STIHL motornim pilama, nego i na pilama drugih proizvođača.

ISTRAŽIVANJE FAUNE LISNIH MINERA DRVENASTOG BILJA U HRVATSKOJ

RESEARCH OF LEAFMINERS ON WOODY PLANTS IN CROATIA

Dinka MATOŠEVIĆ, Milan PERNEK, Tomislav DUBRAVAC¹, Božena BARIĆ²

SAŽETAK: U radu je navedeno 98 vrsta lisnih minera iz četiri reda (Hymenoptera, Coleoptera, Lepidoptera i Diptera) na drvenastom bilju u Hrvatskoj, što je rezultat četverogodišnjeg istraživanja. Od toga se 38 vrsta može smatrati novouvrđenim, a 5 novounesenim invazivnim vrstama u fauni Hrvatske. Lisni minerali pronađeni su unutar 46 taksona, odnosno 37 rodova drvenastih biljnih vrsta. Za svaku nađenu vrstu minera navedena je biljka domaćin, datum i lokalitet pronađaska, broj generacija godišnje i mjesec pojave mina.

Ključne riječi: lisni minerali, novouvrđene vrste, Hymenoptera, Coleoptera, Lepidoptera, Diptera

UVOD – Introduction

Lisni minerali su kukci, čije ličinke žive i hrane se unutar lista (endofagne), između dvije epiderme i stvaraju minu (hiponomium), vidljivu kao diskolorirano područje na listu. Mina je kanal ili prostor u parenhimu lista lista koji je nastao zbog hranjenja ličinki minera, pri čemu vanjska epiderma ostaje neoštećena (Hering 1951, Matović 2007a). Većina vrsta u mini provodi cijeli larvni razvoj, a tek neke miniraju list samo u ranim larvalnim stadijima. Lisni minerali su taksonomski svrstani u oko 50 porodica iz 4 reda (Hymenoptera, Coleoptera, Lepidoptera i Diptera) sa oko 10.000 opisanih vrsta (Csoka 2003) pri čemu je red Lepidoptera vrstama najbogatiji.

Unazad 30 godina u Europu je uneseno nekoliko novih vrsta lisnih minera, pa je to potaknulo niz entomoloških istraživanja ove skupine kukaca (Csoka 2001; Freise i Heitland 2001; Gregor i Patočka 2001; Hering 1957; Nash i sur. 1995; Rott i Godfray 2000; Šefrova 1999; Šefrova 2001; Šefrova 2002; Šefrova 2002a; Šefrova 2002b, Šefrova 2003; Šefrova i Skuhravy 2000). Među tim novounesenim vrstama lisnih minera neke su se počele značajno širiti u novom staništu i činiti zamjetne štete na domaćinima. No-

vunesena, invazivna vrsta se opisuje kao neautohtonu vrstu koja je unesena u novo područje, širi se i čini štete na autohtonim vrstama i staništima (Daisie 2009). Za razliku od novounesene, novouvrđena vrsta nije nužno novounesena u neko područje, ona samo do sada nije bila registrirana u fauni nekog područja iako je autohtona. Slično kao u drugim evropskim zemljama, invazivne vrste kukaca unesene su i rasprostranile su se i po Hrvatskoj (Matović 2007b, Pernek i Matović 2009).

Opsežna i dugogodišnja istraživanja lisnih minera u susjednim zemljama (Csoka 2003; Dimić 2003; Maček 1999) te nedostatak podataka u Hrvatskoj ukazali su na potrebu takvih istraživanja u nas. Smjernice za faunistička istraživanja daje i strategija biološke raznolikosti Evropske zajednice (Fauna Europaea Web Service 2004), prema kojoj svaka europska zemlja treba determinirati i katalogizirati komponente europske bioraznolikosti (vrste i podvrste) na nacionalnoj razini koju svakako čini i fauna određene grupe kukaca.

Cilj ovog istraživanja bio je istražiti vrste lisnih minera na drvenastom bilju u Hrvatskoj koji su bitan dio biološkog i faunističkog bogatstva naših šuma. Od velike je važnosti i otkrivanje novih invazivnih vrsta kukaca, praćenje njihovog rasprostranjenja i evidentiranje eventualnih šteta na autohtonim domaćinima, kako bi se pravovremeno moglo primijeniti zaštitne mjere. Ranim otkrivanjem novih vrsta u fauni Hrvatske dolazimo do

¹ Dr. sc. Dinka Matović, dinkam@sumins.hr,

Dr. sc. Milan Pernek, milanp@sumins.hr

Dr. sc. Tomislav Dubravac, tomod@sumins.hr

Šumarski institut, Jastrebarsko, Cvjetno naselje 41, Jastrebarsko

² Dr. sc. Božena Barić, baric@agr.hr, Agronomski fakultet, Svetosimunska 25, Zagreb

spoznaja o uzrocima širenja na novim domaćinima, prirodnim neprijateljima i ostalim čimbenicima

koji utječu na dinamiku populacije potencijalno štetnih kukaca na drvenastom bilju.

MATERIJALI I METODE RADA – Material and methods

Istraživanje faune lisnih minera odvijalo se tijekom četiri godine (2004–2007). Uzorci su skupljani na više lokaliteta u kontinentalnom (Zagreb i šira okolica, Jastrebarsko i šume Pokupskog bazena, Medvednica, Petrova gora, Plešivica, Žumberak, Nacionalni park Plitvice, sjeverozapadni dio Hrvatske) i submediteranskom dijelu Hrvatske (otok Krk). Mineru su sakupljeni s minama u različitim larvalnim stadijima i uzgajani do imaga zbog determinacije. Vrste su determinirane na temelju osnovnih dijagnostičkih karakteristika:

- a) morfologija minera (ovisno o razvojnem stadiju)
- b) oblika i boje mine,
- c) tragova ekskremenata, te
- d) biljke domaćina.

Pri tome je korištena opsežna literatura: (Csoka (2003); Hering (1957); Gregor i Patočka (2001); Patočka i Turčani (2005); Alford (1995); De Prins i De Prins (2005). Biljke domaćini su imenovane prema Borzan (2001).

REZULTATI – Results

Tijekom istraživanja pronađeno je 98 vrsta lisnih minera pripadnika četiri reda (Hymenoptera, Coleoptera, Lepidoptera i Diptera) na 46 taksona iz 37 rodova drvenastih biljnih vrsta. (Tablica 1). Rezultati istraživanja prikazani su prema vrstama lisnih minera. Za svakog je navedena biljka domaćin na kojoj je miner nađen tijekom istraživanja. Datum i lokalitet prvog pronalaska znače kada je

vrsta prvi puta nađena tijekom istraživanja i determinirana. Broj generacija godišnje (arapski broj) označava koliko je generacija godišnje miner imao tijekom istraživanja, a mjesec pojave mina (rimski brojevi u zagradi) označavaju koji kalendarski mjesec su mine s ličinkama nađene na listovima. Navedeno je i da li je vrsta novootvrđena ili/i invazivna u entomofauni Hrvatske.

Tablica 1. Vrste lisnih minera nađenih tijekom istraživanja
Table 1 Leafminer species found during the research

Vrsta lisnog minera <i>Leafminer species</i>	Biljka domaćin <i>Host plant</i>	Datum i lokalitet prvog pronalaska <i>Material examined (date, locality)</i>	Broj generacija godišnje, mjesec pojave mina <i>Number of generations, mines found on leaves</i>	Novootvrđena (N)/ invazivna (I) vrsta <i>New record (N)/ invasive species (I)</i>
Red Hymenoptera Porodica Tenthredinidae				
<i>Fenusia dohrnii</i>	<i>Alnus glutinosa</i>	03/10/2005, Jastrebarsko, Crna Mlaka	2 (VI, IX)	
<i>Heterarthrus aceris</i>	<i>Acer obtusatum</i>	11/05/2005, Jastrebarsko, Crna Mlaka	1 (V-VI)	
<i>Heterarthrus vagans</i>	<i>Alnus glutinosa</i>	03/10/2005, Jastrebarsko, Crna Mlaka	1 (V-IX)	N
<i>Hinatara nigripes</i>	<i>Acer campestre</i>	11/05/2007, Zagreb, Orlovac	1 (IV-V)	
<i>Hinatara recta</i>	<i>Acer platanoides</i>	27/5/2006, Zagreb, Tuškanac	1 (V)	N
<i>Fenusia ulmi</i>	<i>Ulmus</i> sp.	03/06/2005, Zagreb, Orlovac	1 (V-VI)	
<i>Metallus pumillus</i>	<i>Rubus</i> sp.	03/06/2006, Zagreb, Maksimir	2 (VI, IX)	
<i>Parna apicalis</i>	<i>Tilia</i> sp.	17/4/2007, Zagreb, Maksimir	1 (V)	N
<i>Profenusia pygmaea</i>	<i>Quercus robur;</i> <i>Quercus petraea</i>	10/06/2005, Zagreb, Maksimir	1 (V-VII)	N
Red Coleoptera Porodica Curculionidae				
<i>Orchestes fagi</i>	<i>Fagus sylvatica</i>	03/06/2004, Zagreb, Dotrščina	1 (V-VI)	

<i>Orchestes quercus</i>	<i>Quercus robur;</i> <i>Quercus petraea</i>	03/05/2006, Zagreb, Maksimir	1 (IV-VI)	
Red Lepidoptera Porodica Nepticulidae				
<i>Stigmella aceris</i>	<i>Acer campestre,</i> <i>Acer platanoides</i>	10/09/2006, Zagreb, Tuškanac, 27/5/2006, Zagreb, Maksimir	2-3 (V-IX)	
<i>Stigmella alnetella</i>	<i>Alnus glutinosa</i>	09/09/2005, Jastrebarsko, Crna Mlaka	2 (VI, IX)	
<i>Stigmella aurella</i>	<i>Rubus</i> sp.	07/10/2005, Zagreb, Maksimir	2 (VI, IX)	
<i>Stigmella betulincola</i>	<i>Betula pendula</i>	04/06/2006, Zagreb, Bijenička cesta	2 (VI, IX-X)	
<i>Stigmella centifoliella</i>	<i>Rosa</i> sp.	27/07/2006, Jastrebarsko, Gonjeva	2 (VII, IX-X)	
<i>Stigmella crataegella</i>	<i>Crataegus</i> sp.	15/08/2006, Jastrebarsko, Gonjeva	2 (VI, VIII)	
<i>Stigmella floslactella</i>	<i>Corylus avellana</i>	02/10/2005, Jastrebarsko, Jastrebarski lugovi	2 (VI-VII, IX-X)	
<i>Stigmella glutinosae</i>	<i>Alnus glutinosa</i>	11/09/2005, Jastrebarsko, Crna Maka	2 (VI, IX)	
<i>Stigmella hermargyrella</i>	<i>Fagus sylvatica</i>	03/06/2005, Zagreb, Dotrščina	2 (VI-VII, IX-X)	
<i>Stigmella hybnerella</i>	<i>Crataegus</i> sp.	09/09/2005, Zagreb, Tuškanac	2 (VII, IX)	
<i>Stigmella lemniscella</i>	<i>Ulmus</i> sp.	25/08/2005, Jastrebarsko, Gonjeva	2 (V-VI, VIII-X)	
<i>Stigmella malella</i>	<i>Malus</i> sp.	28/9/2005, Jastrebarsko, Gonjeva	2 (VII, IX-X)	
<i>Stigmella microtheriella</i>	<i>Carpinus betulus,</i> <i>Ostrya</i> <i>carpinifolia</i>	16/10/1005, Zagreb, Maksimir, 15/08/2006, Jastrebarsko, Gonjeva	2 (VII, X)	
<i>Stigmella prunetorum</i>	<i>Prunus</i> sp.	02/10/2005, Jastrebarsko, Gonjeva	2 (VII, IX-X)	
<i>Stigmella roborella</i>	<i>Quercus robur;</i> <i>Quercus petraea</i>	20/10/2005, Zagreb, Maksimir, 15/08/2006, Jastrebarsko, Gonjeva	2 (VII, IX-X)	
<i>Stigmella samiatella</i>	<i>Castanea sativa,</i> <i>Quercus robur;</i> <i>Quercus petraea</i>	09/09/2006, Zagreb, Medvedgrad, 03/06/2005, Zagreb, Maksimir, 15/08/2006, Jastrebarsko, Gonjeva	2 (VII, IX-X)	
<i>Stigmella speciosa</i>	<i>Acer</i> <i>monspessulanum,</i> <i>Acer</i> <i>pseudoplatanus</i>	23/09/2006, Island Krk, Šilo, 16/10/2005, Zagreb, Maksimir	2 (VI, VII-X)	N
<i>Stigmella splendidissimella</i>	<i>Rubus</i> sp.	11/09/2005, Zagreb, Maksimir	2 (VI-VII, IX-XI)	
<i>Stigmella tiliae</i>	<i>Tilia</i> sp.	09/09/2005, Zagreb, Tuškanac	2 (VI, IX-X)	
<i>Stigmella tityrella</i>	<i>Fagus sylvatica</i>	07/10/2005, Zagreb, Medvedgrad	2 (VI-VII, IX-X)	N
<i>Stigmella ulmivora</i>	<i>Ulmus</i> sp.	25/08/2005, Jastrebarsko, Gonjeva	2 (V, VIII)	

<i>Stigmella</i> sp.	<i>Sorbus aria,</i> <i>Sorbus torminalis</i>	09/09/2006, Zagreb, Medvedgrad	2 (VII, IX-X)	
<i>Simplimorpha promissa</i>	<i>Cotinus coggigrya</i>	12/07/2005, otok Krk	2 (V-VII, VIII-X)	
Porodica Heliozeliiidae				
<i>Antispilla treitschkeella</i>	<i>Cornus mas</i>	04/06/2005, Zagreb, Maksimir	2 (VI-VII, IX-X)	N
<i>Heliozela sericiella</i>	<i>Quercus petraea</i>	17/06/2007, Zagreb, Maksimir	1 (VI-VII)	
Porodica Tischeriidae				
<i>Coptotriche angusticolella</i>	<i>Rosa</i> sp.	27/07/2006, Jastrebarsko, Gonjeva	1 (VII-X)	
<i>Coptotriche heinemanni</i>	<i>Rubus</i> sp.	11/09/2005, Zagreb, Maksimir	1 (VIII-X)	N
<i>Tischeria decidua</i>	<i>Quercus robur;</i> <i>Quercus petraea</i>	02/08/2004, Zagreb, Maksimir	1 (VIII-IX)	N
<i>Tischeria dodonea</i>	<i>Quercus robur;</i> <i>Quercus petraea</i>	02/08/2004, Zagreb, Maksimir	1 (VIII-IX)	N
<i>Tischeria ekebladella</i>	<i>Quercus robur;</i> <i>Quercus petraea,</i> <i>Castanea sativa,</i> <i>Quercus pubescens</i>	09/09/2005, Zagreb, Maksimir, 20/6/2008, otok Krk, Šilo	2 (VI, IX-X)	
Porodica Gracillariidae				
<i>Gracillaria syringella</i>	<i>Fraxinus excelsior</i>	09/09/2005, Zagreb, Tuškanac	2 (V-VI, VIII-IX)	
<i>Parectopa robiniella</i>	<i>Robinia pseudoacacia</i>	09/08/2004, Jastrebarsko, Murat	2 (VI-X)	I
<i>Caloptilia roscipenella</i>	<i>Juglans regia</i>	15/08/2006, Jastrebarsko, Gonjeva	2 (VI-VII, VIII-IX)	N
<i>Parornix carpinella</i>	<i>Carpinus betulus</i>	16/10/2005, Zagreb, Maksimir	2 (VII, IX-X)	
<i>Parornix devoniella</i>	<i>Corylus avellana</i>	11/09/2005, Zagreb, Maksimir	2 (VII, IX-X)	
<i>Parornix sagivora</i>	<i>Fagus sylvatica</i>	27/05/2006, Zagreb, Dotrščina	2 (V-VII, IX)	
<i>Acrocercops brongniardella</i>	<i>Quercus robur;</i> <i>Quercus petraea,</i> <i>Quercus ilex</i>	04/06/2005, Zagreb, Maksimir, 12/06/2005, Zagreb, Medvedgrad, 30/06/2006, Krk, Šilo	2 (V-VI, VII-IX)	
<i>Cameraria ohridella</i>	<i>Aesculus hippocastanum</i>	15/05/2004, Zagreb, Cmrok	3 (IV-X)	I
<i>Cupedia cupediella</i>	<i>Pistacia terebinthus</i>	12/7/2005, otok Krk, Šilo	1 (V-VI)	
<i>Phyllonorycter acerifoliella</i>	<i>Acer campestre</i>	10/09/2006, Zagreb, Šalata	2 (VI, VIII)	N
<i>Phyllonorycter blancardella</i>	<i>Malus</i> sp.	28/09/2005, Jastrebarsko, Gonjeva	3-4	
<i>Phyllonorycter comparella</i>	<i>Populus alba</i>	09/10/2005, Zagreb, Jarun	2 (VII, IX-X)	N
<i>Phyllonorycter coryli</i>	<i>Corylus avellana</i>	11/09/2005, Zagreb, Maksimir	2 (VII, IX-X)	
<i>Phyllonorycter dubitella</i>	<i>Salix caprea</i>	03/06/2006, Zagreb, Šalata	2 (VI, IX)	
<i>Phyllonorycter esperella</i>	<i>Corylus avellana</i>	16/10/2005, Zagreb, Maksimir	2 (VII, IX-X)	
<i>Phyllonorycter froelichiella</i>	<i>Alnus glutinosa</i>	14/08/2004, Jastrebarsko, Crna Mlaka	2 (VII, VIII-X)	N

<i>Phyllonorycter geniculella</i>	<i>Acer pseudoplatanus</i>	16/10/2005, Zagreb, Maksimir	2 (VI, VIII-X)	
<i>Phyllonorycter harisella</i>	<i>Quercus robur;</i> <i>Quercus petraea</i>	30/09/2006, Zagreb, Maksimir	2 (VI, IX-X)	N
<i>Phyllonorycter heegeriella</i>	<i>Quercus robur;</i> <i>Quercus petraea,</i> <i>Quercus pubescens</i>	15/08/2006, Jastrebarsko, Gonjeva; 23/09/2006, otok Krk, Šilo	2 (VII, IX-X)	N
<i>Phyllonorycter issikii</i>	<i>Tilia</i> sp.	09/09/2005, Zagreb, Tuškanac	2 (VI, VIII-IX)	N, I
<i>Phyllonorycter kleemanella</i>	<i>Alnus glutinosa</i>	14/08/2004, Jastrebarsko, Crna Mlaka	2 (VII, VIII-X)	
<i>Phyllonorycter lautella</i>	<i>Quercus robur</i>	17/10/2005, Zagreb, Maksimir	2 (VII, VIII-X)	N
<i>Phyllonorycter leucographella</i>	<i>Pyracantha coccinea</i>	10/06/2004, Zagreb, Šalata	2 (VI, VIII-IV)	I
<i>Phyllonorycter maestingella</i>	<i>Fagus sylvatica</i>	07/10/2005, Zagreb, Medvedgrad	2 (VI, VIII-IX)	
<i>Phyllonorycter millierella</i>	<i>Celtis australis</i>	15/07/2005, otok Krk, Šilo	2 (VI, VII-IX)	
<i>Phyllonorycter monspessulanella</i>	<i>Acer monspessulanum</i>	23/09/2006, otok Krk, Šilo	2 (VI, VIII-IX)	
<i>Phyllonorycter nicelli</i>	<i>Corylus avellana</i>	11/09/2005, Zagreb, Maksimir	2 (VI, VIII-X)	N
<i>Phyllonorycter oxyacanthe</i>	<i>Crataegus</i> sp.	15/08/2006, Jastrebarsko, Gonjeva	2 (V-VI, VIII)	
<i>Phyllonorycter parisiella</i>	<i>Quercus pubescens</i>	16/06/2005, otok Krk, Šilo	2 (VI, VIII-IX)	N
<i>Phyllonorycter platani</i>	<i>Platanus</i> sp.	21/05/2004, Zagreb, Maksimir	3 (V-IX)	
<i>Phyllonorycter platanoidella</i>	<i>Acer platanoides</i>	09/09/2005, Zagreb, Tuškanac	2 (VI, VIII-IX)	N
<i>Phyllonorycter quercifoliella</i>	<i>Quercus robur;</i> <i>Quercus petraea</i>	12/06/2005, Zagreb, Maksimir, 15/08/2006, Jastrebarsko, Gonjeva	2 (VI, VIII-X)	N
<i>Phyllonorycter rajella</i>	<i>Alnus glutinosa</i>	14/08/2004, Jastrebarsko, Crna Mlaka	2 (VI, VIII-X)	N
<i>Phyllonorycter robbiniella</i>	<i>Robinia pseudoacacia</i>	09/08/2004, Jastrebarsko, Murat	2 (VI, VIII-IX)	I
<i>Phyllonorycter roboris</i>	<i>Quercus robur;</i> <i>Quercus petraea</i>	09/09/2005, Zagreb, Maksimir, 11/06/2005, Jastrebarsko, Gonjeva	2 (VI, VIII-X)	N
<i>Phyllonorycter schreberella</i>	<i>Ulmus</i> sp.	09/09/2005, Zagreb, Tuškanac	2 (VI, VIII-IX)	
<i>Phyllonorycter tenerella</i>	<i>Carpinus betulus</i>	16/10/2005, Zagreb, Maksimir	2 (VI-VII, IX-X)	N
<i>Phyllonorycter tristrigella</i>	<i>Ulmus</i> sp.	17/10/2005, Zagreb, Orlovac	2 (VI, VIII-IX)	N
<i>Phyllonorycter ulmifoliella</i>	<i>Betula pendula</i>	04/06/2006, Zagreb, Šalata	2 (VI, VIII-IX)	N
<i>Phyllocnistis unipunctella</i>	<i>Populus nigra</i>	05/09/2004, Zagreb, Jarun	2 (VI, VIII-X)	N
<i>Phyllocnistis xenia</i>	<i>Populus alba</i>	14/08/2005, Zagreb, Šalata	2 (VI, VIII-IX)	N
Porodica Yponomeutidae				
<i>Argyresthia fundella</i>	<i>Abies alba</i>	10/08/2004, Zagreb, Medvednica	1	

<i>Argyresthia thuiella</i>	<i>Thuja occidentalis</i>	05/08/2005, Zagreb, Šalata	1	I
Porodica Lyonetiidae				
<i>Lyonetia clerkella</i>	<i>Prunus</i> sp.	25/08/2005, Jastrebarsko, Gonjeva	2-3 (VI-X)	
<i>Leucoptera laburnella</i>	<i>Laburnum anagyroides</i>	09/09/2006, Zagreb, Medvedgrad	2 (VI, IX)	
Porodica Coleophoridae				
<i>Coleophora kuehnella</i>	<i>Quercus robur;</i> <i>Quercus petraea</i>	12/06/2005, Zagreb, Maksimir; 11/06/2006, Jastrebarsko, Gonjeva	1 (IV-V)	
<i>Coleophora laricella</i>	<i>Larix decidua</i>	04/06/2004, Zagreb, Tuškanac	1 (IX-V)	
<i>Coleophora spiraeella</i>	<i>Spiraea</i> sp.	30/09/2006, Zagreb, Šalata	1 (V-IX)	N
Red Diptera Porodica Agromyzidae				
<i>Liriomyza amoena</i>	<i>Sambucus nigra</i>	27/08/2005, Zagreb, Šalata	2 (VI-VII, VIII-IX)	N
<i>Aulagromyza cornigera</i>	<i>Lonicera</i> sp.	03/06/2005, Zagreb, Maksimir	2 (IV-VI, VII-VIII)	N
<i>Aulagromyza populi</i>	<i>Populus nigra</i>	05/09/2004, Zagreb, Jarun	2 (VI, IX-X)	N
<i>Aulagromyza populicola</i>	<i>Populus nigra</i>	05/09/2004, Zagreb, Jarun	2 (VI-VII, VIII-X)	N
<i>Phytomyza vitalbae</i>	<i>Clematis vitalba</i>	03/06/2005, Zagreb, Maksimir	2 (VI, VIII-X)	
<i>Phytomyza agromyzina</i>	<i>Cornus mas</i>	04/06/2005, Zagreb, Maksimir	1 (VI-VIII)	N
<i>Phytomyza cytisi</i>	<i>Laburnum anagyroides</i>	09/09/2006, Zagreb, Medvedgrad	2 (VII, IX)	N
<i>Agromyza alnivora</i>	<i>Alnus glutinosa</i>	09/09/2005, Zagreb, Maksimir	2 (VI, IX)	N
<i>Agromyza demejerei anagyroides</i>	<i>Laburnum</i>	09/09/2006, Zagreb, Medvedgrad	1 (VIII-IX)	N

RASPRAVA – Discussion

Tijekom istraživanja pronađeno je 98 vrsta lisnih minera iz redova Hymenoptera (9 vrsta), Coleoptera (2), Lepidoptera (78) i Diptera (9) (Tablica 1). Najviše pronađenih vrsta (78) pripada redu Lepidoptera, što odgovara sličnim istraživanjima (Dimić 2003; Hering 1957; Maček 1999). Na temelju popisa fauna (Alonso-Zarazaga 2004; De Prins i De Prins 2005, Karsholt i Nieuwkerken 2004; Martinez 2004; Perović i Lajner 1996; Šefrova 2003; Taeger i Blank 2004), 38 vrsta se može smatrati novootvrđenim vrstama u fauni lisnih minera Hrvatske.

Maček (1999) na temelju 30-godišnjeg istraživanja faune minera Slovenije opisuje 356 vrsta minera sva četiri reda na 168 drvenastih biljaka domaćina. Hering (1954) u kapitalnom djelu o linišnim minerima opisuje ukupno 5551 vrstu minera pripadnika sva četiri reda nakon 35 godišnjeg istraživanja. Dimić (2003) prikazuje rezultate 40

godišnjeg istraživanja faune lisnih minera u Bosni i Hercegovini i pronalazi 252 vrste lisnih minera pripadnika 4 reda (Hymenoptera – 18 vrsta, Coleoptera – 9 vrsta, Lepidoptera – 197 vrsta, Diptera – 28 vrsta) na 188 drvenastih biljnih vrsta.

Ovim četverogodišnjim istraživanjem nađen je zamjetno manji broj vrsta od usporedivih istraživanja (Dimić 2003, Hering 1954, Maček 1999). Duljina istraživanja utječe na broj pronađenih vrsta. Prvih godina istraživanja, ukoliko nisu rađena faunistička istraživanja određene grupe kukaca, nalazi se velik broj vrsta, što potvrđuje i ovo istraživanje jer su tijekom 4 godine nađene 93 vrste. Lisni minerali pronađeni su na 46 taksona iz 37 rodova drvenastih biljnih vrsta (Tablica 1), a novootvrđene vrste na 23 taksona iz 18 rodova. Drvenasto bilje, posebno stabla, imaju najbogatiju faunu lisnih minera (Askew 1980).

Porodica Gracillariidae je najbogatija prema broju pronađenih vrsta lisnih minera (41 vrsta, 19 novoutvrđenih, 5 invazivnih). To je mala porodica prema broju opisanih vrsta, ali dosta značajna ako se uzmu u obzir ekonomski učinci, jer se u njoj nalaze brojni štetnici ukrasnih i poljoprivrednih biljaka (De Prins i De Prins 2005). Od 77 srednjeeuropskih vrsta minera porodice Gracillariidae (podporodica Lithocoletinae) (Gregor i Patočka 2001; Patočka i Turčani 2005), 32 vrste su nađene u fauni Hrvatske.

Phyllonorycter robiniella Clemens, *Phyllonorycter issikii* Kumata, *Phyllonorycter leucographella* Zeller, *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic i *Parectopa robiniella* Clemens su nedavno unesene, invazivne vrste lisnih minera u Hrvatskoj (Matošević 2007b), a njihov način unosa, rasprostranjenje i intenzitet pojave bio je sličan kao i u drugim evropskim zemljama (Csoka 2001; Šefrova 1999; Šefrova 2002; Šefrova 2002a; Šefrova 2002b; Šefrova 2003)

Tischeria ekebladella Bjerkander je tijekom istraživanja imala dvije generacije godišnje, što odgovara broju generacija koje navodi Kovacević (1956). To se poklapa i sa istraživanjem Patočke (1989) koji navodi da su srednjeeuropske vrste roda *Tischeria* monovoltine u hladnjim i sjevernijim područjima, a u toplijim i južnijim dijelovima Europe imaju dvije generacije godišnje.

Parectopa robiniella je tijekom istraživanja imao jasno izražene 2 generacije godišnje, a Maceljski i Igrc (2004) navode da na području Zagreba vrsta ima 3, a u toplijim krajevima i 4 generacije godišnje. Csoka (2003 i usmeno priopćenje) i Melika i sur. (2006 i usmeno priopćenje) potvrđuju da *P. robiniella* ima dvije generacije godišnje.

Phyllonorycter robiniella je tijekom istraživanja imao 2 generacije godišnje. Šefrova (2002b) navodi da vrsta ima 2 do 3 generacije godišnje, Dimić i sur. (2000) nemaju pouzdanih podataka i diskutiraju o jednoj do više generacija godišnje, Csoka (2003 i osobno priopćenje) navodi da vrsta ima dvije čitave i ponekad treću nepotpunu generaciju, Melika i sur. (2006) navode 3 generacije godišnje. Gibogini i sur. (1994) istražuju biologiju ovog minera koji je u Italiji, u pokrajini Piemont imala 3 generacije godišnje.

Phyllonorycter platani Staudinger je tijekom istraživanja imao 3 generacije godišnje. To se poklapa sa istraživanjem Šefrove (2001) koja navodi da miner ima 3, a u južnoj Europi 4 generacije godišnje. Bogavac (1959) navodi da u Jugosla-

viji vrsta ima četiri i nepotpunu petu generaciju godišnje, što se ovim istraživanjem nije pokazalo, a Csoka (2003) daje podatak da ima dvije generacije godišnje (VI-VII. i VIII-IX.). Vjerojatno je moguće da i u našem kontinentalnom podneblju (klimatske prilike grada Zagreba) kod pojave vrlo ranog i toplog proljeća, toploga ljeta i tople jeseni vrsta može započeti 4. generaciju koja se vjerojatno ne bi do kraja razvila. Principi (1952) koja prva daje detaljnu morfološku i biološku studiju vrste *P. platani* opisuje 4 generacije godišnje, ali u toplijoj klimi južne Italije.

Utvrđene biologije ostalih vrsta lisnih minera poklapaju se biologijama u referentnim radovima (Csoka (2003); Hering (1957); Gregor i Patočka (2001); Patočka i Turčani (2005); Alford (1995); De Prins i De Prins (2005)).

Većina vrsta lisnih minera je vrlo usko specijalizirana prema načinu ishrane (Hering 1951; Matošević 2007a). Lisni minerali nađeni tijekom istraživanja razlikovali su se prema načinu ishrane. Monofagi prvog stupnja hrane se isključivo jednom biljnom vrstom, a takve su nađene 23 vrste. Monofagi drugog stupnja hrane se vrstama jedne sekcije unutar biljnog roda, a nađene su 23 vrste. Monofagi trećeg stupnja, koji su u ovom istraživanju bili neznatno brojniji (27 vrsta) hrane se svim biljnim vrstama unutar jednog roda. Oligofagi prvog stupnja hrane se rodovima koji pripadaju istoj biljnoj porodici, a nađeno je 24 vrste. Polifagii minerali hrane se biljnim vrstama koje pripadaju različitim redovima, ali istom razredu, a nađena je samo jedna vrsta. Način ishrane lisnih minera ima i važno dijagnostičko značenje, jer poznavanje biljke domaćina i karakteristični način ishrane minera (monofagija, oligofagija) pomaže kod determinacije vrste.

Nađeni broj vrsta lisnih minera nije konačan. Taj bi broj sigurno bio veći da je istraživanje bilo obuhvatnije (dužina trajanja, broj pregledanih vrsta biljaka domaćina, lokaliteti u drugim vegetacijskim područjima (krš, mediteran)). Pronađene i novoutvrđene vrste pridonose novim spoznajama o fauni lisnih minera drvenastog bilja u Hrvatskoj.

LITERATURA – References

- Alford, D., 1995: A Colour Atlas of Pests of Ornamental Trees, Shrubs and Flowers. Manson Publishing, London, 448 str.
- Alonso-Zarazaga, M., 2004: Fauna Europaea: Coleoptera, Curculionidae. Fauna Europaea version 1.1, <http://www.faunaeur.org/>, Copenhagen, Amsterdam, Paris
- Askew, R. R., 1980: The diversity of insect communities in leaf-mines and plant galls. Journal of Animal Ecology, 49, 817–829.
- Bogavac, M., 1959: Platanov miner – *Lithocelis platani* Stgr. (Lepidoptera, Gracillariidae). Zaštita bilja 51/1959, 51–60, Beograd
- Borzan, Z., 2001: Imenik drveća i grmlja. Hrvatske šume, Zagreb, 485 str.
- Csoka, G., 2001: Recent Invasions of Five Species of Leafmining Lepidoptera in Hungary. Proceedings: Integrated management and dynamics of forest defoliating insects, 1999, 31–36. Victoria, BC.
- Csoka, G., 2003: Leaf mines and leaf miners. Forest Research Institute, 192 str., Matrafured, Hungary.
- Daisie European Invasive Alien Species Gateway 2009: (<http://www.europe-aliens.org/>).
- De Prins, W., J. De Prins, 2005: Gracillariidae (Lepidoptera). u World Catalogue of Insects 6, Apollo Books, 502 str., Stenstrup.
- Dimić, N., 2003: Entomofauna minera lista na dendroflori zelenih površina urbanih prostora Bosne i Hercegovine. Works of the Faculty of Forestry, University of Sarajevo, 1, 1–28., Sarajevo
- Dimić, N., M. Dautbašić, B. Magud, 2000: *Phyllonorycter robiniella* Clemens, nova vrsta minera lista u entomofauni Bosne i Hercegovine. Works of the Faculty of Forestry, 1, 2000, 7–15., Sarajevo.
- Fauna Europaea Web Service, 2004: European Community Biodiversity Strategy. <http://www.faunaeur.org/documents/Com-BioDivStrat.pdf>
- Freise, J. F., W. Heitland, 2001: Neue Aspekte zur Biologie und Ökologie der Roßkastanien-Miniermotte, *Cameraria ohridella* Deschka&Dimic 1986 (Lep., Gracillariidae), einem neuartigen Schädling an *Aesculus hippocastanum*. Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft der Allgemeinen und Angewandten Entomologie, 13, 135–139.
- Gibogini, B., A. Alma, A. Arzone, 1994: Indagini biologiche su *Phyllonorycter robiniellus* (Clemens) (Lepidoptera, Gracillariidae). Redia, LXXVII, n. 2, 265–272.
- Gregor, F., J. Patocka, 2001: Die Puppen der mitteleuropäischen Lithocelinae (Insecta: Lepidoptera: Gracillariidae). Mitteilungen des internationalen Entomologischen Vereins e. V., Supplement VIII, 177 str., Frankfurt a M.
- Hering, E. M., 1951: Biology of the Leaf Miners. Uitegeverij dr W. Junk, 408 str., Gravenhage.
- Hering, E. M., 1957: Bestimmungstabellen der Blattminen von Europa einschliesslich des Mittelmeerbeckens und der Kanarischen Inseln. Band I, II und III. Uitegeverij dr W. Junk, 1185+221 str., Gravenhage.
- Karsholt, O., E. J. van Niekerken, 2004: Fauna Europaea: Lepidoptera. Fauna Europaea version 1.1, <http://www.faunaeur.org/>, Copenhagen, Amsterdam, Paris.
- Kovačević, Ž., 1956: Primijenjena entomologija. III. knjiga Šumski štetnici. Poljoprivredni nakladni zavod 533 str., Zagreb.
- Maceljski, M., J. Igrc, 1984: Bagremov miner *Parectopa robiniella* Clem. (Lepidoptera, Gracillariidae) u Jugoslaviji. Zaštita bilja Vol. 35 (4), 170: 323–331., Beograd.
- Maček, J., 1999: Hiponomološka favna Slovenije. Slovenska akademija znanosti in umetnosti, Razred za naravoslovne vede. Dela 37, 385 str., Ljubljana.
- Martinez, M., 2004: Fauna Europaea: Diptera, Agromyzidae. Fauna Europaea version 1.1, <http://www.faunaeur.org/>, Copenhagen, Amsterdam, Paris.
- Matošević, D., 2007a: Neke biološke osobitoće lisnih minera-definicija, oblik i podjela mina. Rad. Šumarski institut Jastrebar. 42 (1): 47–66, Jastrebarsko.
- Matošević, D., 2007b: Prvi nalaz vrste *Phyllonorycter issikii* i rasprostranjenost invazivnih vrsta lisnih minera iz porodice Gracillariidae u Hrvatskoj. Rad. Šumarski institut Jastrebar. 42 (2): 127–142., Jastrebarsko.
- Melika, G.; Z. Penzes; I. Miko; G. Csoka; A. Hirka; M. Bechtold, 2006: Two invading black locust leaf miners, *Parectopa robiniella* and *Phyllonorycter robiniella* and

- their native parasitoid assamblages in Hungary. Proceedings of the IUFRO (WP 7.03.10) Symposium, September 12–16, 2004, 144–157, Matrafüred.
- Nash, D. R., D. J. L. Agassiz, H. C. J. Godfray, J. H. Lawton, 1995: The pattern of spread of invading species: two leaf-mining moths colonizing Great Britain. *J. Anim. Ecol.* 64: 225–233., London.
- Patočka, J. 1989: Über die Puppen der mitteleuropäischen Tischeriidae (Lepidoptera, Tischerioidea). *Biologia* (Bratislava), 44, 10, 923–932., Bratislava.
- Patočka, J., M. Turčani, 2005: Lepidoptera pupae. Central European Species. Apollo Books, 542 str., Stenstrup.
- Pernek, M., D. Matošević, 2009: Bagremova muha šiškarica (*Obolodiplosis robiniae*) – novi štetnik bagrema i prvi nalaz parazitoida *Platygaster robiniae* u Hrvatskoj. *Šumarski list br. 3–4, CXXXIII*, 157–163., Zagreb.
- Perović, F., S. Lajner, 1996: Index of the sawflies sensu lato (Hymenoptera, Symphyta) of Croatia. *Nat. Croat.* Vol. 5, No 4, 359–381., Zagreb.
- Principi, M. M. 1952: Sviluppo postembrionale ed etologia della *Lithocollitis platan* Stgr. (Lepidoptera, Gracillariidae). *Boll. Entom.* Bologna, XIX, 171–250., Bologna.
- Rott, A. S., H. C. J. Godfray, 2000: The structure of a leafminer-parasitoid community. *J. Anim. Ecol.* 69: 274–289., London.
- Šefrova, H., 1999: On larval morphology, biology and distribution of *Phyllonorycter leucographellus* (Zeller) (Lepidoptera, Gracillariidae). *Acta universitatis agriculturae et silviculturae Mendelianae Brunensis XLVII*, 3: 57–63., Brno.
- Šefrova, H., 2001: *Phyllonorycter platani* (Staudinger) – a review of its dispersal history in Europe (Lepidoptera, Gracillariidae). *Acta universitatis agriculturae et silviculturae Mendelianae Brunensis IL*, 5: 71–76., Brno.
- Šefrova, H., 2002: Invazní druhy klíněnek v Evropě – biologie, šíření, význam a ochrana hostitelských rostlin (Insecta, Lepidoptera, Gracillariidae). Disertační práce. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně Agronomická fakulta, 114 str., Brno.
- Šefrova, H., 2002a: *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) – bionomics, ecological impact and spread in Europe (Lepidoptera, Gracillariidae). *Acta universitatis agriculturae et silviculturae Mendelianae Brunensis L*, 3: 99–104., Brno.
- Šefrova, H., 2002b: *Phyllonorycter robiniella* (Clemens, 1859) – egg, larva, bionomics and its spread in Europe (Lepidoptera, Gracillariidae). *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis L*, 3: 7–13, Brno.
- Šefrova, H., 2003: Invasions of Lithocolletinae species in Europe – causes, kinds, limits and ecological impact (Lepidoptera, Gracillariidae). *Ekol. Bratislava* 22, 2: 132–142., Bratislava.
- Šefrova, H., V. Skuhrová, 2000: The larval morphology of *Cameraria ohridella* Deschka et Dimic compared with the genus *Phyllonorycter* Hubner (Lepidoptera, Gracillariidae). *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis XLVIII*, 4: 23–30., Brno.
- Taeger, A., S. Blank, 2004: Fauna Europaea: Hymenoptera, Tenthredinidae. Fauna Europaea version 1.1, <http://www.faunaeur.org/>, Copenhagen, Amsterdam, Paris.

SUMMARY: The paper presents results of faunistic study of leafminers on woody plants in Croatia. The starting point of this research was lack of knowledge about leafminer fauna on woody plants in Croatia and longterm researches and rich leafminer fauna of neighbouring countries (Slovenia, Bosnia and Herzegovina, Hungary). The leafminers were collected on woody plants in the continental and submediterranean region of Croatia during the period of 4 years (2004 – 2007). They were collected with mines in different larval developmental stages, reared to pupae and adults when needed for identification. The species were identified by the main diagnostic characteristics:

adults, pupae, shape and colour of leafmines, its position on leaves, frass-lines and host plant species. In the results section for each found species of leafminers a host plant, collection site and date, number of generations, months when mines can be found on leaves and note on new record (Table 1) is given. In total, 98 species from the orders Hymenoptera (9 species), Coleoptera (2), Lepidoptera (78) and Diptera (9) were found. Out of them, 38 species can be considered as new records for Croatia. Five species of leafminers have been recently introduced into the Croatian fauna as new invasive species. Leafminers found during this research have varied in their choice of host plant, 23 species are defined as first degree monophags, 23 species are second degree monophags, 27 species are third degree monophags, 24 species are systematic oligophags, and only 1 species was polifagous. This is not final number of leafminer species on woody plants in Croatia and continuation of this kind of research is strongly suggested.

Key words: leafminers, new record, Hymenoptera, Coleoptera, Lepidoptera, Diptera

STRUKTURA I DINAMIKA SJEČE SUHIH I ODUMIRUĆIH STABALA HRASTA LUŽNJAKA U SPAČVANSKOM BAZENU OD 1996. DO 2006. GODINE

STRUCTURE AND DYNAMICS OF THE HARVEST OF DEAD AND DECLINING TREES OF PEDUNCULATE OAK IN THE STANDS OF SPAČVA FOREST FROM 1996 TO 2006

Tomislav DUBRAVAC¹, Stjepan DEKANIĆ¹

SAŽETAK: Iz dosadašnjih istraživanja, kao i iz opažanja šumarskih stručnjaka u praksi, mogu se iščitati dvije glavne opće prihvaćene značajke vezane uz sušenje lužnjaka s obzirom na starost sastojine i šumsku zajednicu: (1) srednjodobne, starije i stare sastojine najpodložnije su sušenju stabala hrasta lužnjaka i (2) najveći intenziteti sušenja događaju se u šumskim zajednicama hrasta lužnjaka u nizi. U ovome su radu navedene dvije pretpostavke ispitane za sastojine hrasta lužnjaka od prvoga do šetog dobnog razreda na području Spačvanskoga bazena analizom evidencije o dinamici i strukturi sječe suhih i odumirućih (3B) stabala tijekom razdoblja od 11 godina (1996. do 2006. godine). Analiza je obavljena na temelju dostupnih podataka koji se prikupljaju tijekom redovitoga gospodarenja u "Hrvatskim šumama" d.o.o. i pohranjuju u bazu podataka HS Fond. Iz preuzetih podataka izdvojeno je 962 odsjeka ukupne površine 20 671 ha, koji su podijeljeni u tri grupe prema fitocenološkoj pripadnosti.

U odabranim je odsjecima tijekom promatranoga razdoblja ukupno posjećeno 850 835 m³ hrasta lužnjaka, od čega se 58 % (492 583 m³) odnosilo na suha i odumiruća stabla. U više od 69 % odsjeka zahvati pridobivanja drva obavljeni su 3 i više puta, a u 20 % odsjeka praktički svake druge godine (pet ulazaka).

S obzirom na starost sastojine, intenzitet sječe suhih i odumirućih stabala naglo raste nakon ulaska u peti dojni razred, odnosno nakon starosti sastojine od 80 godina. Međutim, daljom je analizom ustaljeno da postoji izrazito velika varijabilnost u intenzitetu sječe suhih i odumirućih stabala unutar istoga dobnog razreda. Dakle, ne može se donijeti generalni zaključak kada se govori o ulozi starosti sastojine u procesu sušenja lužnjaka, jer starost sastojine vjerojatno samo pojačava ostale negativne čimbenike u onim sastojinama u kojima su ti čimbenici već prisutni.

Gledajući vrijednosti ukupno posječenoga obujma suhih i odumirućih stabala tijekom promatranoga razdoblja (m³/ha) nisu ustaljene statistički značajne razlike među odsjecima tri biljne zajednice. Razlike su ipak potvrđene u dinamici tijekom promatranoga razdoblja. U tom je smislu potvrđena pretpostavka da su sastojine u nizi sa rastavljenim šašem nestabilnije od

¹ Dr. sc. Tomislav Dubravac, Stjepan Dekanić, dipl. ing. šum.
Šumarski institut, Jastrebarsko, Odjel za ekologiju i uzugajanje
šuma, Trnjanska 35, 10000 Zagreb

Napomena: Članak je proširen prikaz izlaganja koji su autori prezentirali na znanstvenom savjetovanju "Šume hrasta lužnjaka u promijenjenim stanišnim i gospodarskim uvjetima" održanom u Hrvatskoj akademiji znanosti i umjetnosti u rujnu 2008. godine.

ostale dvije zajednice, jer je u njima zabilježen i najveći (7,1 % 1998. godine), ali također i najmanji (1,8 % 2000. godine) prosječni godišnji intenzitet, iskazan kao postotak od drvene zalihe hrasta u odsjeku. Isto tako posljedice koje sušenje ostavlja u sastojinama u nizi s obzirom na izostanak podstojne etaže različite su u odnosu na sastojine na gredi i zahtijevaju daljnje detaljne istraživačke napore kako bi ih se na odgovarajući način kvanitificiralo.

Prostorno definirana baza podataka za lužnjakove sastojine Spačvanskoga bazena koja je nastala kao rezultat ovoga rada, nastaviti će se nadopunjavati podacima i u idućim godinama. Povezivanje s drugim bazama podataka, primjerice s rezultatima motrenja razina podzemne vode s mreže piezometarskih postaja, omogućit će složenje i detaljnije prostorno-vremenske analize trendova sušenja hrasta lužnjaka. Zaključci temeljeni na rezultatima ovoga istraživanja odnose se na značajke sušenja u lužnjakovim sastojinama Spačvanskoga bazena i potrebno ih je dalnjom primjenom ove ili slične metodologije provjeriti u ostalim većim šumskim kompleksima hrasta lužnjaka u Hrvatskoj.

Ključne riječi: hrast lužnjak, sušenje, Spačvanski bazen, starost sastojine, šumska zajednica

UVOD – Introduction

Uređajni je razred hrasta lužnjaka s oko 210 000 ha drugi po veličini u Hrvatskoj, iza uređajnoga razreda bukve koji zauzima oko 330 000 ha (Anon. 2006). Po ekonomskome je značaju hrast lužnjak ipak na prvome mjestu, najvećom mjerom zbog iznimne kvalitete furnirske trupaca i ostalih sortimenata. Na primjer, u 2006. godini je čak 44 % ukupnoga prihoda od prodaje trupaca na razini "HŠ" d.o.o. ostvareno prodajom trupaca hrasta lužnjaka (Anon. 2007). Osim gospodarske vrijednosti, još je veći ekološki i socijalni doprinos nizinskih šuma hrasta lužnjaka stanovništvu Republike Hrvatske (Klepac 1996), pa je lužnjak s pravom zauzeo svoje mjesto u državnoj himni, na kovanicama, na poštanskim markicama, u literarnim djelima i drugdje. Proces propadanja i sušenja šuma hrasta lužnjaka stoga ne predstavlja samo problem šumarske prakse, već izaziva zabrinutost i na široj, nacionalnoj razini.

U Hrvatskoj se prvo veće sušenje šuma hrasta lužnjaka dogodilo nakon napada pepelnice 1909. godine (Petracić 1926), iako postoje i raniji zapisi o lošem stanju slavonskih hrastika i ranijim izoliranim slučajevima sušenja većega ili manjega intenziteta (Harapin i

Andrić 1996, Prpić 1996). O ozbiljnosti problema u današnje vrijeme dovoljno govori činjenica da je u proteklom Šumskogospodarskoj osnovi područja u razdoblju od 1996. do 2005. godine posjećeno 2 696 062 m³ slučajnoga prihoda hrasta lužnjaka, od čega je čak 92 % realizirano u sastojinama prethodnoga prihoda (Anon. 2006).

U istome je razdoblju realizirano 104 % glavnoga prihoda uz udio slučajnoga prihoda od tek 6 %, pa je jasno da sušenje predstavlja najveće opterećenje upravo u uzgojnim zahvatima prorjede. Često se puta propisani etat prethodnoga prihoda realizira isključivo doznakom i sjećom suhih i odumirućih stabala, čak i prije isteka važeće Osnove gospodarenja. Osim toga, u starijim i starim sastojinama povećan je broj sječa i ulazaka teške mehanizacije s potencijalno negativnim utjecajem na tlo i dubeća stabla, zbog nastojanja da se umanje ekonomiske posljedice gubitka kvalitetnih sortimenata u osušenim stablima.

Ovakav je način gospodarenja lužnjakovim sastojinama u kojima je izraženo sušenje dugoročno gledajući neodrživ, te ga je potrebno prilagoditi postojećoj situaciji skupa s pripadajućom legislativom.

PROBLEM – Problem

Mnogi se autori slažu da u velikoj većini slučajeva ne postoji jedinstveni uzročnik sušenja, već se radi o složenome procesu, u kojemu različiti stanišni, biotski i sastojinski čimbenici svojim međudjelovanjem uzrokuju propadanje stabala i/ili sastojina (Thomas i dr. 2002, Steiner 1998, Führer 1998, Siwecki i Ufnalski 1998, Harapin i Andrić 1996, Prpić 1996, Wargo 1996, Donaubauer 1998). Manion (1981) u svom konceptualnom okviru utjecajne čimbenike dijeli na tri glavne grupe. *Predisponirajući (pripremni)* čimbenici na stablo tijekom duljega vremena

djeluju stalnim stresom manjega intenziteta i čine ga podložnijim oštećenjima u slučaju pojave poticajnih čimbenika. *Poticajni (uzročni)* čimbenici su iznenadni, intenzivni ekscesi abiotskoga ili biotskoga porijekla, koji uzrokuju oštećenja na stablima koja su prethodno oslabljena djelovanjem predisponirajućih čimbenika. *Pojačavajući (terminalni)* čimbenici su patogeni organizmi koji napadaju oslabljeno stablo i na kraju dovode do odumiranja. Među različite pripremne čimbenike koji sudjeluju u procesu sušenja hrastova često se svrstavaju starost stabala odnosno sastojine (Voelker i

dr. 2008, Steiner 1998, Oak i dr. 1996) i neke od značajki staništa kao što su manjak ili suvišak vode, sabijenost tla, hidromorfnost tla, i dr. (Breda i dr. 2006, Dickson i Tomlinson 1996, Prpić 1996, Mayer

1994, Thomas i dr. 2002, Gaertig i dr. 2002). Svaki pojedinačni slučaj sušenja stabla može biti rezultat različite kombinacije nekih od pripremnih, uzročnih i terminalnih čimbenika (tablica 1).

Tablica 1. Neki od čimbenika propadanja i odumiranja stabala i sastojina europskih i sjevernoameričkih vrsta hrastova
Table 1 Some of the causal factors in the complex of decline and dieback of European and North-American oak trees and stands

Predisponirajući (pripremni) čimbenici <i>Predisposing factors</i>	vrsta, genotip, fiziološka starost stabla, starost sastojine, struktura sastojine, gustoća sastojine, klimatski uvjeti, ekspozicija i nagib, tekstura, gustoća i dubina tla, količina hraniva u tlu <i>species, genotype, tree age, stand age, stand structure, stand density, climate, slope and aspect, texture, bulk density and depth of the soil, soil fertility</i>
Poticajni (uzročni) čimbenici <i>Inciting factors</i>	suša, golobrst, dugotrajna poplava, mehaničko oštećenje, mraz <i>insect defoliation, drought, longlasting flood, mechanical injury, frost</i>
Pojačavajući (terminalni) čimbenici <i>Contributing factors</i>	patogene gljive (trulež korijena i bijeljike, rakovi na kori), nematode, insekti u drvu, mikoplazme <i>pathogenic fungi (root and sap rots, stem cankers); nematodes; wood-boring insects; mycoplasmas</i>

Izvori – References: Führer 1998., Donaubauer 1998., Steiner 1998., Thomas i dr. 2002., Küßner 2003., Glenz i dr. 2006., Voelker i dr. 2008.

Mnoge od značajki staništa na kojima pridolazi hrast lužnjak, posebice režim vlaženja poplavnom vodom i razina podzemne vode, objedinjene su u oznaci fitocenološke pripadnosti sastojine. U ovisnosti o finim varijacijama mikroreljefa, režima plavljenja i razine podzemne vode, hrast lužnjak u Hrvatskoj tvori dvije glavne šumske zajednice (Vučelić i Račić 1998). Na gredama, blago uzdignutim položajima redovito izvan utjecaja poplavnih voda, dolazi zajednica hrasta lužnjaka s običnim grabom (*Carpino betuli-Qurcetum roboris* / Anić 1959/ Račić 1969), dok u nizama, odnosno mikrodepresijama u kojima određeno vrijeme stagnira poplavna ili oborinska voda, hrast lužnjak dolazi u zajednici s velikom žutilovkom (*Genisto elatae-Quercetum roboris* Ht. 1938). Za šumarsku je praksi fitocenološka pripadnost šumske zajednice važna, jer se osim značajki staništa koje ta zajednica zahtijeva za optimalan razvoj, iz nje mogu iščitati i mogući sukcesijski pravci u slučajevima promjene nekih od ključnih stanišnih čimbenika (Račić 1994).

Već König (1911) opisujući sušenje hrasta u kotaru Sisak s obzirom na reljef, poplave, brštenje gusjenica i pepelnici tvrdi da je sušenje na gredama slabije, a Manojlović (1924) i Josovac (1924) nalaze najintenzivnije sušenje u nižim predjelima sa stagnirajućom vodom i oko bara. No, Petračić (1926) raspravljači o razlikama u sušenju lužnjaka na gredi i u nizi zaključuje da je "Pregledom šuma ustanovljeno ... da se hrastova stabla suše i u suhim i u vlažnim šumama, suše se i po suhim gredama i po vlažnim udolicama ...". Značajke sušenja stabala lužnjaka u glavnim lužnjakovim šumskim zajednicama do sada su u Hrvatskoj komparativno istraživali mnogi autori. Ovdje navodimo samo neke ra-

dove u kojima je sušenje sagledavano kroz prizmu, primjerice, povezanosti razine podzemne vode i intenziteta sušenja (Dekanić 1974), reakcije lužnjakovih biljaka na različite uvjete vlažnosti (Prpić 1976), prirasta stabala kao indikatora stanišnih promjena (Pranjić i Lukić 1989), ekoloških i bioloških uzroka (Prpić i dr. 1994), uzgojne problematike (Matić i Skenderović 1993, Matić i dr. 1994) i sl. U novije je vrijeme velika pozornost posvećena vegetacijskim istraživanjima sukcesijskih smjerova lužnjakovih sastojina (npr. Račić 1990, Baraćević 1999) ili procjeni oštećenosti krošanja stabala lužnjaka u različitim šumskim zajednicama metodama daljinskih istraživanja (Kalačadžić i dr. 1993).

Iz dosadašnjih istraživanja, kao i iz opažanja šumarskih stručnjaka u praksi, mogu se iščitati dvije glavne opće prihvaćene značajke vezane uz sušenje lužnjaka s obzirom na starost sastojine i šumsku zajednicu: (1) intenzitet sušenja raste sa starošću sastojine, a srednjodobne, starije i stare sastojine najpodložnije su sušenju stabala hrasta lužnjaka i (2) najveće promjene s negativnim posljedicama na vitalitet lužnjakovih stabala, i najveći intenziteti sušenja događaju se u šumskim zajednicama hrasta lužnjaka u nizi.

Namjera ovoga članka nije istraživati ili objašnjavati uzroke sušenja hrasta lužnjaka, koje predstavlja izuzetno složen problem. Cilj je ovoga rada provjeriti gore navedene dvije pretpostavke za lužnjakove sastojine Spačvanskoga bazena, koristeći dostupne podatke u digitalnome obliku koji se prikupljaju tijekom redovitoga gospodarenja u "Hrvatskim šumama" d.o.o. i pohranjuju u bazu podataka HS Fond. Jednostavno rečeno, obaviti će se analiza evidencije o posjećenim su-

him i odumirućim stablima u razdoblju od 1996. do 2006. godine. Ovo je razdoblje od 11 godina izabrano ne samo s obzirom na dostupnost podataka u digitalnom obliku u bazi HS Fond, već i zbog namjere da se procijeni utjecaj koji je na dinamiku sjeće suhih i odumirućih stabala ostavila izrazito sušna 2003. godina,

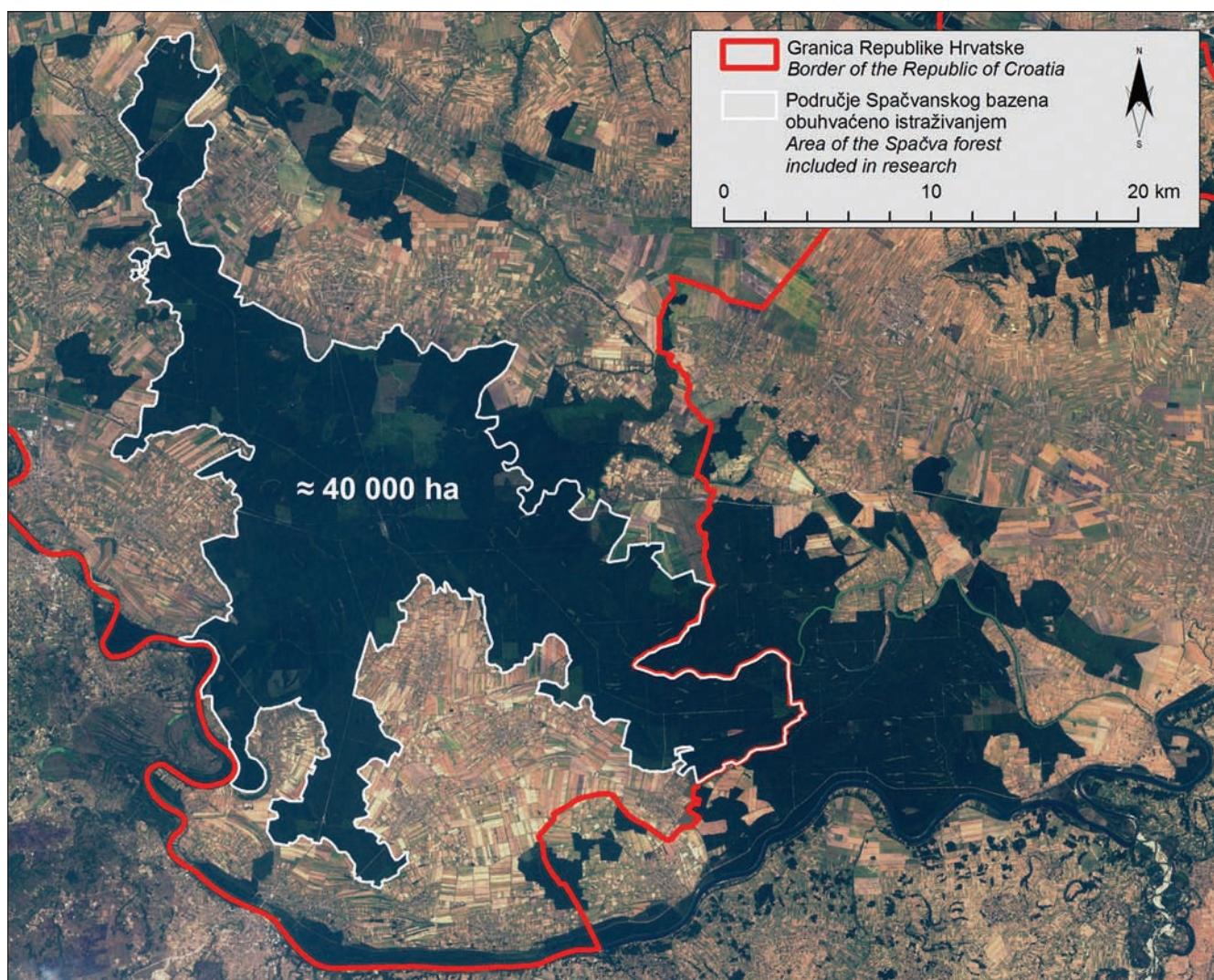
koja je u većem dijelu Europe nainjela velike štete šumskim ekosustavima (Rebetez i dr. 2006, Rouault i dr. 2006). Ovo je istraživanje ograničeno na sastojine u kojima nisu evidentirane oplodne sječe, odnosno sastojine od prvoga do šestog dobnog razreda.

PODUČJE ISTRAŽIVANJA – Research area

Spačvanski je bazen za područje istraživanja odabran jer predstavlja dovoljno veliko područje koje obuhvaća široki raspon mikroreljefno raznolikih nizinskih staništa. S druge strane nije pretjerano velik, pa su sunčeva radijacija i oborinske vode jednoliko dostupne svim sastojinama bazena, zbog čega se proces sušenja hrasta lužnjaka može promatrati kroz prizmu ostalih čimbenika poput starosti sastojine, ili stanišnih značajki objedinjenih u fitocenološkoj pripadnosti sastojine.

Spačvanskim se bazenom obično naziva područje razdijeljeno između šest šumarija (Vrbanja, Otok, Lipovac, Strošinci, Gunja i Županja) i 11 gospodarskih

jedinica i predstavlja jedan od najvećih suvislih kompleksa nizinskih lužnjakovih šuma u Europi (Klepac 2000). U ovome su radu dodane još dvije gospodarske jedinice u šumarijama Vinkovci i Černa, čiji dijelovi sa Spačvanskim bazenom čine neprekinuti, cjeloviti šumski kompleks. Od ukupno 13 gospodarskih jedinica iz daljnje su obrade morale biti isključene dvije iz šumarije Lipovac, zbog posljedica okupacije tijekom Domovinskoga rata i posljedične nedostupnosti podataka. Ukupna površina bazena obuhvaćena ovim istraživanjem iznosi oko 40 000 ha (slika 1).



Slika 1. Spačvanski bazen i obuhvaćeno područje prikazano na LANDSAT satelitskoj snimci od 20. kolovoza 2000. godine

Figure 1 "Spačva" forest and investigated area on the LANDSAT satellite image from August 20, 2000

Današnji su Spačvanski hrastici nasljednici starih hrastika prašumske strukture koji su najvećim dijelom posjećeni u razdoblju između 1880. i 1914. godine, kada je šumovitost Slavonije smanjena sa 60 % na 35 % (Vučelić i Rauch 1998). Šume uređajnoga razreda hrasta lužnjaka zauzimaju 96 % površine, pri čemu na sastojine starije od 80 godina otpada 74 % površine (Grgljan i Gregorović 2003). Srednja godišnja temperatura u razdoblju od 1983. do 1992. godine za meteorološku postaju Vinkovci iznosi 11,5 °C, a prosječna godišnja količina oborina 580 mm (Prpić 2003). Budući se količina oborina u sjevernoj Hrvatskoj smanjuje idući od zapada prema istoku (Rauch i Segulja 1983), postoje naznake da hrastove šume u Spačvi ne mogu zadovoljiti transpiracijske potrebe iz

MATERIJALI I METODE

U nedostatku precizno definirane terminologije vezane za problematiku sušenja i/ili propadanja lužnjaka u Hrvatskoj, mi u ovome radu koristimo opće prihvaćene termine "sušac" i "3B stablo". "Sušac" označava doznačeno i posjećeno mrtvo, suho ili odumrlo stablo, odnosno ono stablo kod kojega su bespovratno prekinute sve fiziološke funkcije. Termin "3B stablo" odnosi se na doznačeno i posjećeno stablo hrasta lužnjaka izrazito lošega zdravstvenog stanja, to jest odumiruće stablo za koje se može pretpostaviti da će uskoro odumrijeti. Svi izračuni u ovome radu i zaključci koji iz dobivenih rezultata proizlaze, temelje se na podacima koji se u okviru redovitoga gopodarenja prikupljaju u "Hrvatskim šumama" d.o.o. Zagreb i pohranjuju u jedinstvenu bazu podataka HS Fond. U HS Fond podaci o posjećenim su-

borina, već su prisiljene nedostatak oborinske vode nadoknaditi podzemnom vodom (Prpić 2003).

Najveće površine bazena zauzimaju šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom, i šuma hrasta lužnjaka i običnoga graba (Prpić 2003). U razdoblju od 1970. do 1990. godine evidentirana je promjena u zastupljenosti pojedinih šumske zajednice, odnosno za 21 % povećan je udio zajednica koje indiciraju suše stanište, posebice sastojina u nizu sa žestiljem (Rauch 1990). Na istome je području metodama fotointerpretacije oštećenosti krošnja ustanovljen najveći postotak oštećenosti stabala hrasta lužnjaka u slučajevima kada dolazi do izrazite promjene iz vlažnijih u suše zajednice (Kalačić i dr. 1993).

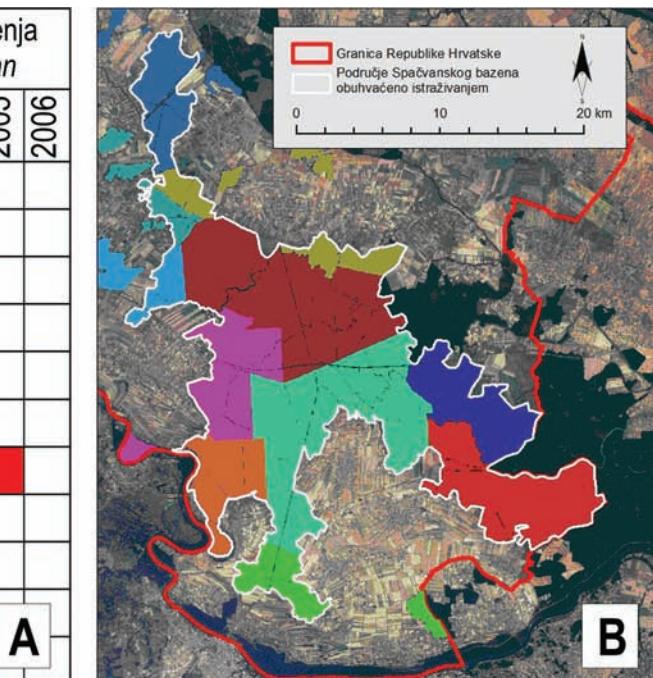
MATERIALS AND METHODS

šćima i 3B stablima unose se zbirno i nije moguće iz preuzetih podataka jasno odijeliti sušce i 3B stabla. Zbog toga se u daljnjem tekstu koristi zbirni termin "sušci i 3B stabla".

Za potrebe ovoga rada preuzeti su sljedeći podaci: informacije o strukturi sastojine (obrazac O-2) za odjeljke 11 odabranih gospodarskih jedinica iz Osnova gospodarenja izrađenih unutar promatrano razdoblja (1996. do 2006. godine), te podaci o izvršenim radovima (sjeći) od 1996. do 2006. godine razvrstani prema tipu sječe i vrsti prihoda.

Prije obrade podataka bilo je potrebno riješiti problem prostorno-vremenske neujednačenosti preuzetih podataka (slika 2) koja proizlazi iz vremenske dinamike izrade osnova gospodarenja za odabrane gospodarske

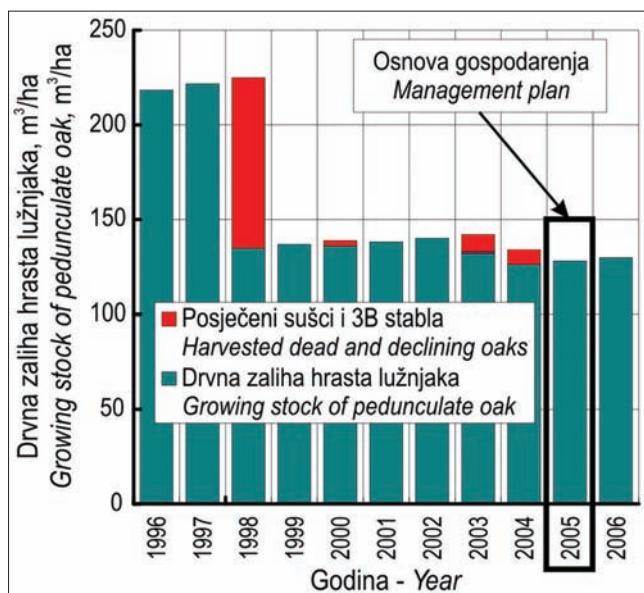
Gospodarska jedinica Management unit	Početna godina Osnove gospodarenja First year of the Management Plan										
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Kunjevci							■				
Ceranski lugovi					■						
Otočke šume									■		
Slavir										■	
Kusare								■			
Kragujna										■	
Vrbanjske šume										■	
Desičevo		■									
Trizlovi-Rastovo											
Debrinja											
Topolovac						■					



Slika 2. Vremenska (A) i prostorna (B) heterogenost preuzetih podataka; gospodarske jedinice su na karti označene različitim bojama
Figure 2 Time (A) and space (B) heterogeneity of acquired data; management units are marked with different colours on the map

jedinice. Prilikom izrade osnova gospodarenja nije neubičajeno da dođe do promjena naziva ili površine odsjeka. Na primjer, nekoliko se odsjeka može spojiti u jedan, ili se jedan odsjek može razdijeliti u više novih. Kako bi osigurali da se preuzete informacije o strukturi sastojine i o izvršenim sjećama uvijek odnose na isti odsjek, odnosno na istu površinu, izdvojeni su odsjeci koji zadovoljavaju sljedeće kriterije: (1) uređajni razred hrasta lužnjaka; (2) površina odsjeka neizmijenjena u dvije osnove u nizu; (3) starost sastojine veća od 20 godina u godini izrade osnove i manja od 120 godina u 1996. godini; (4) površina odsjeka veća od 5 ha; (5) u odsjeku unutar promatranoga razdoblja nisu evidentirane opodne sjeća. Za istraživanje je ukupno odabранo 962 odsjeka koji su zadovoljili sve kriterije. Ukupna površina odabranih odsjeka iznosi 20 671 ha.

Za izračun kretanja drvne zalihe hrasta lužnjaka u odabranim odsjecima tijekom promatranoga razdoblja razvijen je algoritam kojim je za svaku godinudrvnu zaliha određena pomoću drvne zalihe lužnjaka u godini izrade osnove, postotka prirasta drvne zalihe i evidentiranih sjeća po godinama. Postupak je detaljnije prikazan u radu Dekanića i dr. (2009), a na primjeru



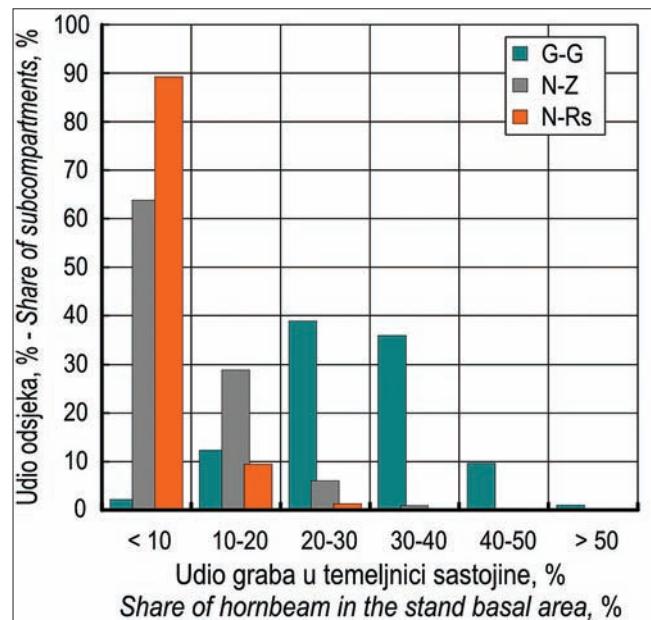
Slika 3. Izračunata dinamika drvne zalihe lužnjaka na primjeru jednog odsjeka

Figure 3 Calculated dynamics of oak growing stock on the example of one subcompartment

Tablica 2. Šumske zajednice prema kojima je izvršeno grupiranje odabranih odsjeka
Table 2 Fores communities for the grouping of the selected subcompartments

Oznaka Label	Šumska zajednica Forest community	Vlažnost staništa Site moisture
G-G	Tipična šuma hrasta lužnjaka s običnim grabom <i>Carpino betuli-Quercetum roboris typicum</i> Rauš 1973	svježe moist
N-Z	Šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i žestiljem <i>Genisto elatae-Quercetum roboris aceretosum tatarici</i> Rauš 1971	srednje vlažno medium wet
N-Rs	Šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i rastavljenim šašem <i>Genisto elatae-Quercetum roboris caricetosum remotae</i> Ht. 1938	vlažno wet

jednog odsjeka (slika 3) prikazat ćemo osnovne indikatore koje smo koristili za ocjenu intenziteta sjeća sušaca i 3B stabala u ovome radu. U prikazanome je odsjeku drvna zaliha hrasta lužnjaka računata od godine izrade osnove (2005) prema nazad (do 1996.) i prema naprijed (do 2006), a sjeća sušaca i 3B stabala obavljena je u četiri navrata (1998, 2000, 2003. i 2004. godine). Najveći je intenzitet sjeća sušaca i 3B stabala zabilježen u 1998. godini kada je posjećeno $90 \text{ m}^3/\text{ha}$, odnosno 40 % od trenutačne drvne zalihe lužnjaka u odsjeku. Ukupni je intenzitet sjeća sušaca i 3B stabala u promatranome razdoblju iznosio $109 \text{ m}^3/\text{ha}$. Za uvid u intenzitet s obzirom na starost sastojine koristit će se ukupno posjećeni obujam u promatranome razdoblju (m^3/ha), dok će se za uvid u dinamiku i analizu razlika između šumskih zajednica koristiti još i prosječni godišnji iznosi u m^3/ha i prosječni godišnji postotni iznosi posjećene drvne zalihe lužnjaka. Razlika u ukupnom intenzitetu sjeća sušaca i 3B stabala u promatranome razdoblju među promatranim biljnim zajednicama ispitana je i neparametarskim Kruskal-Wallisovim testom (Sokal i Rolf 2006).



Slika 4. Distribucija udjela odabranih odsjeka prema zastupljenosti običnoga graba u ukupnoj temeljnici sastojine

Slika 4 Distribution of selected subcompartments by the share of common hornbeam in the stand basal area

Fitocenološka pripadnost odsjeka u gospodarskim jedinicama Spačvanskoga bazena prvotno je određena prema fitocenološkoj karti Rauša (1972), a kod izlučivanja odsjeka pri ponovnim izradama osnova, taksator evidentira eventualne promjene. Prema fitocenološkoj pripadnosti odabrani su odsjeci razvrstani u tri grupe (tablica 2). U nizinskim lužnjakovim šumama obični je grab najbolji indikator režima vlaženja staništa, odnosno niske razine podzemne vode i izostanka poplava

(Dekanić 1962). Analizom razlika u udjelima graba u temeljnici odabranih odsjeka potvrđena je usklađenosť izvršenog grupiranja odsjeka s osnovnim fitocenološkim prepostavkama vezanim uz ove tri šumske zajednice (slika 4). Grupa odsjeka na gredi jasno je odijeljena od ostale dvije zajednice u nizi, a veći udjeli graba u temeljnici sastojina sa žestiljem ukazuju na nešto suši karakter staništa u odnosu na zajednicu s rasavljenim šašem.

REZULTATI – Results

a) Struktura uzorka – a) Sample structure

Osnovni podaci o odabranim odsjecima prikazani su u tablici 3. U uzorku su po broju odsjeka i ukupnoj površini najzastupljenije sastojine na gredi. Prosječni udio hrasta lužnjaka u ukupnoj temeljnici sastojine značajno je veći u sastojinama u nizi (68,6 % i 68,1 %) u odnosu

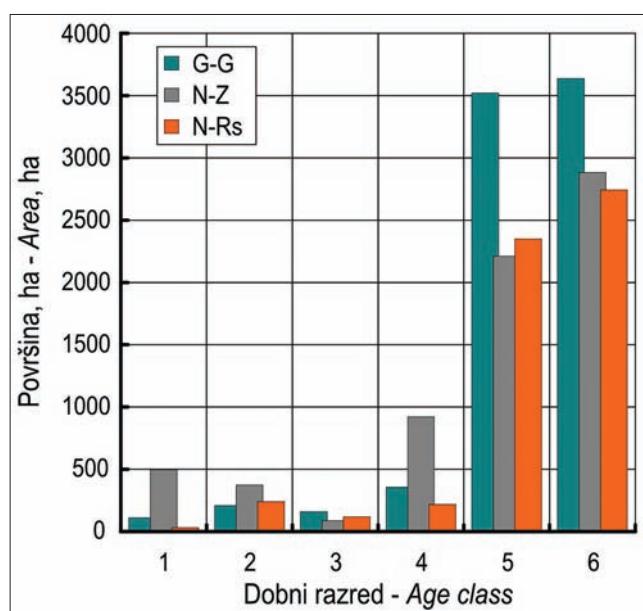
Tablica 3. Osnovni podaci o odabranim odsjecima

Table 3 Basic characteristics of selected subcompartments

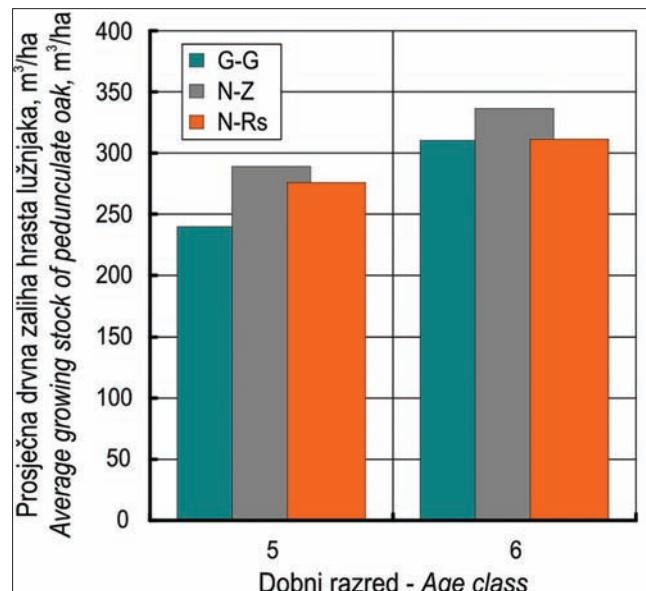
	Grupa – Group		
	G-G	N-Z	N-Rs
Broj odabranih odsjeka, n <i>Number of selected subcompartments, n</i>	414	315	233
Ukupna površina, ha <i>Total area, ha</i>	7990,5	6977,3	5703,5
Prosječna površina odsjeka, ha <i>Average area of subcompartment, ha</i>	19,3 (5,0 - 62,1)	22,2 (5,0 - 70,9)	24,5 (5,1 - 68,6)
Prosječna starost sastojine 1996., god <i>Average stand age, years</i>	96 (15 - 120)	85 (14 - 119)	93 (19 - 115)
Prosječni udio hrasta lužnjaka u temeljnici sastojine, % <i>Average share of pedunculate oak in stand basal area, %</i>	51,7 (10,4 - 84,2)	68,6 (23,0 - 96,7)	68,1 (22,9 - 99,2)

* napomena: u zagradama su navedene najveće i najmanje vrijednosti (min – max)

* note: numbers in brackets represent minimal and maximal values (min – max)



Slika 5. Distribucija površine uzorka po dobnim razredima
Figure 5 Distribution of sample area by age classes

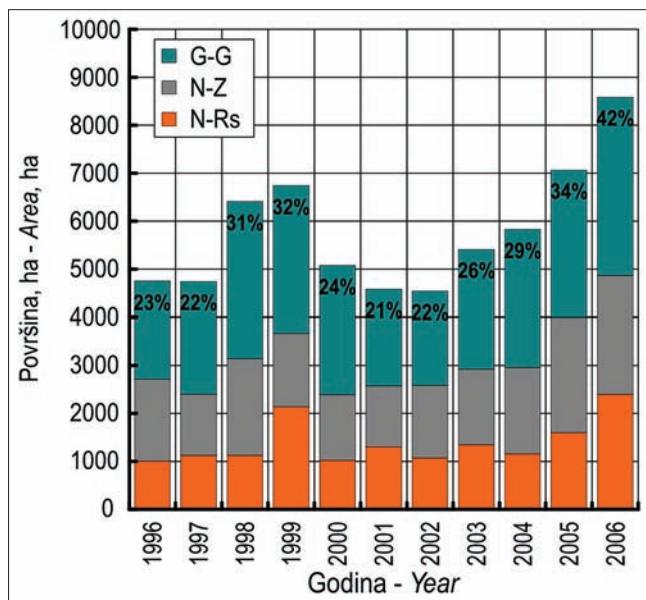


Slika 6. Prosječna drvna zaliha hrasta lužnjaka u 5. i 6. dobnom razredu (1996. godina)

Figure 6 Average oak growing stock in the fifth and sixth age class (1996)

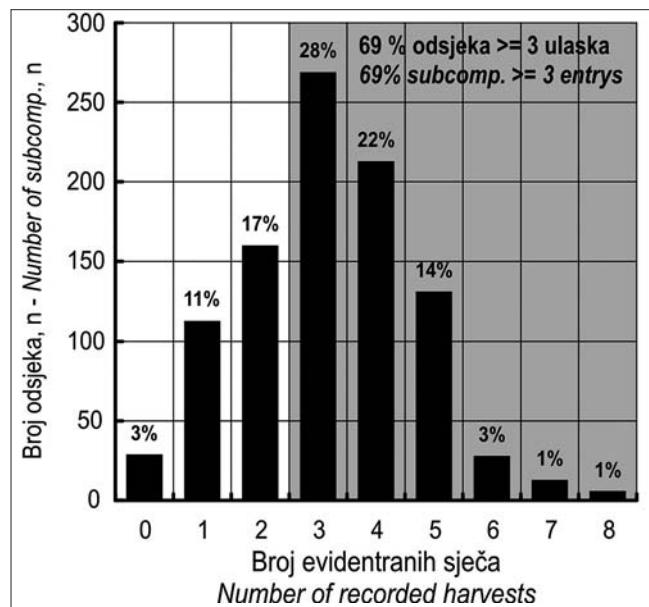
U projektu su najmlađe sastojine u nizi sa žestiljem (85 godina), dok su sastojine u nizi sa rastavljenim šašem i sastojine na gredi podjednake starosti. Raspodjela površine uzorka po dobnim razredima (slika 5) u potpunosti odražava stvarnu starosnu strukturu lužnjakovih sastojina Spačvanskoga bazena (Grčić i Gregorović 2003). Čak 83 % površine odabranih odsjeka nalazi se u petom i šestom dobnom razredu, pri-

čemu je udio površine sastojina na gredi u oba dobna razreda veći od udjela ostale dvije šumske zajednice. U mlađim dobnim razredima po površini dominiraju sastojine u nizi sa žestiljem, što je posljedica povećanja udjela te šumske zajednice tijekom zadnjih desetljeća (Rauch 1990). Prosječna drvna zaliha hrasta lužnjaka u dva najzastupljenija dobna razreda najveća je u sastojinama u nizi sa žestiljem (slika 6).



Slika 7. Površina uzorka na kojoj je evidentirana sječa
Figure 7 Sample area with recorded harvests

Sječa sušaca i 3B stabala nije se obavljala svake godine na cijeloj površini uzorka, već je varirala tijekom istraživanoga razdoblja (slika 7). Uz izuzetak 1998. i 1999. godine kada je povećan obujam sječa zbog sanacije posljedica olujnoga nevremena iz 1998. godine, u prvih je sedam godina sječa obavljana uglavnom na 20 do 24 % promatrane površine. Nakon 2003. godine površina na kojoj se obavlja sječa postojano raste do čak 42 % u 2006. godini. Omjer površina na kojima je bila



Slika 8. Distribucija odsjeka prema broju evidentiranih zahvata pridobivanja drva u promatranom razdoblju
Figure 8 Distribution of subcompartments by the number of harvest events in the investigated period

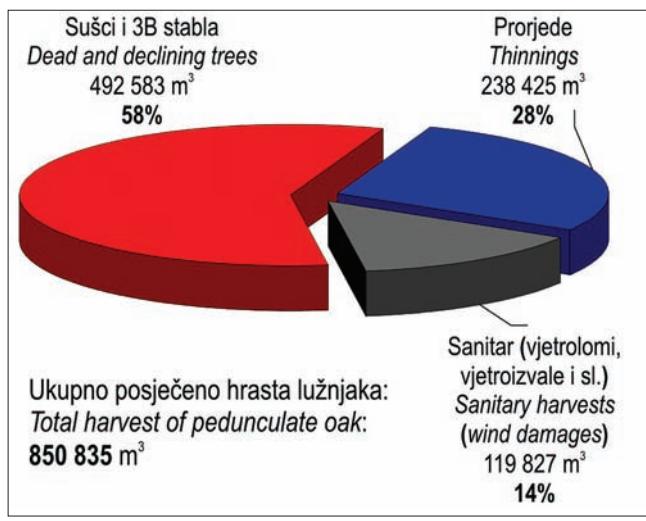
obavljana sječa u svakoj je godini ravnomjerno raspoređen između tri grupe odsjeka.

U 3 % odsjeka (680 ha) nije evidentirana sječa tijekom promatranoga razdoblja. U 69 % odabranih odsjeka zahvati pridobivanja drva obavljeni su 3 i više puta, a u 20 % odsjeka praktički svake druge godine (pet ulazaka).

b) Sječa sušaca i 3B stabala od 1996. do 2006. godine b) Harvest of dead and declining trees from 1996 to 2006

Tijekom 11 godina u promatranim je odsjecima ukupno posjećeno $850\ 835\ m^3$ hrasta lužnjaka (slika 9). Od ukupno posjećene drvne zalihe 28 % ($238\ 425\ m^3$) odnosilo se na redovni prethodni prihod, dok je kroz sušce i 3B stabla posjećeno čak 58 % ($492\ 583\ m^3$). Zbog sanacije posljedica olujnoga nevremena koje je 1998. godine zahvatilo južni dio Spačvanskoga bazena, udio drvne zalihe posjećene u sanitarnim sječama (vjetrolomi i vjetroizvale) također iznosi visokih 14 % ($119\ 827\ m^3$). Sječe izvaljenih i prelomljenih stabala obavljene su tijekom 1998. i 1999. godine, i u tim je godinama udio sanitarnih sječa u ukupno posjećenome obujmu bio vrlo visok.

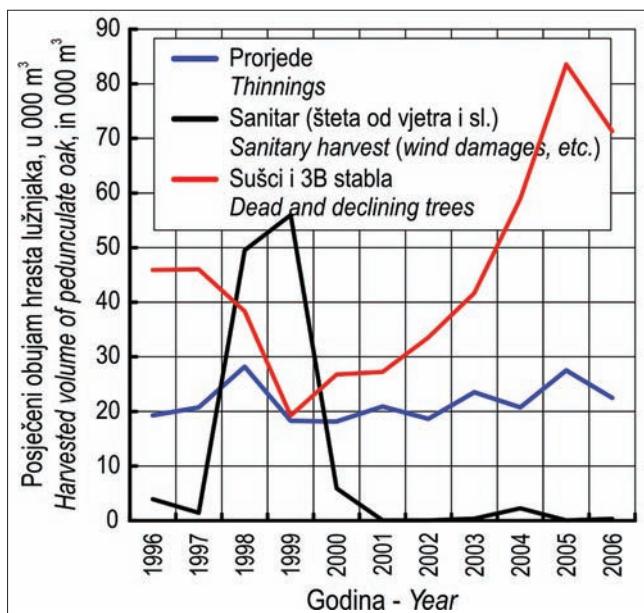
Godišnji obujam posjećenih sušaca i 3B stabala pada od 1996. prema 1999. godini kada ih je posjećeno najmanje ($19\ 220\ m^3$), zatim opet raste lagano do 2002. godine (slika 10). Nakon izrazito sušne 2003. godine ukupna količina posjećenih sušaca i 3B stabala naglo raste do najveće zabilježene vrijednosti od $86\ 000\ m^3$ posjećenih 2005. godine. Povećanje ukupne godišnje količine posjećenih sušaca i 3B stabala nakon izrazito sušne 2003. godine sigurno je dijelom uzrokovan posljedicama koje je ta sušna epizoda ostavila na stablima hrasta lužnjaka. Međutim na povećanje ukupne količine posjećenih sušaca i 3B stabala može utjecati i povećanje površine na kojoj se obavljala doznaka i sječa kao



Slika 9. Struktura ukupno posječenoga obujma hrasta lužnjaka od 1996. do 2006. godine

Figure 9 Structure of the oak volume harvested between 1996 and 2006

posljedica prilagodbi u organizaciji rada unutar "Hrvatskih šuma" d.o.o. Stoga se ukupna godišnja količina posječenih sušaca i 3B stabala ne može uzimati kao ocjena sušnih uvjeta te godine, ali se štetne posljedice suše mogu iščitati iz dinamike sječe sušaca i 3B stabala tijekom duljeg razdoblja. Na primjer, u 2005. godini,



Slika 10. Dinamika sječe hrasta lužnjaka od 1996. do 2006. godine

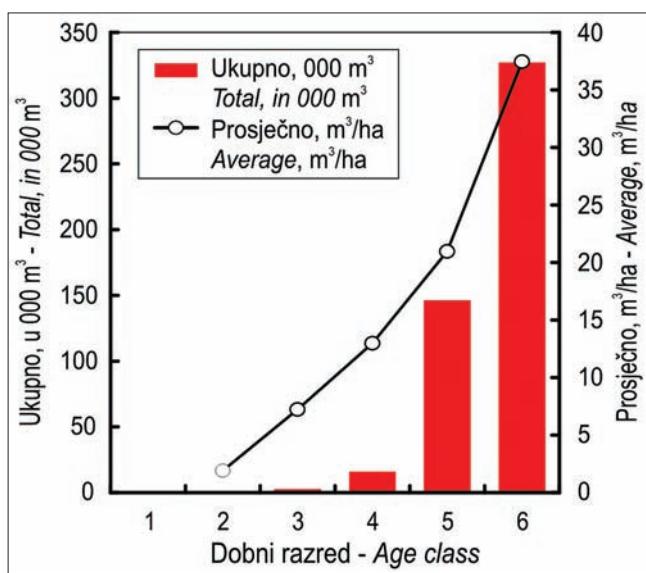
Figure 10 Dynamics of pedunculate oak harvest between 1996 and 2006

odnosno dvije godine nakon sušne epizode, posjećeno je dvostruko više sušaca i 3B stabala negoli u samoj sušnoj 2003. godini (slika 10).

c) Sječa sušaca i 3B stabala s obzirom na starost sastojine c) Harvest of dead and declining trees according to stand age

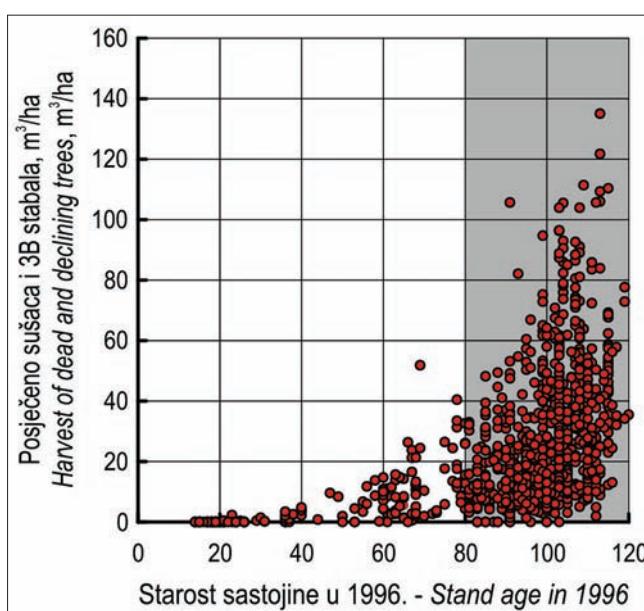
I ukupna i prosječna količina posječenih sušaca i 3B stabala hrasta lužnjaka postojano raste sa starosti sastojine, odnosno od drugoga prema šestom dobnom razredu (slika 11). Zajedno je u sastojinama petoga i šestog dobnog razreda posjećeno čak 96 %, od ukupno posječe-

noga obujma sušaca i 3B stabala. U sastojinama šestoga dobnog razreda posjećeno je 66 % (327 058 m³), a dvostruko manje (146 252 m³, odnosno 30 %) u sastojinama petoga dobnog razreda. Prosječni intenzitet sječe sušaca



Slika 11. Ukupne i prosječne količine sušaca i 3B stabala posječene po dobnim razredima

Figure 11 Total and average volume of dead and declining oaks harvested per age classes



Slika 12. Intenzitet sječe sušaca i 3B stabala (m³/ha) u promatranom razdoblju u ovisnosti o starosti odsjeka

Figure 12 Intensity of harvest of dead and declining trees (m³/ha) in the investigated period) in relation with stand age

i 3B stabala hrasta lužnjaka po jedinici površine (m^3/ha) također raste od drugog prema šestom dobnom razredu (slika 11), i najveći je u šestom dobnom razredu.

Iako su sastojine petoga i, posebice šestoga dobnog razreda najranjivije prema prikazanim prosječnim vrijednostima (slika 11), među sastojinama unutar istoga dobnog razreda postoji vrlo velika varijabilnost u intenzitetu (slika 12). Obujam posjećenih sušaca i 3B stabala u pro-

matranome razdoblju (m^3/ha u odsjeku) naglo raste nakon starosti sastojine od 80 godina, odnosno nakon ulaska sastojine u peti dojni razred. Najveći zabilježeni intenzitet iznosi $135 m^3/ha$, odnosno $12,3 m^3/ha$ godišnje, dok je s druge strane u 60 % odsjeka starijih od 80 godina tijekom promatranoga razdoblja posjećeno manje od $30 m^3/ha$, odnosno manje od $2,7 m^3/ha$ godišnje.

d) Sječa sušaca i 3B stabala s obzirom na stanište/šumsku zajednicu
d) Harvest of dead and declining trees according to site/forest community

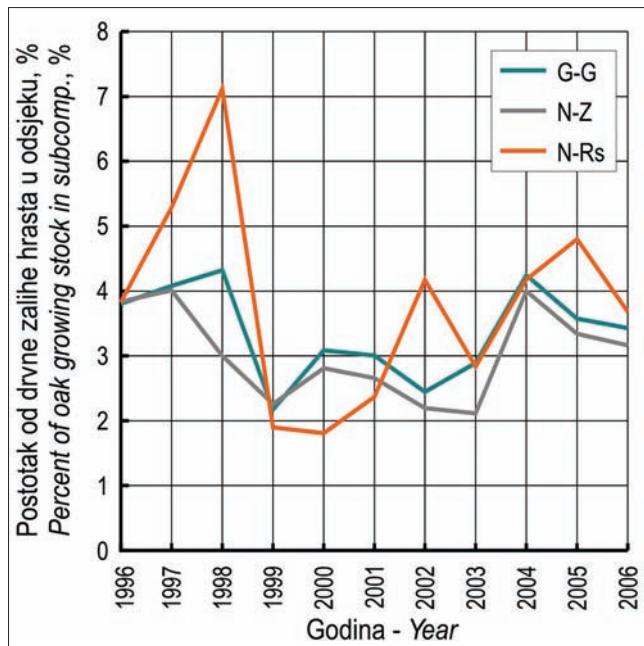
Od ukupne količine sušaca i 3B stabala posjećenih u promatranome razdoblju, najveći je dio posjećen u zajednicama na gredi ($223\ 189 m^3$), a najmanji u zajednicama u nizi ($116\ 035 m^3$). Budući su zajednice na gredi i najzastupljenije u uzorku, kako po broju, tako i po ukupnoj površini, ukupnu količinu posjećenih sušaca nije se moglo koristiti za usporedbu intenziteta sječe u sastojinama tri šumske zajednice. Stoga su razlike dalje istražene promatrajući: (1) dinamiku intenziteta sječe po godinama tijekom promatranoga razdoblja (slika 13) i (2) ukupni intenzitet sječe sušaca i 3B stabala u promatranome razdoblju iskazan po jedinici površine (m^3/ha) (slika 14).

S obzirom na dinamiku intenziteta sječe sušaca i 3B stabala tijekom 11 godina iskazanu u prosječnom godišnjem postotku posjećene drvne zalihe lužnjaka u odsjeku, najveće su razlike utvrđene između šumske zajednice najvlažnijega staništa (N-Rs) u odnosu na ostale dvije zajednice (G-G i N-Z). Sastojine u nizi s rastavljenim šašem pokazuju najveće kolebanje, u

njima je zabilježen najveći (7,1 % 1998. godine), ali također i najmanji (1,8 % 2000. godine) prosječni godišnji intenzitet.

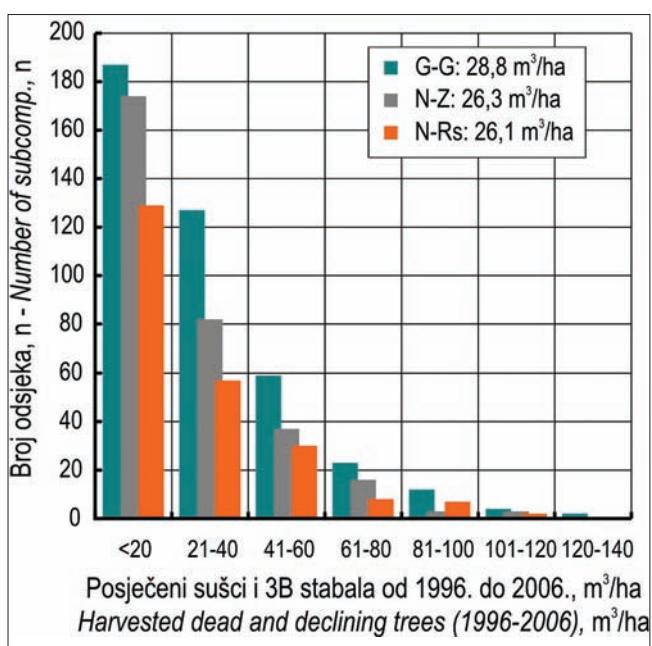
Na stres uzrokovani sušnim razdobljem 2003. godine, sve su tri zajednice reagirale vrlo slično – povećanjem intenziteta sušenja u idućim godinama. No, dok se u 2005. godini intenzitet u zajednicama s grabom i žestiljem smanjuje, u zajednici s rastavljenim šašem i dalje je u porastu. U zajednicama u nizi s rastavljenim šašem intenzitet raste nakon 1996., 2000. i 2003. godine, i u puno većoj mjeri koleba, odnosno puno je osjetljiviji od ostale dvije zajednice. Tijekom cijelog razdoblja od 1996. do 2006. godine, kretanje prosječnoga godišnjeg intenziteta sječe sušaca i 3B stabala u sastojinama u nizi sa žestiljem (N-Z) gotovo je istovjetan onome sastojina na gredi sa grabom (G-G) (slika 13).

S druge strane, promatrajući distribuciju odsjeka tri biljne zajednice prema ukupnome intenzitetu sječe sušaca u promatranome razdoblju (m^3/ha), ne mogu se primijetiti značajnije razlike (slika 14). Bez obzira na



Slika 13. Dinamika prosječnog godišnjeg intenziteta sječe sušaca i 3B stabala

Figure 13 Dynamics of average yearly intensity of harvest of dead and declining trees



Slika 14. Distribucija odsjeka prema ukupnom intenzitetu sječe sušaca i 3B stabala u promatranome razdoblju

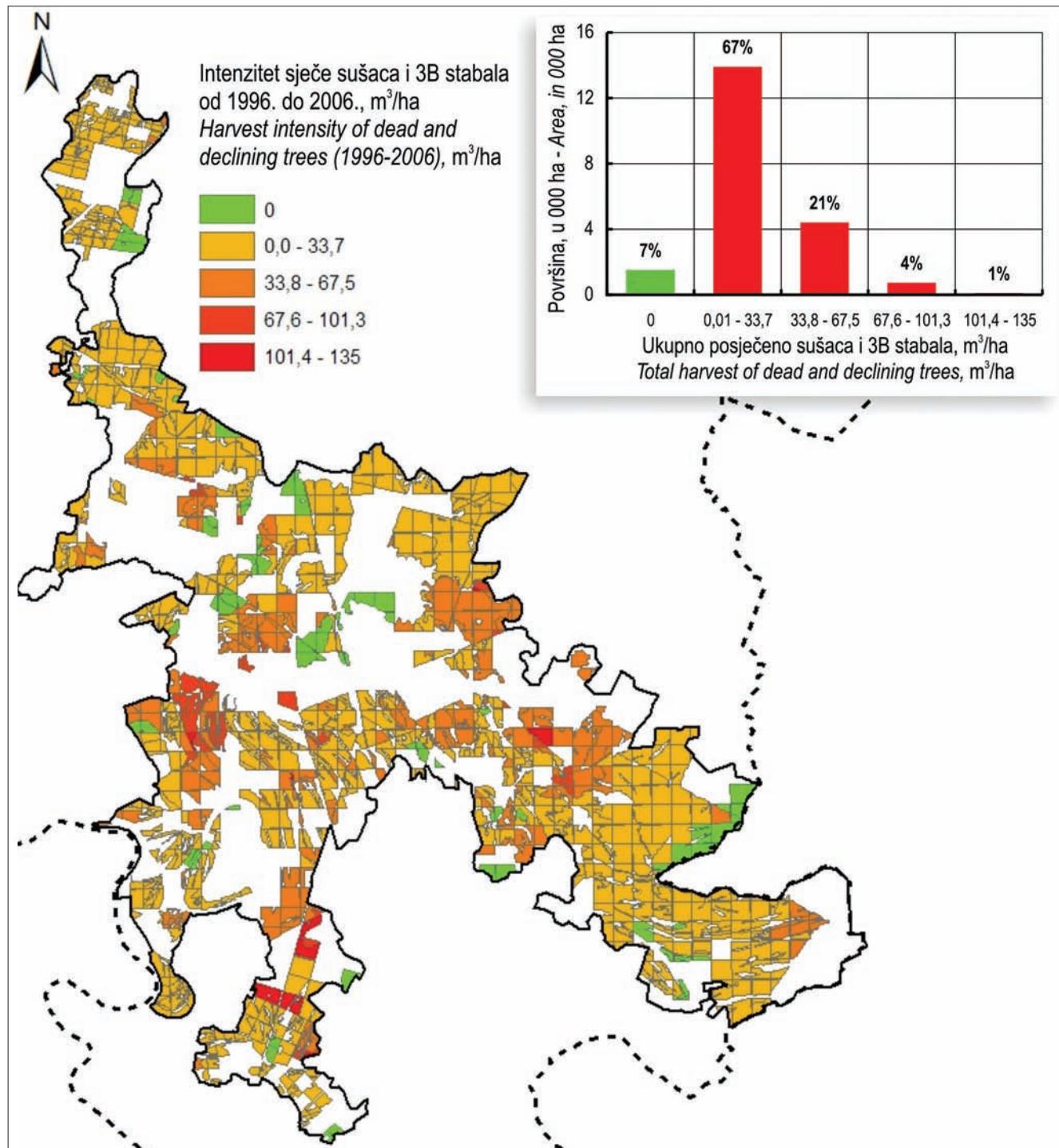
Figure 14 Distribution of subcompartments by the total intensity of harvest of dead and declining trees

različit broj odsjeka u grupama, sve tri distribucije imaju isti oblik. Kako se radi o distribucijama koje značajno odstupaju od normalne, razlike su ispitane neparametrskim Kruskal-Wallisovim testom. Utvrđeno je da ne postoji statistički značajne razlike u ukupno posjećenome obujmu sušaca i 3B stabala (m^3/ha) u promatranome razdoblju između tri biljne zajednice ($n=891$; $H=3,825$; $p>0,05$). Prosječno je nešto veći intenzitet sjeće sušaca bio u sastojinama na gredi

($28,8 m^3/ha$), dok je u zajednicama u nizi podjednak ($26,3 m^3/ha$ u zajednici sa žestiljem, te $26,1 m^3/ha$ u zajednici s rastavljenim šašem).

Dakle, sjeća sušaca i 3B stabala u tri šumske zajednice tijekom promatranoga razdoblja ne razlikuje se značajno u ukupnom intenzitetu, ali se razlikuje u dinamici sjeće po godinama.

Na kraju je na slici 15 prikazan prostorni raspored odabranih odsjeka unutar Spačvanskoga bazena prema



Slika 15. Prostorna raspodjela promatralnih odsjeka prema razredima ukupno posjećene količine sušaca i 3B stabala od 1996. do 2006. godine

Figure 15 Spatial distribution of subcompartments according to classes of total harvested volume of dead and declining trees (1996-2006)

intenzitetu sjeće sušaca i 3B stabala, kao i distribucija promatrane površine po razredima intenziteta sjeće sušaca i 3B stabala. Na 7 % površine uzorka tijekom promatranoga razdoblja nije evidentirana sječa sušaca i 3B stabala, i tu se uglavnom radi o sastojinama do četvrtog dobnog razreda. Površina na kojoj je bilo sjeće sušaca i 3B stabala (93 %) podijeljena je na četiri razreda intenziteta. Najveći dio površine (67 %) jednolik raspoređen po cijeloj površini Spačvanskog bazena nalazi se u kategoriji intenziteta do $33,7 \text{ m}^3/\text{ha}$ posjećenih od 1996. do 2006. godine. U ostalim kategorijama nalazi

se 26 % promatrane površine, i ugrubo se može reći da su odsjeci ovih kategorija raspoređeni uglavnom u središnjem dijelu bazena. Ipak, iz prikazanoga se prostornoga rasporeda ne može sa sigurnošću zaključivati o grupiranju odsjeka određene kategorije intenziteta, odnosno o neotpornosti ili predispoziciji sastojina određenoga područja bazena na sušenje, jer osim prostornoga rasporeda postoji i cijeli niz ostalih čimbenika (npr. grupiranje odsjeka različitih dobnih razreda) koje treba uzeti u obzir.

RASPRAVA I ZAKLJUČCI

Tijekom 11 godina u promatranim je odsjecima ukupno posjećeno $850\ 835 \text{ m}^3$ hrasta lužnjaka, od čega se čak 58 % ($492\ 583 \text{ m}^3$) odnosilo na sušce i 3B stabla. Zbog sanacije posljedica olujnoga nevremena iz 1998. godine udio drvnog zalihe posjećene u sanaciji vjetroloma i vjetroizvala također iznosi vrlo visokih 14 % ($119\ 827 \text{ m}^3$).

Još jedan čimbenik koji se povećava sa starosti sastojine, a koji može igrati značajnu ulogu u kompleksu sušenja lužnjaka je i broj ulazaka teške mehanizacije prilikom sječe, izrade i izvlačenja sortimenata hrasta lužnjaka, većinom u doznaci i sjeći sušaca i 3B stabala. U više od 69 % odabranih odsjeka zahvati pridobivanja drva obavljeni su 3 i više puta, a u 20 % odsjeka praktički svake druge godine (pet ulazaka). U ovisnosti o starosti, u normalnim bi uvjetima u razdoblju od jednoga desetljeća u sastojine trebalo ući jedan ili najviše dva puta. Povećanje broja zahvata pridobivanja drva i posljedično povećanje potencijalne opasnosti ozljedivanja stabala i sabijanja tla, rezultat je nastojanja da se umanje ekonomski posljedice gubitka furnirskih trupaca i drugih kvalitetnih sortimenata u osušenim stablima hrasta lužnjaka. Pri planiranju radova sječe, izrade i izvlačenja sušaca potrebno je posvetiti više pozornosti kako bi se gažena površina svela na najmanju moguću mjeru, a isto tako i broj stabala koji nakon obavljenе sječe ostaje u šumi s mehaničkim oštećenjima.

Ukupni godišnji obujam posjećenih sušaca i 3B stabala pada od 1996. prema 1999. godini kada ih je posjećeno najmanje ($19\ 220 \text{ m}^3$), zatim opet lagano raste do 2002. godine. Nakon izrazito sušne 2003. godine godišnja količina posjećenih sušaca i 3B stabala naglo raste do najveće zabilježene vrijednosti od $86\ 000 \text{ m}^3$ posjećenih 2005. godine. U 2005. godini posjećeno je dvostruko više sušaca i 3B stabala nego u samoj sušnoj godini (2003), što ukazuje na činjenicu da se godišnja količina posjećenih sušaca i 3B stabala ne može uzmati kao ocjena sušnih uvjeta te godine. Štete posljedice suše i drugih negativnih čimbenika mogu se iščitati iz dinamike sjeće sušaca i 3B stabala tijekom duljeg razdoblja, pri čemu u obzir treba uzeti i utjecaj

Discussion and conclusions

promjena u veličini površina na kojima se sječa obavljala u različitim godinama.

Intenzitet sjeće sušaca i 3B stabala naglo raste nakon ulaska sastojine u peti dojni razred, odnosno nakon starosti sastojine od 80 godina. Od ukupno posjećenoga obujma sušaca i 3B stabala, čak je 96 % posjećeno u sastojinama petoga i šestog dobnog razreda, što je posebice zabrinjavajuće kada se uzme u obzir da se na oko 74 % površine Spačvanskoga bazena nalaze upravo sastojine uređajnog razreda hrasta lužnjaka starije od 80 godina.

Ovaj je rezultat u skladu s opće prihvaćenim uvjerenjem da se starije i stare sastojine intenzivno suše. Međutim, daljnom je analizom ustanovljeno da postoji izrazito velika varijabilnost u intenzitetu sjeće sušaca i 3B stabala unutar istoga dobnog razreda, odnosno i među sastojinama petoga i šestoga dobnog razreda postoje sastojine u kojima je sjeće sušaca i 3B stabala bila zanemarivo niskoga intenziteta. Na primjer, na četvrtini ukupne površine petoga i šestog dobnog razreda obuhvaćene ovim istaživanjem, u promatranome je razdoblju intenzitet sjeće sušaca i 3B stabala iznosio manje od $1 \text{ m}^3/\text{ha}$ godišnje.

Dakle, ne može se generalizirati kada se govori o ulozi starosti sastojine u procesu sušenja hrasta lužnjaka, jer starost sastojine vjerojatno samo pojačava ostale negativne čimbenike u onim sastojinama u kojima su ti čimbenici već prisutni. O ovome bi svako trebalo voditi računa, kada se na primjer razmatra mogućnost snižavanja ili povećavanja ophodnje lužnjakovih sastojina kao pokušaj prilagodbe načina gospodarenja uvjetima sušenja i propadanja.

Gledajući vrijednosti ukupno posjećenoga obujma sušaca i 3B stabala tijekom promatranoga razdoblja (m^3/ha) nisu ustavnovljene statistički značajne razlike među odsjecima tri biljne zajednice. Suprotno očekivanjima, u prosjeku je najveći ukupni intenzitet sjeće sušaca i 3B stabala utvrđen u šumskoj zajednici na gredi ($28,8 \text{ m}^3/\text{ha}$), dok je u zajednicama u nizi nešto niži ($26,3 \text{ m}^3/\text{ha}$ u zajednici sa žestiljem, te $26,1 \text{ m}^3/\text{ha}$ u zajednici s rastavljenim šašem).

Razlike su ipak potvrđene, ali ne u ukupnom intenzitetu, već u dinamici tijekom promatranoga razdoblja. U tom je smislu potvrđena pretpostavka da su sastojine u nizi sa rastavljenim šašem nestabilnije od ostale dvije zajednice, jer je u njima zabilježen i najveći (7,1 % 1998. godine), ali također i najmanji (1,8 % 2000. godine) prosječni godišnji intenzitet iskazan kao postotak od posjećene drvne zalihe hrasta u odsjeku. Osim toga, potrebno je detaljnije istražiti posljedice koje sušenje stabala hrasta lužnjaka ostavlja u strukturi sastojine, posebice s obzirom na zastrrost tla krošnjama. Naime, sjeća sušaca i 3B stabala istoga intenziteta (m^3/ha) u sastojinama u nizi može ostaviti puno veće posljedice s obzirom na izostanak podstojne etaže. U sastojinama na gredi grab i nakon uklanjanja stabala lužnjaka nastavlja štititi tlo. Na stres uzrokovani izrazitim sušnim razdobljem 2003. godine, sve su tri zajednice reagirale vrlo slično – povećanjem intenziteta sjeća sušaca i 3B stabala u idućim godinama, no, dok se u 2005. godini intenzitet u zajednicama s grabom i žestiljem smanjuje, u zajednici s rastavljenim šašem i dalje je u porastu.

Prostorno definirana baza podataka za lužnjakove sastojine Spačvanskoga bazena koja je nastala kao re-

zultat ovoga rada, nastavit će se nadopunjavati podacima i u idućim godinama. Povezivanje s drugim bazama podataka, primjerice s rezultatima motrenja razina podzemne vode s mreže piezometarskih postaja, omogućit će daljnje složenije i detaljnije prostorno-vremenske analize trendova sušenja hrasta lužnjaka.

Zaključci temeljeni na rezultatima ovoga istraživanja odnose se na značajke sušenja u lužnjakovim sastojinama Spačvanskoga bazena. Daljnjom primjenom metodologije prikazane u ovome članku provjerit će se vrijede li donešeni zaključci i u ostalim većim lužnjakovim kompleksima u Hrvatskoj. Za očekivati je da bi moglo doći do nekih odstupanja zbog razlika između Spačvanskoga bazena i drugih lužnjakovih staništa u Hrvatskoj koje se ponajprije očituju u: (1) različitim hidrotehničkim zahvatima učinjenima tijekom 19. i 20. stoljeća i njihovim utjecajem na lokalni režim plavljenja i razina podzemne vode, (2) prevladavajućim tipovima tala i (3) različitim količinama i režimima oborinskih voda tijekom vegetacijskoga razdoblja.

ZAHVALA – Acknowledgement

Ovaj rad ne bi bilo moguće napraviti bez pomoći "Hrvatskih šuma" d.o.o. Zagreb, koji su nam na raspo-

laganje stavili veliku količinu podataka prikupljenih tijekom njihovog svakodnevnog rada.

LITERATURA

- Anon. 2006: Šumskogospodarska osnova područja RH, 2006.–2015. "Hrvatske šume" d.o.o. Zagreb.
- Anon. 2007: Hrvatske šume d.o.o. – Business report. "Hrvatske šume", d.o.o. Zagreb, str. 1–60.
- Baričević, D., 1999: Ekološko-vegetacijske promjene u šumama hrasta lužnjaka na području G.J. "Žutica". Šum. list CXXIII (1–2):17–28.
- Breda, N., R. Huc, A. Granier, E. Dreyer, 2006: Temperate forest tree and stands under severe drought: a review of ecophysiological responses, adaptation processes and long-term consequences. Ann. For. Sci. 63: 625–644.
- Dekanić, I., 1962: Utjecaj podzemne vode na pridolazak i uspijevanje šumskoga drveća u posavskim šumama kod Lipovljana. Glas. Šum. pokuse 15: 5–118.
- Dekanić, I., 1974: Utjecaj visine i oscilacije nivoa podzemnih voda na sušenje hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.). Šum. list 99 (7–10): 267–280.
- Dekanić, S., T. Dubravac, I. Pilaš, K. Indir, 2009: Dinamika sušenja hrasta lužnjaka u Spačvanskom bazenu od 1996. do 2006. godine s obzirom na starost sastojine i fitocenološku pripadnost. U: Šume hrasta lužnjaka u promijenjenim stanišnim i gospodarskim uvjetima, 24. rujna 2009., Zagreb, Zbornik radova (u tisku).
- Dickson, R. E., P. T. Tomlinson, 1996: Oak growth, development and carbon metabolism in response to water stress. Ann. Sci. For. 53: 181–196.
- Donaubauer, E., 1998: Die Bedeutung von Krankheitserregern beim gegenwärtigen Eichensterben in Europa – eine Literaturübersicht. Eur. J. For. Path 28: 91–98.
- Führer, E., 1998: Oak decline in Central Europe: A synopsis of hypotheses. USDA Forest Service General Technical Report NE-247: 7–24.
- Gaertig, T., H. Schack-Kirchner, E.E. Hildebrand, K. v. Wilpert, 2002: The impact of soil aeration on oak decline in southwestern Germany. For. Ecol. Manage. 159: 15–25.
- Glenz, C., R. Schlaepfer, I. Iorgulescu, F. Kienast, 2006: Flooding tolerance of Central European tree and shrub species. For. Ecol. Manage. 235: 1–13.
- Grgljanić, J., I. Gregorović, 2003: Dobna struktura hrasta lužnjaka u Spačvi. U: Klepac, D., K. Čorkalo Jemrić (ur.), Retrospektiva i perspektiva gospodarenja šumama hrasta lužnjaka u Hrvatskoj, HAZU Centar za znanstveni rad u Vinkovcima, 95–108.

- Harapin, M., M. Androić, 1996: Sušenje i zaštita šuma hrasta lužnjaka. U: Klepac, D. (ur.), Hrast lužnjak u Hrvatskoj, HAZU Centar za znanstveni rad Vinkovci i Hrvatske šume, 227–256.
- Jošovec, A., 1924: Sušenje hrastovih sastojia šumske uprave u Dragancu. Šum.list XLVIII (12): 639–642.
- Kalafadžić, Z., V. Kušan, Z. Horvatić, R. Perunar, 1993: Oštećenost šuma i neki čimbenici okoliša u šumskom bazenu Spačva. Šum. list CXVII: 281–292.
- Klepac, D., 1996: Stare šume hrasta lužnjaka i njihov doprinos razvoju Hrvatske. U: Klepac, D. (ur.), Hrast lužnjak u Hrvatskoj, HAZU Centar za znanstveni rad Vinkovci i Hrvatske šume, 13–26.
- Klepac, D., 2000: Najveća cijelovita šuma hrasta lužnjaka u Hrvatskoj – Spačva. HAZU Centar za znanstveni rad u Vinkovcima, 116 str., Zagreb-Vinkovci.
- König, J., 1911: Sušenje hrastika. Šum. list XXXV (10–11): 385–422.
- Küßner, R., 2003: Mortality patterns of *Quercus*, *Tilia* and *Fraxinus* germinants in a floodplain forest on the river Elbe, Germany. For. Ecol. Manage. 173: 37–48.
- Manion, P. D., 1981: Tree disease concepts. Prentice Hall, 399 str., Engelwood Cliffs, NJ.
- Manojlović, P., 1924: Sušenje hrastovih šuma (Hrast lužnjak). Šum.list XLVIII (10): 502–505.
- Marçais, B., O. Caël, 2006: Spatial pattern of the density of *Armillaria* epiphytic rhizomorphs on tree collar in an oak stand. For. Path. 36: 32–40.
- Matić, S., J. Skenderović, 1993: Studija biološkoekološkog i gospodarskog rješenja šume Turopoljski lug ugrožene propadanjem (uzgojna istraživanja). Glas. šum. pokuse 29: 295–334.
- Matić, S., B. Prpić, Đ. Rauš, Š. Meštrović, 1994: Obnova hrasta lužnjaka u šumskom gospodarstvu Sisak. Glas. šum. pokuse. 30: 299–336.
- Mayer, B., 1994: Utjecaj dinamike vlažnosti tla, podzemne vode, oborina i defolijacije na sezonsku dinamiku radikalnog prirasta i sušenje hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u Varoškom lugu. Rad. Šum. inst. 29: 83–102.
- Oak, S., F. Tainter, J. Williams, D. Starkey, 1996: Oak decline risk rating for the southeastern United States. Ann. Sci. For. 53: 721–730.
- Petračić, A., 1926: O uzrocima sušenja hrastovih šuma u Hrvatskoj i Slavoniji: o pojavu sušenja sa šumsko-ugrožnog gledišta. Glas. šum. pokuse 1: 1–9.
- Pranjić, A., N. Lukić, 1989: Prirast stabala hrasta lužnjaka kao indikator stanišnih promjena. Glas. šum. pokuse 25: 79–94.
- Prpić, B., 1976: Regiranje biljaka hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) iz dva različita staništa na različite uvjete vlažnosti. Šum. List. 100 (3): 117–123.
- Prpić, B., 1996: Propadanje šuma hrasta lužnjaka. U: Klepac, D. (ur.), Hrast lužnjak u Hrvatskoj, HAZU Centar za znanstveni rad Vinkovci i Hrvatske šume, 273–298.
- Prpić, B., 2003: Hidrološki sustav Spačve u odnosu na uspijevanje hrasta lužnjaka. U: Klepac, D., K. Čorkalo Jemrić (ur.), Retrospektiva i perspektiva gospodarenja šumama hrasta lužnjaka u Hrvatskoj, HAZU Centar za znanstveni rad u Vinkovcima, 109–126.
- Prpić, B., Z. Seletković, G. Žnidarić, 1994: Ekološki i biološki uzroci propadanja stabala hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u nizinskoj šumi Turopoljski lug. Glas. šum. pokuse 30: 193–222.
- Rauš, Đ., 1972: Karta šumskih zajednica Spačvanskog bazena i okolice Vinkovaca. Grafički zavod Hrvatske, Zagreb.
- Rauš, Đ., 1990: Sukcesija šumske vegetacije u bazenu Spačva u razdoblju od 1970.–1989. godine. Šum. list (9–10): 341–356.
- Rauš, Đ., 1994: Primjena fitocenologije u šumarskoj praksi. Šum. list CXVIII (9–10): 289–294.
- Rauš, Đ., N. Šegulja, 1983: Flora Slavonije i Baranje. Glas. Šum. pokuse 21: 179–211.
- Rebetez, M., H. Mayer, O. Dupont, D. Schindler, K. Gartner, J. P. Kropf, A. Menzel, 2006: Heat and drought 2003 in Europe: a climate synthesis. Ann. For. Sci. 63: 569–577.
- Rouault, G., J-N. Candau, F. Lieutier, L-M. Nageleisen, J-C. Martin, N. Warzée, 2006: Effects of drought and heat on forest insect populations in relation to the 2003 drought in Western Europe. Ann. For. Sci. 63: 613–624.
- Siwecki, R., K. Ufnalski, 1998: Review of oak stand decline with special reference to the role of drought in Poland. Eur. J. For. Path 28: 99–112.
- Sokal, R. R., F. J. Rohlf, 1994: Biometry. 3rd ed., W.H. Freeman, New York, str. 880.
- Steiner, K. C., 1998: A decline-model interpretation of genetic and habitat structure in oak populations and its implications for silviculture. Eur. J. For. Path 28: 113–120.
- Thomas, F. M., R. Blank, G. Hartmann, 2002: Abiotic and biotic factors and their interactions as causes of oak decline in Central Europe. For. Path. 32: 277–307.
- Voelker, S. L., R-M. Muzika, R. P. Guyette, 2008: Individual tree and stand level influences

- on the growth, vigor, and decline of red oaks in Ozarks. *Forest Science* 54 (1): 8–20.
- Vukelić, J., Đ. Rauš, 1998: Šumarska fitocenologija i šumske zajednice u Hrvatskoj. *Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu*, str. 310, Zagreb.
- Wargo, P. M., 1996: Consequences of environmental stress on oak: predisposition to pathogens. *Ann. Sci. For.* 53: 359–368.

SUMMARY: From the literature sources and observations from the field forestry experts, two major assumptions regarding the relationship between the pedunculate oak dieback and the stand's age and phytocoenological community emerge: (1) middle-aged, older and old stands are most susceptible to oak dieback and decline, and (2) highest intensity of oak dieback and decline occurs in the stands of pedunculate oak in microtopographically lowest positions – microdepressions. In the current contribution, we investigate two aforementioned statements in the pedunculate oak stands from first to sixth age class in the Spačva forest complex. As an indicator of the susceptibility of the stands to oak dieback and decline we used dynamics and structure of the harvest of the dead and declining oaks in the period of 11 years (1996–2006). Analysis is based on the available data regularly gathered during the forest management in the "Hrvatske šume" Ltd., and archived in the database HS Fond. From the acquired data, total of 962 subcompartments with total area of 20 671 ha were selected according to the set of criteria for the further analysis, and divided into three groups according to phytocoenological association (Table 2 and Table 3).

In the selected subcompartments during the monitoring period in total 850 835 m³ of pedunculate oak was harvested, out of which 58 % (492 583 m³) were dead and declining trees (Figure 9 and Figure 10). In more than 69 % of the subcompartments, harvest events were recorded three and more times, and in the 20 % almost every second year (five harvesting events) (Figure 8).

With regard to stand age, intensity of the harvest of the dead and declining oaks increases steeply after the stand age of 80 years (Figure 11). However, further analysis showed great variability of the intensity within the same age class (Figure 12). Thus, it is impossible to arrive at the general conclusion about the role of the stand age in the process of oak decline, because stand age most likely only amplifies negative factors already present in the stand.

There were no statistically significant differences in the total intensity of the harvest of dead and declining oaks (m³/ha) during the monitoring period between the stands of the different phytocoenological communities (Figure 14; Kruskal-Wallis test, n=891; H=3,825; p>0,05). Difference is more pronounced with regard to dynamics of harvesting intensity. In that sense it is confirmed that stands in the microdepressions are more unstable compared to the stands of the other two forest communities with highest (7,1 % in 1998) but also the lowest (1,8 % in 2000) recorded average yearly intensity of oak growing stock harvested through dead and declining trees (Figure 13). Moreover, the consequences of the harvest of the dead and declining trees are more severe given the lack of the understory in the stands in the lowest microtopographical positions. Further research is needed to properly quantify those differences.

Spatial database of the pedunculate oak stands in the Spačva forest that emerged as one of the results in this research will be continuously updated in the following years. Interconnection of this database with other spatially explicit databases, e.g. measurements of groundwater levels, will enable more complex and in-depth spatio-temporal analysis of oak decline and dieback. Conclusions based on the results of this research relate to the pedunculate oak stands in the Spačva forest, and require verification for other larger oak complexes in Croatia with further application of the methodology outlined in this contribution.

Key words: pedunculate oak, dieback, Spačva forest, stand age, phytocoenological community



GeoTeha

OVLAŠTENI ZASTUPNIK PROIZVOĐAČA ŠUMARSKIH
INSTRUMENATA I OPREME



DIGITALNI VISINOMJER VERTEX III



PRESSLEROVA SVRDLA



ULTRAZVUČNI DALJINOMJER DME



ŠUMARSKE PROMJERKE
(ANALOGNE I DIGITALNE)



KLINOMETRI



- TOTALNE MJERNE STANICE
- NIVELIRI
- MJERNE VRPCE
- KOMPASI
- DALEKOZORI
- SPREJ ZA MARKIRANJE

www.geoteha.hr

 **GeoTeha**

M. MATOŠECA 3
10090 ZAGREB
TEL: 01/3730-036
FAX: 01/3735-178
geoteha@zg.htnet.hr

RAZVOJ STRUKTURNIH ELEMENATA U MJEŠOVITIM SASTOJINAMA HRASTA LUŽNJAKA NA PODRUČJU UPRAVE ŠUMA BJELOVAR S OSVRTOM NA MODELIRANJE MJEŠOVITIH PRIRASNO PRIHODNIH TABLICA*

DEVELOPMENT STRUCTURE ELEMENTS IN MIXED OAK STANDS IN ARIA OF FOREST ADMINISTRATION BJELOVAR WITH RETROSPECT ON MODELLING GROWTH AND YIELD OF MIXED STANDS

Krunoslav GODINA**

SAŽETAK: Za modeliranje tzv. mješovitih prirasno – prihodnih tablica bitno je poznavanje biološke raznolikosti, dinamike mješovitih sastojina, te modela rasta i proizvodnje.

U negospodarenim mješovitim sastojinama triju subasocijacija unutar tri starosne skupine (12–15; 19–22; 27–30 god.) na primjernim plohamama je prilikom izmjere procjenjivana vitalnost svakog stabla kao posljedice natjecanja krošanja za svjetlo. Opažanjem je određena konkurentnost među susjednim dominantnim stablima, te je procijenjen utjecaj na perspektivna stabla, ponajprije glavne vrste iz donje etaže. Simuliranim sjećom dana je prednost hrastu lužnjaku, a uklanjanji su uglavnom predrasti i dominantna stabla pratećih vrsta. U strukturu sastojine nisu ušli sušci i suviše potisnuta stabla, a što s prethodno navedenim daje ukupnu simuliranu sjeću. Na taj način dobivena je glavna sastojina. Za glavnu sastojinu izvršena je projekcija razvoja srednjeg stabla prema vrstama drveća, na temelju čega su određeni strukturni elementi nakon pet godina. Projekcija razvoja dobivena je na osnovi uzoraka opsega i visina stabala svih starosnih skupina subasocijacije, izjednačenjem podataka pomoću modificirane Mihajlove funkcije.

Ključne riječi: sastojina izmjere, glavna sastojina, proicirana sastojina, modeli rasta, simulirana sjeća, samoprporjeđivanje, produksijski i akumulirani tečajni volumni prirast

1. UVOD – Introduction

Hrast lužnjak je najznačajnija vrsta naših nizinskih šuma. Dolazi u čistim i mješovitim jednodobnim sastojinama. Zbog različitih utjecaja prirodna ravnoteža nizinskih šuma u određenoj mjeri je narušena, a što se

odražava i na strukturi sastojina. Općenito razvoj mješovite sastojine podrazumijeva promjene strukturnih elemenata koje nastaju u određenom razdoblju. Istraživanjem strukture mješovitih sastojina dolazimo do važnih podataka o njihovom razvoju, procesima konkurenkcije, odumiranja i obnavljanja. Postoji više definicija o tome što je struktura sastojine, ona je pojednostavljeno horizontalni i vertikalni raspored stabala (Franklin, 1981).

Proučavanje proizvodnosti sastojina važno je za provođenje pravilnog gospodarenja. Nekada su potporu u planiranju činile prirasno prihodne tablice, a u zadnjih tridesetak godina inozemna istraživanja kreću se prema više dinamičnim programskim sustavima.

* Rad je dio magistarskog specijalističkog rada, obranjenog 16. 01. 2009. godine na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Izv. prof. dr. sc. Juro Čavlović, mentor, doc. dr. sc. Mario Božić, predsjednik povjerenstva za obranu rada, Šumarski fakultet u Zagrebu, dr. sc. Tomislav Dubravac, član, Šumarski institut Jastrebarsko

** mr. sp. Krunoslav Godina, dipl. ing. šum., Hrvatske šume, UŠP Bjelovar, Šumarija Pakrac, Trg Bana Jelačića 3, Pakrac, krunoslav.godina@hrsume.hr

2. PROBLEM I CILJ ISTRAŽIVANJA – Problem and goal of research

Struktura mješovite sastojine je vrlo kompleksna. Ponekad jednostavnom izmjerom nije lako odrediti zakonitosti koje međusobno povezuju različite strukturne elemente bez razmatranja prirodnih čimbenika. U sastojini se za vrijeme trajanja ophodnje neprekidno odvija borba među stablima istih i različitih vrsta za vodom, hranivima i svjetлом.

U negospodarenim mladim mješovitim sastojinama odvija se proces odumiranja stabala kao posljedica različitog osvjetljenja krošnji. Na temelju toga može se izvršiti klasifikacija stabala, procjenjujući vitalitet i razvojni potencijal svakog stabla. Proces odumiranja usko je vezan uz konkurenčiju stabala. Konkurenčiju razmatramo ponajprije na osnovi udaljenosti između susjednih dominantnih stabala i utjecaja njihovih krošnji na razvoj okolnih nižih. Procesi konkurenčije i odumiranja stabala u sastojini imaju utjecaja na razvoj svih strukturnih elemenata.

Na osnovi sličnih spoznaja, paralelno s napredovanjem računalne tehnologije u inozemstvu se počinje

3. OSVRT NA MODELIRANJE RASTA I PROIZVODNJE MJEŠOVITIH SASTOJINA Retrospect on modelling growth and yield of mixed stands

Proučavanje proizvodnosti šuma razvilo se tijekom 18. stoljeća, a rezultati tog istraživanja izražavali su se pomoću tablica iz kojih su se s vremenom razvile priraskno prirodne tablice. Iz njih se mogu izvesti priraskno prirodne tablice za mješovite sastojine. U izvedenim tablicama zbog jednostavne računske konstrukcije odnosi vrsta drveća prema broju stabala, visini i promjeru srednjeg stabla često ne predstavljaju realne odnose u mješovitim sastojinama.

Naime, za modeliranje rasta i proizvodnje mješovitih sastojina važno je poznavanje studija o biološkoj raznolikosti, šumskoj dinamici i samih modela rasta i

razmatrati sastojinu kao više dinamični sustav. Metode simulacije dinamike dobivaju prednost pred priraskno prirodnim tablicama koje odviše statički razmatraju razvoj sastojine. Unatoč tomu, ove metode su kod nas još uvijek nedovoljno istražene. U svrhu pridobivanja novih spoznaja, kratko će biti predstavljeni modeli rasta i proizvodnje kao zamjena za tradicionalne priraskno prirodne tablice.

Osnovni cilj ovog rada je istraživanje koegzistencije vrsta u triju subasocijacijama hrasta lužnjaka u I. i II. dobnom razredu. Da bi se ostvario postavljeni cilj, potrebno je proučiti razvoj strukturnih elemenata u mješovitim sastojinama u kojima se zakasnilo s provedbom uzgojnih radova s obzirom na konkurenčiju između vrsta, samoprprjeđivanje, odnosno odumiranje stabala, starost sastojine i utjecaj simulirane sječe. Na osnovi toga treba odrediti glavnu sastojinu i izvršiti projekciju razvoja strukturnih elemenata.

4. MATERIJAL I METODE – Material and methods

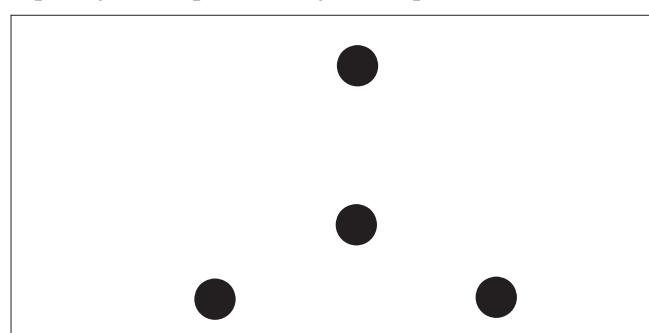
Istraživanje je provedeno na području UŠP Bjelovar u tri subasocijacije hrasta lužnjaka (*Carpino betuli – Quercetum roboris typicum* Rauš 1971; *Genisto elatae – Quercetum roboris caricetosum brisoides* Ht. 1938; *Genisto elatae – Quercetum roboris caricetosum remota* Ht. 1938).

Razmjerno je položeno ukupno 56 primjernih ploha u negospodarenim mješovitim sastojinama, koje odgovaraju razvojnim stadijima mladika, koljika i letvika, odnosno pripadajućim starosnim skupinama: I. (12 – 15 god.), II. (19 – 22 god.) i III. (27 – 30 god.).

U tablici 1. prikazani su odsjeci prema šumarijama i gospodarskim jedinicama s brojem položenih ploha. Polaganje ploha izvršeno je prema CLVP principu (slika 1). Plohe su krugovi radiusa 5,64 m i površine

proizvodnje. Model rasta sastojine je apstrakcija prirodne dinamike u šumskim sastojinama. Jednostavni sastojinski modeli povezuju srednji promjer i visinu s dobi sastojine. Složeni koriste znanje o međustablovej udaljenosti, pokazateljima terena i temeljnici sastojine da empirički simuliraju međustablovno natjecanje sa izvorima svjetla, vode i hraniva. Póte i Bartellink (2002) istaknuli su šest kategorija modela. Za modeliranje šumske dinamike uglavnom su se koristili modeli distribucija, gap modeli i modeli stabala zavisni o udaljenosti. No svi, osim gap modela bliže su načelu modeliranja čistih sastojina.

100 m². Svim stablima unutar kruga izmjeren je opseg u prsnjoj visini pomoću mjerne vrpce. Visine domi-



Slika 1. Polaganje ploha prema CLVP principu (Schmigelow, 1997)

Picture 1 Putting the plots according CLVP principle (Schmigelow, 1997)

Tablica 1. Pregled odabralih odsjeka za istraživanje
Table 1 Review of chosen subcompartments for research

Šumarija Forest Office	Gospodarska jedinica Management Unit	Odjel, odsjek Compartment	Starost (g.) Age (yr)	Broj ploha Number of plots
Bjelovar	Česma	24 f	13	2
Bjelovar	Česma	24 a	15	3
Grubišno Polje	Zdenački Gaj - Prespinjača	19 b	13	2
Čazma	Čazmanske nizinske šume	26 a	20	3
Garešnica	Trupinski - Pašijanski gaj	25 b	20	3
Grđevac	Trupinski - Pašijanski gaj	18 b	27	4
Grđevac	Trupinski - Pašijanski gaj	1a	30	3
Bjelovar	Česma	25 d	15	4
Bjelovar	Bolčansko - Žabljački lug	13 a	15	2
Bjelovar	Česma	56 d	20	4
Ivanska	Dugački gaj - Jasenova - Drljež	69 b	20	3
Čazma	Čazmanske nizinske šume	40 g	30	4
Bjelovar	Česma	41 c	30	2
Bjelovar	Česma	57 e	15	4
Čazma	Česma	16 a	14	2
Bjelovar	Česma	32 a	19	4
Vrbovec	Česma	63 a	20	2
Bjelovar	Česma	60 d	27	3
Čazma	Česma	18 b	28	2

ntnih stabala izmjerene su pomoću visinomjera Sunto, dok su visine nižih stabala na plohi procijenjene. Kao taksacijska granica uzet je opseg od 10 cm. Paralelno s izmjerom provodila se klasifikacija stabala prema vitalnosti i simulacija sječe. Promjene u sastojini pro-matrane su s obzirom na izmjereno početno stanje, pri-rodne procese koji uključuju samoprporjeđivanje i izlučivanje stabala, vanjske zahvate, odnosno simuli-ranu sječu prilikom izmjere, projekciju razvoja na osnovi modela rasta, te računski predviđenu sječu na kraju razdoblja. Na temelju prethodno navedenog za petogodišnje razdoblje istraživana je sastojina izmjere, glavna i proicirana sastojina.

Za potrebe izračuna volumena sastojine izmjere prema kategorijama vitalnosti i ukupno dobivene su sa-stojinske visinske krivulje za sve vrste drveća izjedna-čenjem uzoraka visina i opsega stabala po funkciji Mihajlova u aplikativnom programu Statistica 6.0. Na taj način dobivena je ukupno 21 visinska krivulja. Za svaki od uzoraka opsega i visina stabala određeni su

statistički podaci (\bar{x} , S.D., S.E.). Volumen srednjih stabala unutar pojedine kategorije vitalnosti određen je na temelju temeljnica i visine srednjeg stabla, te obličnog broja koji je uzet kao konstantna vrijednost od 0,5 (for-mula 1).

$$V_S = g_S \times h_S \times f \quad (1)$$

Glavna sastojina dobivena je na način da su iz struk-ture sastojine nakon simulirane sječe na plohamu izu-zeti sušci, te sva ona previše potisnuta stabla koja su ocijenjena da više ne mogu povratiti vitalnost, što zaje-dno predstavlja ukupnu simuliranu sječu. Zatim je za glavnu sastojinu određena projekcija razvoja struktur-nih elemenata korištenjem modela rasta. Modeli rasta visine, protekom vremena za svaku od tri istraživane subasocijacije dobiveni su izjednačenjem uzorka vi-sina stabala po modificiranoj funkciji Mihajlova (for-mula 2) u programu Statistica 6.0.

$$h = b_0 \times e^{-\frac{b}{t}} \quad (2)$$

Na isti način su dobiveni modeli rasta opsega.

5. REZULTATI RADA S RASPRAVOM – Research results with discussion

U rezultatima je prikazano kako se promjene osno-vnih strukturnih elemenata odnose na temeljnici, volu-men sastojine i tečajni volumni prirast. Pritom je

interesantno povećanje, smanjenje ili stagnacija struk-turnih elemenata glavne i proicirane sastojine u odnosu na izmjerenu.

5.1. Sastojina izmjere – Mensuration stand

Sastojina izmjere zapravo je negospodarena sastojina, gdje mali stupanj osvjetljenja krošnje može biti ograničavajući čimbenik razvoja. Mnoga se stabla poti-

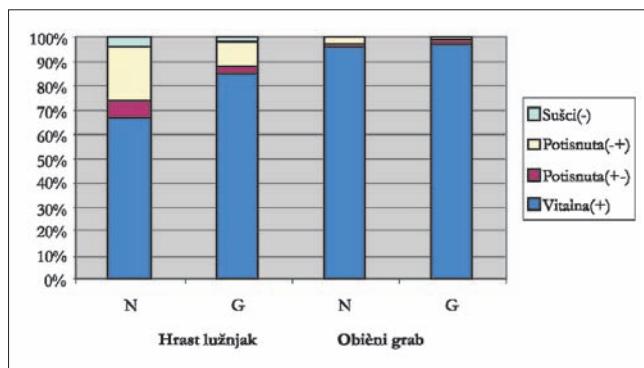
snuta od jačih u području svoje mikrookoline približava-ju ekološkom minimumu. Sastojina izmjere bit će raz-motrena prema kategorijama vitalnosti s obzirom na broj

stabala i temeljnicu. Valja napomenuti da je volumen sastojine izmjere 1,5 do 2,5 puta veći u odnosu na izvedene priraskno prihodne tablice (Cestar i Hren, 1983).

Na temelju razmatranja vertikane strukture, razvijenosti i osvjetljenosti krošnja, subasocijacija hrasta lužnjaka i običnog graba ima najveći udio vitalnih stabala glavne vrste (slika 2). S porastom starosti u svim subasocijacijama raste udio suviše potisnutih stabala i sušaca hrasta lužnjaka, no izraženo u temeljnici njihovo učešće je manje (slika 3).

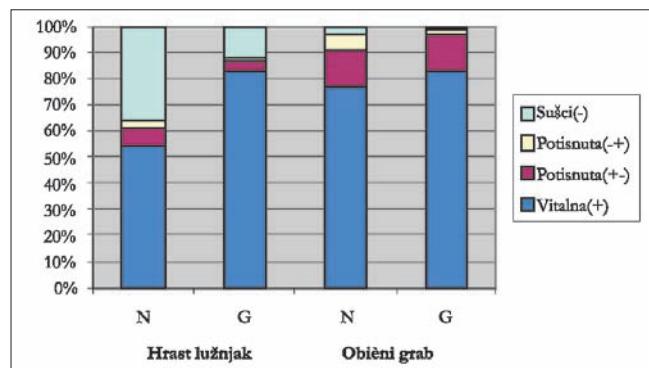
Dubravac i Krejči (2006) sukcesivno prateći prirodno odumiranje u šest godina staroj sastojini hrasta

lužnjaka i običnog graba, ustanovili su da je tijekom četrnaest godina odumrlo 69 % promatranih stabala hrasta lužnjaka. U subasocijacijskoj hrasti lužnjaka i poljskog jasena kod treće starosne skupine velik broj dominantnih stabala, i još k tome iz predrasta, utječe na smanjenje broja stabala u podstojnoj etaži, a što se uočava po izostanku polusuhih i suhih lužnjakovih stabala (slika 4). Subasocijacija hrasta lužnjaka, poljskog jasena i crne johe odlikuje se još intenzivnijim izlučivanjem glavne vrste drveća, pa tako nalazimo velik broj potisnutih još perspektivnih lužnjakovih stabala (slika 5).



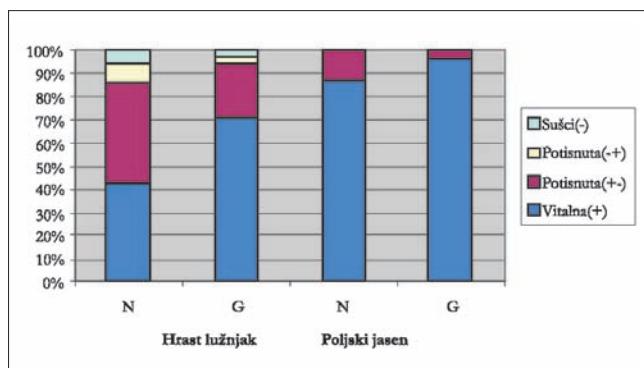
Slika 2. Subasocijacija hrasta lužnjaka i običnog graba u I. starosnoj skupini prema učešću kategorija

Picture 2 Subassociation of penduculate oak and common hornbeam in I. age group according to share categories



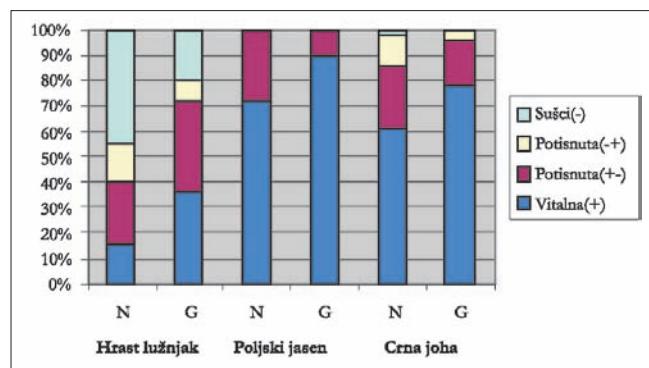
Slika 3. Subasocijacija hrasta lužnjaka i običnog graba u III. starosnoj skupini prema učešću kategorija

Picture 3 Subassociation of penduculate oak and common hornbeam in III. age group according to share categories



Slika 4. Subasocijacija hrasta lužnjaka i poljskog jasena u III. starosnoj skupini prema učešću kategorija

Picture 4 Subassociation of penduculate oak and narrow ash in III. age group according to share categories



Slika 5. Subasocijacija hrasta lužnjaka, poljskog jasena i crne johe u III. starosnoj skupini prema učešću kategorija

Picture 5 Subassociation of penduculate oak, narrow ash and black alder in III. age group according to share categories

5.1.1. Simulirana sječa – Harvest simulation

Simulirana sječa u sastojini izmjere je predviđeni zahvat čišćenja i prorede sastojine, koji u zadnjoj starosnoj skupini možemo smatrati vrlo zakašnjelim. U tablici 2. prikazani su rasponi intenziteta ukupne simulirane sječe za broj stabala, temeljnici i volumen. Uočava se različitost intenziteta ukupne simulirane sječe navedenih strukturnih elemenata za glavnu i prateće vrste. To je posljedica zahvata koji su vršeni ponajprije kod pratećih vrsta običnog graba, crne johe i poljskog jasena,

Tablica 2. Rasponi intenziteta ukupne simulirane sječe
Table 2 Range intensity of total simulation harvest

TREND KRETANJA (%) Movement trend (%)		
Strukturalni elementi Structure elements	Glavna vrsta Main species	Prateće vrste Accessory species
N	14 - 60	7 - 36
G	10 - 28	19 - 52
V	9 - 21	14 - 53

odabiranjem predrasta i onih dominantnih stabala koja ugrožavaju lužnjak. Posebna pozornost posvećena je poluskiofilnim i brzorastućim vrstama, kako bi bila dana prednost hrastu lužnjaku, ali bez istiskivanja tih

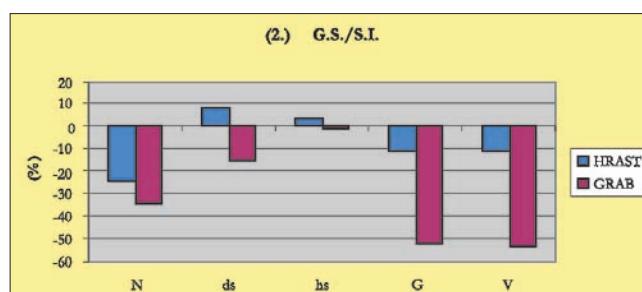
vrsta iz strukture sastojine. Stoga su klasifikacija i konkurenčija stabala rezultantno utjecale na intenzitet simulacije sječe i ukupnu simuliranu sječu.

5.2. Glavna sastojina – Main stand

Ostavljanjem tanjih stabala pratećih vrsta moguće je regulirati odnose promjera i u nešto manjoj mjeri visina u korist hrasta lužnjaka. Općenito u slučaju smetnji poput izvala i sušenja prateće vrste svojim urastom, odnosno prilivom, doprinose prirodnom oporavku staništa. Trend kretanja promjera srednjeg stabla nakon ukupne simulirane sječe ovisi ponajprije o kriteriju odabiranja stabala i procesu samoprporjeđivanja. Stoga se u glavnoj sastojini zamijećuje povećanje, smanjenje ili stagnacija promjera u odnosu na sastojinu izmjere. Kod hrasta lužnjaka uglavnom se poveća promjer srednjeg stabla, a pratećih vrsta smanji. Najmanji je utjecaj ukupne simulirane sječe na visinu srednjeg stabla zbog nastupanja kulminacije visinskog prirasta. Uočava se suprotnost u smanjenju broja stabala, temeljnica i volumena glavne i pratećih vrsta (slika 6). Razlog tomu je veći udio sušaca i suviše potisnutih stabala glavne vrste, a kod pratećih je veće učešće nekvalitetnih većeg prsnog promjera.

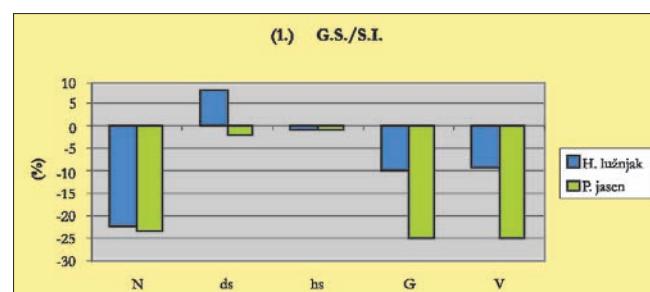
Nakon ukupne simulirane sječe dolazi do povećanja učešća temeljnica glavne vrste drveća u odnosu na sa-

stojinu izmjere. Maksimalno povećanje u subasocijaciiji hrasta lužnjaka i običnog graba ostvaruje se u drugoj starosnoj skupini, jer je u njoj najmanje smanjenje temeljnica glavne vrste drveća, a najveće sporedne. U ostale dvije subasocijacije ostvaruje se u prvoj starosnoj skupini, dijelom i zbog blago sukcesivnog povećanja udjela nekvalitetnih stabala hrasta lužnjaka (slika 7). Strukturalni elementi glavne sastojine za dvije subasocijacije uspoređeni su s izvedenim prirasno prihodnim tablicama i značajno se razlikuju u odnosu na njih. Za treću subasocijaciju s crnom johom nisu pronađeni odgovarajući podaci za usporedbu. U svim mješovitim sastojinama iznosi temeljnice i volumena značajno su veći u odnosu na izvedene prirasno prihodne tablice, kao i srednji promjer glavne vrste (slika 8). Uočava se kako odnos osnovnih strukturalnih elemenata prema izvedenim prirasno prihodnim tablicama (Cestar i Hren, 1983) rezultantno utječe na omjere temeljnica i volumena. Ukoliko je veći i broj stabala, tada ovaj niz može imati značajno međusobno povećanje, što je posebno važno za volumen kao izvedenu veličinu (slika 9).



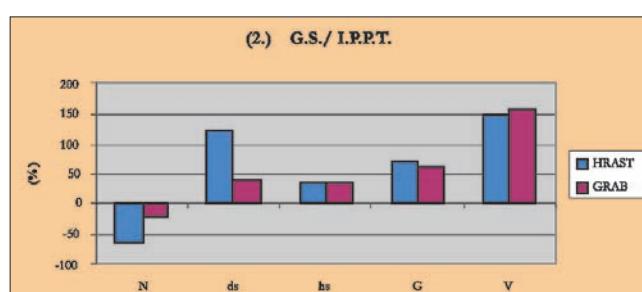
Slika 6. Utjecaj ukupne simulirane sječe u II. starosnoj skupini subasocijacije hrasta lužnjaka i običnog graba

Picture 6 Impact of total simulation harvest in II. age group subassociation of penduculate oak and common hornbeam



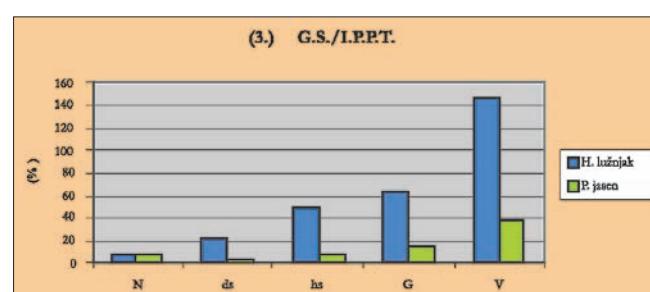
Slika 7. Utjecaj ukupne simulirane sječe u I. starosnoj skupini subasocijacije hrasta lužnjaka i poljskog jasena

Picture 7 Impact of total simulation harvest in I. age group subassociation of penduculate oak and narrow ash



Slika 8. Usporedba strukturalnih elemenata glavne sastojine hrasta lužnjaka i običnog graba u II. starosnoj skupini s izvedenom PPT

Picture 8 Comparation structure elements for main stand of penduculate oak and common hornbeam in II. age group with the inferred yield table



Slika 9. Usporedba strukturalnih elemenata glavne sastojine hrasta lužnjaka i poljskog jasena u III. starosnoj skupini s izvedenom PPT

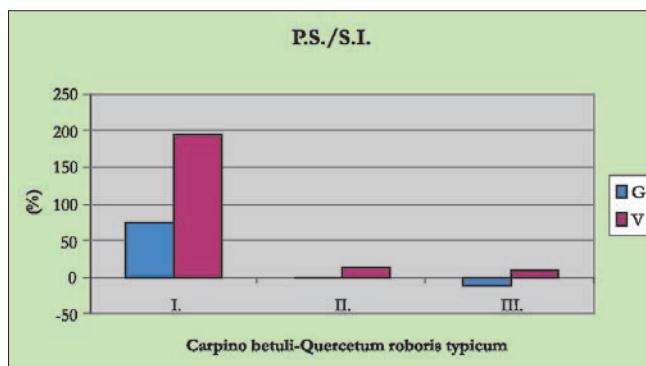
Picture 9 Comparation structure elements for main stand of penduculate oak and narrow ash in III. age group with the inferred yield table

5.3. Projicirana sastojina – Stand projection

Proiciranu sastojinu u odnosu na izmjerenu može se razmotriti prema temeljnici i volumenu. Dok sve subasocijacije u prvoj starosnoj skupini imaju povećanje temeljnica, a najveće je za onu hrasta lužnjaka i poljskog jasena (slika 10), u drugoj starosnoj skupini trend kretanja temeljnica je promjenjiv. Temeljnica se smanjila u mješovitoj sastojini hrasta lužnjaka i običnog graba za 3 %, a najviše povećala opet u mješovitoj sastojini hrasta lužnjaka i poljskog jasena za 32 % (slika 11). U trećoj starosnoj skupini u svim subasocijacijama temeljnica se smanjila, a najviše u onoj hrasta lužnjaka, poljskog jasena i crne johe za 14 % (slika 12). Kada se u sastojini ne bi obavljali uzgojni radovi, s povećanjem starosti broj potisnutih stabala i sušaca povećavao bi se na štetu vitalnih i zbog maksimalne temeljnica ubrzano nastupila tendencija značajnog smanjenja debljinskog

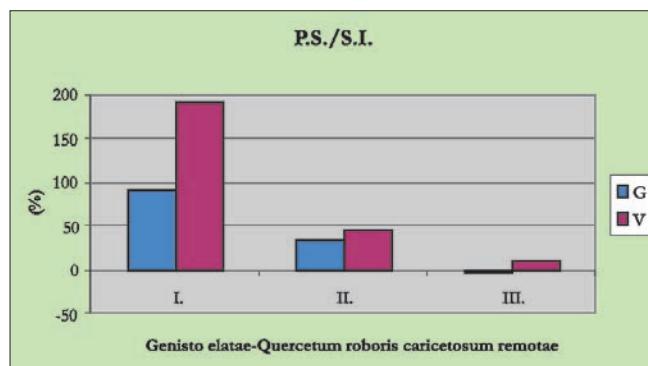
prirasta, te kroz proces prirodnog izlučivanja i samoprjeđivanja maksimalna temeljnica sastojine bi postupno opadala.

Za razliku od temeljnica, kod volumena ni u jednoj mješovitoj sastojini nije zabilježeno smanjenje na kraju projekcijskog razdoblja, zato što je prisutan i utjecaj visinskog prirasta. No, s porastom starosti može doći do stagnacije volumena. Naime, volumen odumrlih i nekvalitetnih stabala s obzirom da nisu pravovremeno provedeni uzgojni radovi, uglavnom sukcesivno raste u odnosu na prvu starosnu skupinu. Tako prva starosna skupina subasocijacije hrasta lužnjaka i običnog graba ima najveće povećanje volumena, gotovo za 200 % (slika 10), a najmanje treća starosna skupina subasocijacije hrasta lužnjaka, poljskog jasena i crne johe, gdje volumen ne raste (slika 12).



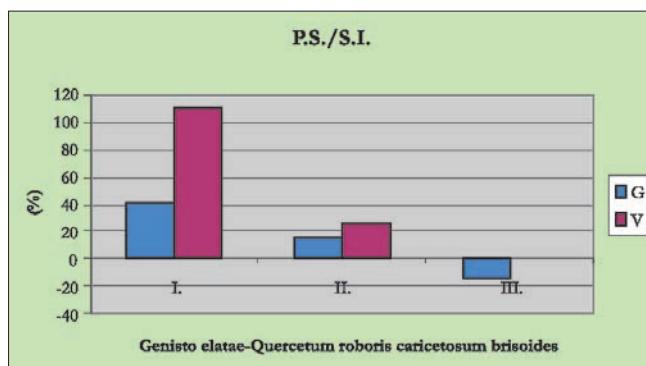
Slika 10. Odnosi temeljnice i volumena proicirane i izmjerene mješovite sastojine hrasta lužnjaka i običnog graba

Picture 10 Relations for basal area and volume between projection and mensuration mixed stand of penduculate oak and common hornbeam



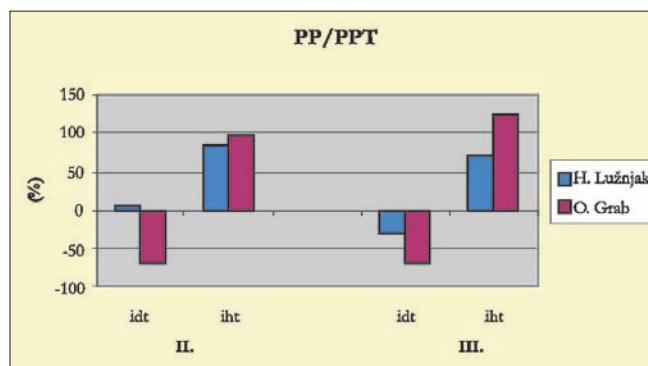
Slika 11. Odnosi temeljnice i volumena proicirane i izmjerene mješovite sastojine hrasta lužnjaka i poljskog jasena

Picture 11 Relations for basal area and volume between projection and mensuration mixed stand of penduculate oak and narrow ash



Slika 12. Odnosi temeljnice i volumena proicirane i izmjerene mješovite sastojine hrasta lužnjaka, poljskog jasena i crne johe

Picture 12 Relations for basal area and volume between projection and mensuration mixed stand of penduculate oak, narrow ash and black alder



Slika 13. Usporedba tečajnog debljinskog i visinskog prirasta mješovite sastojine hrasta lužnjaka i običnog graba s priraskno prihodnom tablicom

Picture 13 Comparation of current DBH and height increment for mixed stands of penduculate oak and common hornbeam with yield table

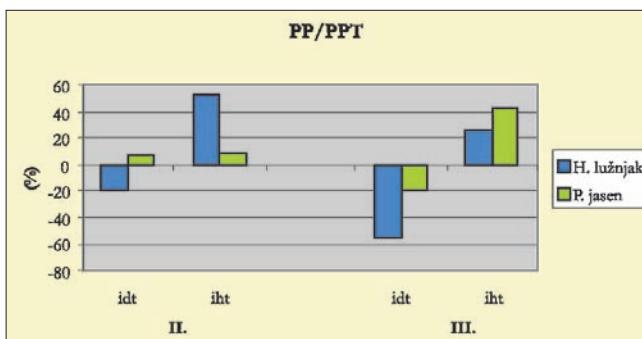
5.3.1. Projekcija razvoja strukturnih elemenata mješovitih sastojina Growth projection structure elements of mixed stands

Zbog izjednačenja podataka Mihajlovom funkcijom, model rasta srednjeg stabla daje najveće iznose u

prvoj starosnoj skupini. Prema dobivenim rezultatima na visinski i debljinski prirast utječu biološka svojstva

vrste i dinamika sastojine u smislu konkurenkcije stabala. Konkurenkcija se više odražava kroz visinski prirast zbog osvajanja stajališnog prostora za nesmetni razvoj krošnje. Kao posljedica veće konkurenkcije pratećih vrsta u subasocijaciji s crnom johom visinski prirast glavne vrste za nijansu je veći ($0,64-0,63$ m/god), a debljinski manji ($0,42-0,46$ m/god) u odnosu na subasocijaciju s poljskim jasenom.

Rezultati za hrast lužnjak u I. starosnoj skupini pokazuju da ima najveći tečajni debljinski prirast u subasocijaciji s običnim grabom ($0,76$ cm/god) u odnosu na preostale dvije u kojima je značajno manji i međusobno podjednak ($0,58-0,52$ cm/god). Ovaj trend se sucesivno nastavlja. Na ovu razliku može dijelom utjecati i veće učešće potisnutih perspektivnih stabala hrasta lužnjaka u subasocijacijama vlažnijeg tipa. Naime, stabla hrasta lužnjaka koja osiguraju položaj u dominantnoj etaži, vrlo brzo u odnosu na obični grab ostvaruju visinsku prednost i dalje se nesmetano razvijaju. Stoga je i visinski prirast hrasta lužnjaka najveći u ovoj subasocijaciji ($0,85-0,75-0,58$ m/god). Od vrsta drveća prema rezultatima najmanji debljinski prirast ima obični grab, zatim slijedi crna joha, hrast lužnjak, te poljski jasen. Tečajni debljinski prirast poljskog jasena je podjednak u obje subasocijacije.



Slika 14. Usporedba tečajnog debljinskog i visinskog prirasta mješovite sastojine hrasta lužnjaka, poljskog jasena s prirasno prihodnom tablicom

Picture 14 Comparation of current DBH and height increment for mixed stands of penduculate oak and narrow ash with yield table

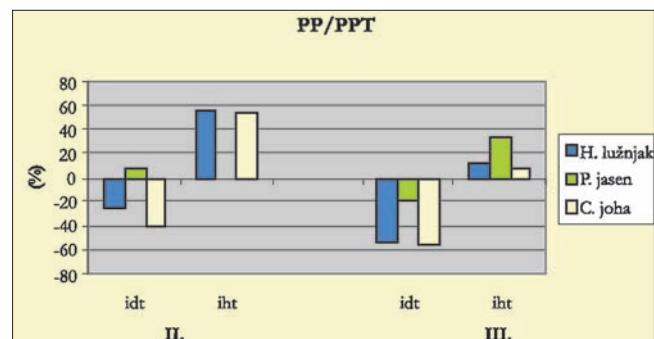
Producijnski tečajni volumni prirast je povećanje volumena glavne sastojine do sljedeće sječe (slika 16). Producijnski tečajni volumni prirast ponajprije ovisi o strukturalnim elementima srednjeg stabla te s obzirom na izraženu vertikalnu strukturu mješovite sastojine o broju stabala i davanju prednosti glavnoj vrsti drveća za nesmetani razvoj. Naime, uz isti debljinski i visinski prirast, manja srednja kubna stabla imaju veće povećanje

Slika 16. Usporedba ukupne sječe i petogodišnje projekcije volumena u subasocijaciji hrasta lužnjaka i običnog graba u odnosu na prirasno prihodnu tablicu

Picture 16 Comparation of total harvest and a five years projection volume growth for mixed stands of penduculate oak and common hornbeam with yield table

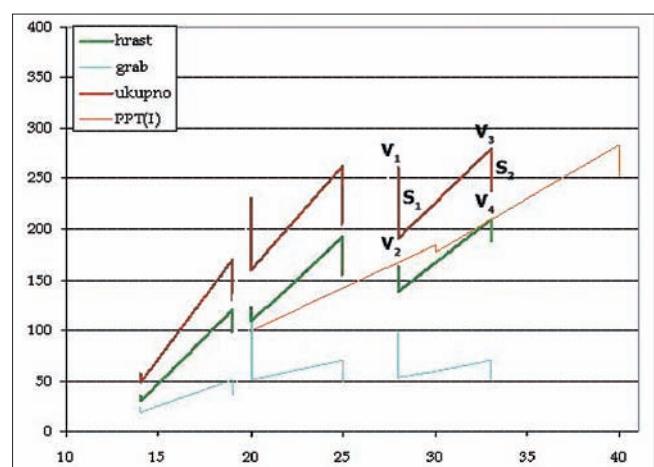
Za razliku od debljinskog u vremenu nastupanja kulminacije visinski prirast srednjih stabala je teže istraživati, jer su međusobne razlike visina znato manje nego za prsnii promjer. Stoga su interesantnije razlike visinskog prirasta prema subasocijacijama. Tako je visinski prirast hrasta lužnjaka u subasocijaciji s poljskim jasenom podjednak onom običnog graba ($0,63-0,65$ m/god). Kod svih vrsta drveća u odnosu na prirasno prihodne tablice (Špiranec 1975; Cestar i Hren 1983; Bezak 1989 prema Meštrović 1995) visinski prirast je uglavnom veći, a debljinski manji (slike 13-15).

Tečajni volumni prirast je razmatran kao akumulirani i producijski. Akumulirani je razlika volumena glavne sastojine na kraju i početku razdoblja. Stoga je akumulirani tečajni volumni prirast pod jakim utjecajem sječe, te može biti pozitivan, negativan ili jednak nuli. Kod hrasta lužnjaka kao glavne vrste akumulira se pozitivan iznos, dok sporedne vrste mogu imati i negativne. Negativni akumulirani tečajni volumni prirast ima obični grab u drugoj ($-0,24 \text{ m}^3/\text{ha god}$) i trećoj starosnoj skupini ($-0,72 \text{ m}^3/\text{ha god}$), a crna joha u trećoj starosnoj skupini ($-1,20 \text{ m}^3/\text{ha god}$). Na taj način u mješovitoj sastojini povećavamo udio glavne vrste drveća u odnosu na sporedne.



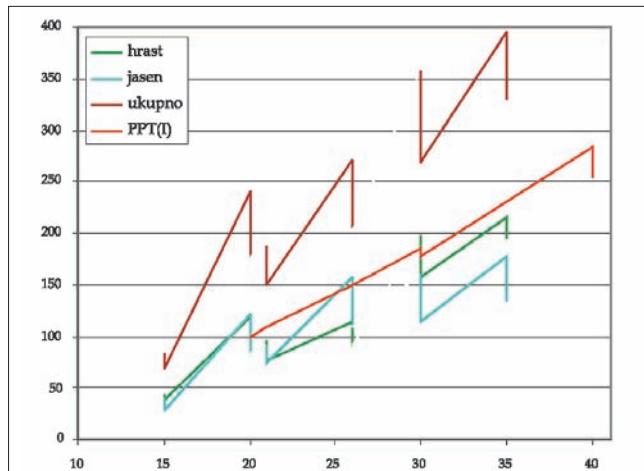
Slika 15. Usporedba tečajnog debljinskog i visinskog prirasta mješovite sastojine hrasta lužnjaka, poljskog jasena i crne jove s prirasno prihodnom tablicom

Picture 15 Comparation of current DBH and height increment for mixed stands of penduculate oak, narrow ash and black alder with yield table



volumena, ali ostvaruju manji tečajni volumni prirast. Za mješovitu sastojinu hrasta lužnjaka i običnog graba prikazana je razlika u prirastu temeljnice srednjeg stabla (tablica 3) glavne vrste u usporedbi s prirasno prihodnom tablicom (Špiraneč, 1975).

Iznosi produkcijskog tečajnog volumnog prirasta u istraživanim mješovitim sastojinama značajno su veći u odnosu na prirasno prihodnu tablicu (Špiraneč, 1975). U drugoj starosnoj skupini subasocijacije hrasta lužnjaka i poljskog jasena čak za 182 % (slika 17). Ova subasocijacija ima najveći produkcijski tečajni volumni prirast, jer se odlikuje vrlo visokim iznosom debljinskog i visinskog prirasta prateće vrste, kao i relativno manjim potiskivanjem glavne vrste u dominantnoj etaži. Najmanji u prve dvije starosne skupine ima subasocijacija hrasta lužnjaka i običnog graba, djelom zbog malog debljinskog prirasta prateće vrste, te ukupne simulirane sječe (slika 16). Apsolutno najmanji



Slika 17. Usporedba ukupne sječe i petogodišnje projekcije volumena u subasocijaciji hrasta lužnjaka i poljskog jasena u odnosu na prirasno prihodnu tablicu

Picture 17 Comparation of total harvest and a five years projection of volume growth for mixed stands of penduculate oak and narrow ash with yield table

6. ZAKLJUČCI – Conclusions

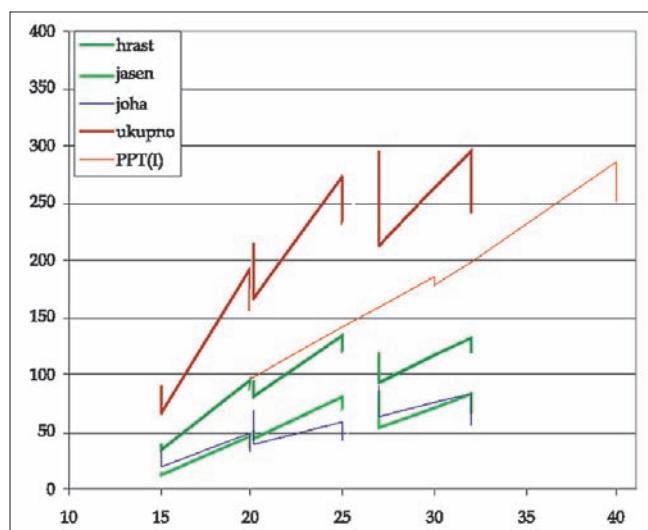
Na osnovi dobivenih rezultata i rasprave moguće je izvesti sljedeće zaključke:

1. Izmjerom i prikupljanjem podataka na primjernim plohamama u skladu s načelima gap-dinamike koja prekriva sastojine različitih dobi i stanja sukcesije, osigurana je podloga za proučavanje razvoja strukturalnih elemenata i odvijanja dinamičnih procesa u mješovitim sastojinama hrasta lužnjaka u I. i II. dobnom razredu, a što bi se osiguralo i opetovanim izmjerama kontrolnom metodom.
2. U mješovitim sastojinama ne postoji konačni razvojni stadij, kao trajni, nepromjenjivi oblik, jer ponavljanje u prirodi traje oduvijek, to je jedini stalni oblik, kroz kojeg priroda traži najprihvatljivije putove sukcesije.

Tablica 3. Razlike u prirastu srednje plošnog stabla
Table 3 Diferences of mean basal area tree increment

HRAST LUŽNJAK			
Penduculate oak			
plots/yield table (%)			
Starost	ds	idt	G
Age	dbh	idt	BA
20	+137		
25		+5	+117

produkcijski tečajni volumni prirast ima subasocijaciju hrasta lužnjaka, poljskog jasena i crne johe u trećoj starosnoj skupini (slika 18). U njoj je glavna vrsta još izraženije potisnuta od pratećih, zatim zbog relativno malog debljinskog prirista crne johe i ukupne simulirane sječe.



Slika 18. Usporedba ukupne sječe i petogodišnje projekcije volumena u subasocijaciji hrasta lužnjaka, poljskog jasena i crne johe u odnosu na prirasno prihodnu tablicu

Picture 18 Comparation of total harvest and a five years projection of volume growth for mixed stands of penduculate oak, narrow ash and black alder with yield table

- sena, te subasocijaciji hrasta lužnjaka, poljskog jasena i crne johe u prvoj starosnoj skupini, jer poljski jasen i crna joha predstavljaju veću konkurenčiju hrastu lužnjaku u gornjoj etaži od običnog graba.
5. U svim trima istraživanim subasocijacijama s gledišta vitalnosti stabala procesi prirodnog izlucivanja, odnosno samopropredavanja, odvijaju se ponajprije na štetu stabala hrasta lužnjaka. Procesima samopropredavanja pogoduje i vrlo visoka temeljnica na primjernim plohama.
 6. Dobiveni rezultati o prirastu na osnovi modela rasta opseg i visina pokazuju da se zahvatima može regulirati promjer, a u manjoj mjeri i visina što je posebno važno za odnose rasta glavne i pratećih vrsta drveća u mješovitim sastojinama.
 7. Konkurenčija stabala glavne sastojine u smislu osvajanja stajališnog prostora za nesmetani razvoj krošnje najviše se manifestira kroz visinski prirast. Kod svih vrsta drveća u istraživanim mješovitim sastoj-

nama visinski prirast je uglavnom veći, a debljinski manji u odnosu na prirasno – prihodne tablice.

8. U rezultatima se pokazalo da izostankom šumsko-uzgojnih zahvata uslijed samopropredavanja i prirodnog izlucivanja dolazi do gubitka prirasta sušenjem, odumiranjem stabala i manjom akumulacijom prirasta na kvalitetnim stablima.
9. Mješovite sastojine hrasta lužnjaka produktivnije su od čistih, odnosno onih sa zanemarivom količinom pratećih vrsta. Dok u čistim sastojinama podstojna etaža nestaje vrlo rano, a s nuzgrednom se to događa u manjoj mjeri nešto kasnije, u mješovitim sastojinama moguće je osigurati optimalan raspored stabala u svim etažama, a time i veću produktivnost.
10. U mješovitim sastojinama postoji mogućnost supstitucije stabala iz nižih u više etaže, kao i urasta, što povoljno utječe na strukturu sastojine, te je stoga zamjetan manji utjecaj sječe i smetnji (sušenje, vjetroizvale) nego u čistim sastojinama.

7. LITERATURA – References

- Cestar, D., V. Hren, 1983: Sastojinski oblici i proizvodne mogućnosti područja šum. Gosp. "Mojica Birta" Bjelovar, Ekološko – gospodarski tipovi šuma, Šumarski institut Jastrebarsko, 5: 161 pp.
- Dubravac, T., V. Krejčí, 2006: Prirodna obnova šuma hrasta lužnjaka vlažnoga tipa narušenih stojbinskih uvjeta u Pokupskom bazenu. Radovi Šumar. inst. 9., izvanredno izdanje: 25–35. Jastrebarsko.
- Franklin, J. F., 1981: Ecological characteristics of old – growth Douglas – fir forests. USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. PNW – 118. Pac. Northwest For. Range Exp. Sta., Portland, Oregon, 48 p.
- Meštović, Š., G. Fabijanić, 1995: Priručnik za uređivanje šuma, Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva / "Hrvatske šume", Zagreb. 381 p.
- Porté, A., H. H. Bartelink, 2002: Modelling mixed forest growth: a review of models for forest management, ecological Modelling, Vol. 150, 141 – 188.
- Schmidlow, F. K., A. C. S., Machtans, S. J. Hannon, 1997: An boreal birds resilient to forest fragmentation? An experimental study of short – term community responses. Ecology 78: 1914–1932.
- Špiranec, M., 1975: Prirasno prihodne tablice. Radovi, Šumarski institut Jastrebarsko, 25: 103.p.

SUMMARY: Most yield tables are constructed for pure stands. From them can be exported yield tables for mixed stands. In them, due to a simple calculated construction, refers among tree species according to the number of trees, height and diameter of the mean tree, often do not represent realistic relationships in mixed stands. For modelling growth and yield, it is important to understand biodiversity, dynamics mixed stands and growth models. The growth model of a stand is an abstraction of a natural dynamics in forest stands, and it can be simple or complex, according to its construction. Among complex models for modelling dynamics of mixed stands the most appropriate are gap models.

In unmanaged mixed stands of three subassociations within three age groups (12–15; 19–22; 27–30 yrs.), the sample plots (table 1) were used for measurement and evaluating the vitality of each tree as a consequence of competition for light among tree crowns. Based on consideration of the vertical structure, diameter and crown luminance, the subassociation of pendunculate oak and common hornbeam has the greatest share of vital trees of the main species (picture 2). With age increasing in all subassociations, growing the share of too suppressed (+) and dry trees (-) of pendunculate oak, but expressed in basal area, their share is less (picture 3). In the subassociation of pendunculate oak and narrow ash within the third age group, a great number of dominant and some predominant trees, influences the reduce in number of trees in lower layer, which is recognised by the omission of semidry and dry trees of secondary species (picture 4). The subassocia-

tion of pendunculate oak, narrow ash and black alder distinguishes itself by even more intense extraction of the main tree species, so there are a great number of suppressed yet perspective (+-) and dry (-) pendunculate oak trees (picture 5). After simulated harvest, the growth of mean tree was projected according to the tree species. Simultaneously with the vitality evaluation, the competition among neighbouring dominant trees was being determined, and the influence on lower perspective trees, primarily of the main species, was evaluated. The simulated harvest gave the advantage to pendunculate oak and the predominant and dominant trees of the secondary species were mainly removed. The structure of the stand did not involve dry (-) and too suppressed trees (-+), which, with the previously mentioned, gives the total simulated harvest (picture 6 and 7). This was the way the main stand was gained. A growth projections of the mean tree was performed for the main stand according to the tree species, and the structural elements were determined in this way after five years. The growth projection for a single subassociation was gained from samples of circumference and tree heights after total simulated harvest that could more represented the regularly managed stands.

The height growth models during a period of time, for each of the three researched subassociations, are gained by equalizing of tree heights samples according to the modified Mihajlov function (formula 1) in application programme Statistica 6.0. The same way were obtained circumference growth models. A portion of the explained variability (R^2) is the largest in height growth models after total simulated harvest, and it is considerably lower in circumference growth models before the simulated harvest. Variability (S.D.) increases with the age increase, and there is a greater circumference variability in relation to the heights.

The current diameter and height increment of the pendunculate oak is the biggest in subassociation with common hornbeam, while it is considerably lower and roughly equal in correlation within the remaining subassociations. The competition of the main stand trees is mostly manifested through the height increment in purpose of conquering the local area for undisturbed crown development. For all tree species in research stands, the height increment is mainly bigger, while the diameter increment is lower in relation to the yield table (picture 13–15).

The basal areas and volume projections of researched mixed stands for the three age groups after the simulated harvest are considerably different in relation to the mensuration stand (picture 10–12). The differences in relation to the mensuration stand appear due to equalization of data by Mihajlov's growth function, because the biggest amount of the diameter and height growth are realised within the first age group. Then, the volume of died and unqualitative trees, since they were not adequately and in time cut, increases mainly successively in relation to the first age group (table 2).

Different volume projections reflect on the current volume increment, which is considered as accumulated $iVt(a)$ and productive $iVt(p)$. The accumulated current volume increment is the volume difference of the main stand at the end and at the beginning of the period (picture 16). The accumulated increment is under a strong influence of harvest, and it can be positive, negative or equal to zero. For pendunculate oak as the main species, a positive amount accumulates, while secondary species can also have negative amounts of the accumulated increment. The production current volume increment is an volume increase of the main stand until the next harvest. The productive increment depends mainly on structural elements of the mean tree and regards to prominent vertical structure of the mixed stand, on the number of trees and on giving the advantage to the main tree species for the undisturbed development. The productive current volume increment for all mixed stands is considerably bigger in relation to the yield tables (Špiranec, 1975), and in the second age group, the subassociations of the pendunculate oak and narrow ash are even bigger by 182 % (picture 17). This points to a very high development potential of young unmanaged mixed stands, which decreases with an increase in age as a consequence of mortality, falling off increments and harvest. There is a question of how to preserve the developmental potential in mixed stands. Silviculture interventions should be done in time in order to enable trees substitutions from lower to higher layers and, on the basis of a spatial structure, an optimal diameter and height increment for the trees of the main stand.

ŠUME BUKVE S TRSTOLIKOM MILAVOM – As. *Calamagrosti arundinaceae-Fagetum* (Ht. 1950) Cerovečki ass. nov. NA PLANINAMA ZAPADNE HRVATSKE

BEECH FORESTS AND MILAVA – As. *Calamagrosti arundinaceae-Fagetum* (Ht. 1950)
Cerovečki ass. nov. OF THE MOUNTAIN OF WEST CROATIA

Zdravko CEROVEČKI*

SAŽETAK: Na graničnom području kopnenih i primorskih bukovih šuma, razvijaju se u smislu I. Horvata (1962) šume bukve s travom milavom (*Calamagrostis arundinacea*) koje smo opisali kao as. *Calamagrosti arundinaceae-Fagetum* (Ht. 1950) Cerovečki. ass. nov. Asocijacija je razlučena na dvije subasocijacije, termofilnu *caricetosum albae* i mezofilnu *abietosum albae*. Subasocijacija s bijelim šašem obuhvaća čiste bukove šume, koje na Obruču nalazimo u fizionomskom pogledu kao dva različita tipa. Jednom pripadaju normalno razvijene visoko vrijedne gospodarske šume, koje obrašćuju znatne površine istraživanog područja, te šume bukve kržljavog izgleda, ograničene na produženu zaravan podno litice sjeveroistočno od najvišeg vrha Obruča. Potonji tip razvio se prema našem mišljenju utjecajem osebujnih klimatskih prilika i karakterističnom orografijom masiva. Općenito uzevši područje Obruča, Paklena, Crnog vrha i Sljemena osebujno je s obzirom na klimatske pojave i fitogeografsku pripadnost. Šume bukve i trstolike milave nastanjuju na spomenutom području umjereno nagnute padine i zaravni povrh rendzina na vapnencu ili srednje dubokih i dubokih tala između blokova stijena.

Šume as. *Calamagrosti arundinaceae-Fagetum* podredili smo svezi Aremonio-Fagion, redu *Fagetalia sylvaticae* i razredu *Querco-Fagetea*.

Ključne riječi: Vegetacija Hrvatske, bukove šume, as. *Calamagrosti arundinaceae-Fagetum*.

UVOD – Introduction

Obična bukva (*Fagus sylvatica*) na području zapadne Hrvatske zauzima velike šumske komplekse, te je u šumsko-gospodarskom smislu jedna od najvažnijih vrsta drveća. Ima najveću ekološku amplitudu od svih naših šumskih vrsta. Nalazimo ju u vertikalnom smislu od granice primorskih termofilnih šuma do gornje granice šumske vegetacije najviših vrhova dinarskih planina. Na tom prostoru stvara veći broj asocijacija. Znatan broj zajednica još nije detaljnije proučen, a neke su poznate samo na razini imena kao npr. šuma bukve i trstolike milave.

Najstarija istraživanja bukovih i bukovo-jelovih šuma zapadne Hrvatske potječu od I. Horvata (1950, 1951, 1962, 1963) te I. Horvata i dr. (1974).

Kao što je poznato I. Horvat (1962) raščlanio je bukove šume dinarskog područja Hrvatske (*Fagetum croaticum australe* Ht. 1938) u vertikalnom smislu u četiri skupa:

- a. Skup primorske bukove šume – As. *Fagetum croaticum seslerietosum autumnalis* (Ht. 1950)
- b. Skup bukovih i bukovo jelovih šuma s milavom – As. *Fagetum croaticum calamagrostetosum* (Ht. 1950)
- c. Skup bukovo-jelovih šuma – As. *Fagetum croaticum abietosum* (Ht. 1938)
- d. Skup subalpskih šuma bukve – As. *Fagetum croaticum subalpinum* (Ht. 1938)

Bukove i bukovo jelove šume s travom milavom (As. *Fagetum croaticum calamagrostetosum* Ht. 1950), I. Horvat prvi puta spominje god. 1962, te navodi, da

* Zdravko Cerovečki, dipl. ing. šum., Zrinskog i Frankopana 18,
49000 Krapina, E-mail: unadrv@yahoo.com

se razvijaju kao poseban pojas između primorske šume bukve i šume bukve i jеле kopnenog područja (usp. I. Horvat 1962:122). Na istome mjestu ističe da u sloju prizemnog rašća dominiraju vrste *Calamagrostis arundinacea*, *Carex alba*, *Platanthera bifolia* i dr. Šume bukve i trstolike milave spominje ponovno I. Horvat (1963:575), međutim bez opisa asocijacije i prikaza florističkog sastava.

MATERIJAL I METODE – Material and methods

Floristički sastav as. *Calamagrosti arundinaceae-Fagetum* prikazan u tablici 1 sastavljen je na temelju 10 fitocenoloških snimaka koje potječu iz sljedećih lokaliteta:

1. Obruč, ispod okomite stijene najvišeg vrha na zavrnvi iznad vrtače (kržljava bukva).
2. Obruč, sjeveroistočno od snimke broj 1 (kržljava bukva).
3. Obruč, sjeveroistočna padina najvišeg vrha (kržljava bukva).
4. Obruč, istočna padina najvišeg vrha (kržljava bukva).
5. Obruč, istočno od najvišeg vrha, iznad šume subalpske smreke.
6. Obruč, jugoistočna padina vrtače smještene istočno od najvišeg vrha.
7. Obruč, južna padina pri dnu iste vrtače kao pod 6 okružena subalpskom smrekom.

Asocijaciju *Calamagrosti arundinaceae-Fagetum* razlučili smo u dvije subasocijacije, termofilnu *cari-cetosum albae* subass. nova i mezofilnu *abietetosum* subass. nova, koje se osim u florističkom sastavu razlikuju u sindinamskom povezivanju primorskih bukovih šuma s kopnenim.

8. Crni vrh, blaga uvala ispod vrha okružena jelom na blokovima.
9. Pakleni, između Obruča i Fratra
10. Sljeme – južna padina vrha Sljeme.

Fitocenološke snimke napravljene su sukladno pravilima florističke fitocenološke škole Zürich-Montpellier, a procjena pokrovnosti i socijalnosti taksona prema kombiniranoj skali J. Braun - Blaquet 1964. Za pojedine vrste biljaka zatim smo izračunali pokrovne vrijednosti i frekvenciju koju smo prikazali u postocima.

Vrste u tablici 1 raspoređene su na svojstvenu vrstu asocijacije, diferencijalne vrste subasocijacija, a prema sintaksonomskoj pripadnosti na svojstvene vrste sveze *Aremonio-Fagion*, svojstvene vrste reda Fagetalia i razreda Querco-Fagetea, te pratilece u koje smo rasporedili elemente razreda Erico-Pinetea i Vaccinio-Piceetea te ostale pratilece.

Tablica 1 – Table 1 As. *Calamagrosti arundinaceae-Fagetum* (Ht. 1950) Cerovečki ass. nova

Broj snimke (Record numer)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Prezentnost u % (Presence degree)	Pokrovne vrijednosti (Coverage value)
Nadmorska visina (Height above sea level)	1300	1230	1250	1310	1230	1180	1170	1280	990	1230		
Ekspozicija (Exposition)	E	W	NE	E	E	SE	S	N	SE	S		
Inklinacija (Inclination)	32	35	25	25	30	40	35	25	35	40		
Sklop (Canopy)	0,75	0,8	0,70	0,80	0,8	0,70	0,80	0,8	0,8	0,9		
Veličina snimke (Record size)	900	900	900	1200	1200	600	900	900	1200	900		
Subasocijacija (Subassociation)	<i>caricetosum albae</i>								<i>abietetosum</i>			
Svojstvena vrsta asocijacije: (Association character species):	*											
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	+.3	+	2.4	+.3	2.4	2.4	2.4	+	1.3	2.4	100	929
Diferencijalne vrste subasocijacija: (Subassociation differential species):												
C <i>Carex alba</i>	1.3	+.2	1.3	2.4	1.3	2.4	1.3	.	.	.	70	551
<i>Clematis alpina</i>	+.3	2.4	1.3	+.3	1.3	+	+	.	.	.	70	279
<i>Majanthemum bifolium</i>	+	+	1.3	+.3	1.3	+.3	+.3	.	.	.	70	102
A <i>Abies alba</i>	1.1	2.1	1.1	30	275
C <i>Abies alba</i>	+	.	10	1
B <i>Lonicera alpigena</i>	.	+	+	+.3	1.3	+.3	50	54
C <i>Dryopteris filix mas</i>	+	+	+	30	3
Svojstvene vrste sveze (Alliance character species):												
<i>Aremonio-Fagion</i> :												
C <i>Cyclamen purpurascens</i>	+.3	+.3	+.3	+.3	1.3	+.3	+.3	+.3	+.3	+	100	59
<i>Cardamine enneaphyllos</i>	2.3	+	+.3	.	+.3	.	+	+	2.4	2.4	80	352
<i>Homogyne sylvestris</i>	+	+.3	+.3	+.3	+.3	.	+	.	.	.	60	6

<i>Cardamine trifolia</i>	+.3	+.3	+.3	+.3	40	4	
<i>Calamintha grandiflora</i>	+.3	.	+	.	20	2	
<i>Hacquetia epipactis</i>	.	.	.	+	.	2.4	20	176	
<i>Arenaria agrimonoides</i>	+	+	.	20	2	
<i>Salvia glutinosa</i>	+	.	.	10	1	
Svojstvene vrste reda (Order character species) <i>Fagetalia sylvaticae</i> i razreda and class)														
<i>Querco-Fagetea:</i>														
A <i>Fagus sylvatica</i>	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	4.5	4.5	4.5	100	8000		
B <i>Fagus sylvatica</i>	+	+	.	+.3	.	+	+.3	+.3	+.3	+.3	80	8		
C <i>Fagus sylvatica</i>	+	+.3	+.3	.	.	.	30	3		
A <i>Acer pseudoplatanus</i>	1.1	1.1	1.1	30	150		
B <i>Acer pseudoplatanus</i>	1.3	.	10	50		
C <i>Acer pseudoplatanus</i>	+.3	.	+	+.3	+.3	40	4		
B <i>Sorbus aria</i>	+.3	.	+	20	2		
C <i>Sorbus aria</i>	+	.	.	.	10	1		
B <i>Fraxinus excelsior</i>	+	.	10	1		
C <i>Fraxinus excelsior</i>	+	.	10	1		
B <i>Daphne mezereum</i>	+.3	+.3	+.3	+.3	+.3	+.3	+.3	.	+.3	+	90	9		
<i>Laburnum alpinum</i>	+.3	+.3	+	30	3		
<i>Lonicera xylosteum</i>	+.2	+.3	20	2		
<i>Sambucus nigra</i>	+	.	10	1		
C <i>Anemone nemorosa</i>	1.3	1.3	1.3	1.3	+.3	+	+.3	1.3	+	+.3	100	255		
<i>Prenanthes purpurea</i>	+.3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	100	10		
<i>Melica nutans</i>	1.3	1.3	1.3	2.4	1.3	1.3	1.3	1.3	2.4	.	90	700		
<i>Phyteuma spicatum</i>	+.3	+.3	+	+	+.3	+.3	.	+	+	+.3	90	9		
<i>Mycelis muralis</i>	+	+.3	.	+	+	+	+	+.3	+	.	80	8		
<i>Valeriana tripteris</i>	+	1.3	+.3	+.3	.	+.3	+.3	+.3	+	.	80	57		
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	+	+	.	+.3	+.3	+	+	+	+	+.3	.	80	8	
<i>Mercurialis perennis</i>	2.4	2.4	1.3	1.3	.	+.3	2.4	.	1.3	2.4	80	851		
<i>Gentiana asclepiadea</i>	+	+	.	+	.	.	+.3	+	+	.	60	6		
<i>Hepatica nobilis</i>	.	1.3	.	+.3	+.3	+	+.3	.	.	.	50	54		
<i>Lathyrus vernus</i>	.	+.3	.	+	+	.	.	+	.	+	50	5		
<i>Senecio nemorensis</i>	+	+	+.3	2.4	40	178		
<i>Adenostyles glabra</i>	+.3	+.3	+.3	.	1.3	40	53		
<i>Galium sylvaticum</i>	.	.	+.3	.	+	+.3	+	.	.	.	40	4		
<i>Lamiastrum luteum</i>	.	.	.	+	.	.	+.3	.	+	.	30	3		
<i>Ranunculus platanifolius</i>	+	+	+	.	.	30	3		
<i>Geranium robertianum</i>	.	+	+	20	2		
<i>Actaea spicata</i>	+	.	+	20	2		
<i>Aquilegia vulgaris</i>	+.3	10	1		
<i>Laserpitium latifolium</i>	+.3	10	1		
<i>Paris quadrifolia</i>	+	.	.	.	10	1		
<i>Festuca sylvatica</i>	.	+.2	10	1		
<i>Hypericum hirsutum</i>	+	10	1		
<i>Dentaria bulbifera</i>	+.3	.	10	1		
<i>Doronicum austriacum</i>	+	10	1		
<i>Saxifraga rotundifolia</i>	+	.	.	10	1		
Pratilice (Companion species):														
I Elementi razreda (Class elements)														
<i>Erico-Pinetea:</i>														
B <i>Rubus saxatilis</i>	.	.	+.3	10	1		
C <i>Cirsium erisyphe</i>	1.3	+	1.3	+.3	+.3	1.3	+.3	+	1.3	.	90	205		
<i>Thalictrum aquilegifolium</i>	.	+.3	.	.	+	+.3	+.3	.	.	.	40	4		
<i>Polygonatum verticillatum</i>	+	.	+.3	.	.	+	30	3		
<i>Phyteuma orbiculare</i>	+	+	.	20	2		
<i>Peucedanum oreoselinum</i>	+	10	1		
<i>Buphthalmum salicifolium</i>	+	10	1		

<i>Anthericum ramosum</i>	+	10	1
<i>Galium lucidum</i>	+	10	1
II Elementi razreda (<i>Class elements</i>)													
Vaccinio-Piceetea:													
B <i>Rosa pimpinellifolia</i>	.	.	1.3	+.3	1.3	.	.	2.4	2.4	+.3	60	457	
<i>Rosa pendulina</i>	+.3	+.3	.	.	.	+	+.3	.	.	.	40	4	
<i>Picea abies</i>	+	.	.	.	10	1	
<i>Sorbus aucuparia</i>	.	+	+	.	20	2	
C <i>Veronica urticifolia</i>	+	.	+	.	.	+.3	+	+.3	.	.	50	5	
<i>Oxalis acetosella</i>	.	+	+.3	+	+	40	4	
<i>Festuca heterophylla</i>	+.2	10	1	
<i>Solidago virga aurea</i>	+	10	1	
<i>Vaccinium myrtillus</i>	.	.	1.3	10	50	
<i>Luzula sylvatica</i>	+	.	.	10	1	
Ostale (<i>Others</i>):													
B <i>Ribes petraeum</i>	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	20	2	
<i>Rubus idaeus</i>	+.3	.	10	1	
C <i>Veratrum album</i>	.	+	1.3	+	+.3	.	1.3	.	.	.	50	103	
<i>Aconitum ranunculifolium</i>	.	+	+.3	.	.	1.3	+.3	.	.	.	40	53	
<i>Aconitum vulparia</i>	+	10	1	
<i>Cimbalaria muralis</i>	+	10	1	
<i>Allium ochroleucum</i>	+	10	1	
<i>Campanula inconcensa</i>	.	.	.	+	10	1	
<i>Thesium bavarum</i>	+	10	1	
<i>Fragaria vesca</i>	+	.	.	.	10	1	
<i>Moehringia muscosa</i>	+	.	10	1	

* Holosyntypus

A / drveće (*tres*); B / grmlje (*shrubs*); C / zeljaste biljke (*herbs*)

ANALIZA FLORISTIČKOG SASTAVA – Analysis of the floristic composition

U prikazanim fitocenološkim snimkama u tablici 1, na temelju kojih je opisana as. *Calamagrosti arundinaceae-Fagetum*, zabilježena je ukupno 81 vrsta. Najmanje vrsta zabilježili smo u snimci br. 10, ukupno 23, a najviše u snimci br. 7, ukupno 37 vrsta. Prosječno po jednoj fitocenološkoj snimci imamo 29,2 vrste, od čega se 24 vrste nalaze u više od 50 % snimaka.

Svojstvena vrsta asocijacije *Calamagrastis arundinacea*, nešto slabije je nazočna samo u snimkama br. 3 i 8, dok je u ostalima dobro zastupljena. Osim što je značajna u diagnostičkom smislu, trava milava je s pokrovnom vrijednošću 929 i značajan edifikator u sloju niskog rašča.

Diferencijalne vrste subas. s bijelim šašom dijelom su elementi bazofilnih borovih šuma kao *Carex alba*, a dijelom acidofilnih bjelogoričnih i crnogoričnih šuma kao *Majanthemum bifolium*. Spomenute vrste u subasocijaciju ulaze iz okolnih borovih i smrekovih šuma s kojima graniči naša subasocijacija.

Diferencijalne vrste subas. *abietetosum* svojstvene su vrste bukovih šuma reda *Fagetalia sylvaticae*. Jela u našoj subasocijaciji postiže zapadnu granicu areala prema mediteransko-montanom pojusu jadranske provincije, a u sociološkom smislu nazočna je pojedinačno. Muška paprat (*Dryopteris filix-mas*) je vrsta polu-sjene i pokazatelj svežijih tala.

Svojstvene vrste sveze *Aremonio-Fagion* nazočnošću su uglavnom jednoliko zastupljene u obje subasocijacijske, a bolje od ostalih ističu se *Cyclamen purpurascens*, *Cardamine enneaphyllos* i *Homogyne sylvestris*. Opaža se da je *Cardamine trifolia* sklonija subasocijaciji s jelom.

Svojstvene vrste reda *Fagetalia sylvaticae* i razreda *Querco-Fagetea* glavni su edifikatori ove asocijacije u sva tri sloja. Dominantna vrsta u sloju drveća je obična bukva, a uz nju u subasocijaciji *abietetosum* uz jelu nalazimo još gorski javor. U sloju grmlja se uz običnu bukvu u subass. *caricetosum albae* dobro ističu *Daphne mezereum*, a znatno slabije u subas. *abietetosum albe* zastupljena je *Lonicera xylosteum*. Nisko rašće je dobro razvijeno, a većom nazočnošću ističu se *Mercurialis perennis*, *Melica nutans*, *Anemone nemorosa*, *Valeriana tripteris*, *Euphorbia amygdaloides*, *Phyteuma spicatum*, dok su nešto slabije zastupljene *Hepatica nobilis*, *Lathyrus vernus*, *Gentiana asclepiadea* i *Galium sylvaticum*. Neke vrste kao *Melica nutans* i *Mercurialis perennis* su na mjestima toliko brojne da tvore facijese.

Od elemenata borovih šuma razreda *Erico-Pinetea* značajnije je zastupljen *Cirsium erysithales*, koji je nazočan u obje subasocijacije, dok se *Thalictrum aquilegifolium* i *Polygonatum verticillatum* nalaze samo u subas. *caricetosum albae*.

Elementi razreda Vaccinio-Piceetea relativno su dobro zastupljeni u sloju grmlja, posebice *Rosa pimpinellifolia*, a znatno slabije *Rosa pendulina*, te u sloju niskog rašća *Veronica urticifolia*.

RAZLUČENOST ASOCIJACIJE

Asocijaciju *Calamagrosti arundinaceae-Fagetum* razlučili smo na dvije subasocijacije:

- a. subass. *caricetosum albae* subass. nova
- b. subass. *abietetosum albae* subass. nova

Subasocijacija s bijelim šašem (subas. *caricetosum albae*), u vertikalnom smislu nastavlja se na primorske šume bukve. Ta veza se uočava nazočnošću termofilnih vrsta kao što su: *Sorbus aria*, *Carex alba*, *Peucedanum oreoselinum*, *Anthericum ramosum* i dr. Unutar te subasocijacije možemo fizionomski razlučiti dva tipa, koja su inače florističkim sastavom vrlo homogena. Prvi tip predstavlja kržljavu šumu bukve, koja izgledom nalikuje na klekadinu, a u fitocenološkoj tablici 1 prikazana je snimcima 1–4. Stabla su nepravilnog rasta, često puta grmolikog izgleda, savijena u svim smjerovima te visoka 5–6 metara. Drugi tip obuhvaćen je snimkama 5–7, a predstavlja normalno razvijene visokovrijedne gospo-

Od ostalih pratileica ističu se samo *Veratrum album* i *Aconitum ranunculifolium*. Ostale vrste su slabo zastupljene te ih nalazimo uglavnom u samo jednoj fitocenološkoj snimci.

– Distinguished the association

darske šume, koje zauzimaju znatne površine tog područja. Markantnim izgledom alpske pavitine (*Clematis alpina*) i busenima bijelog šaša (*Carex alba*) ta subasocijacija se na terenu vrlo lako prepoznaće.

Subasocijacija s jelom (subas. *abietetosum albae*) je mezofilnija u odnosu na prethodnu. Osim što je diferencijalnim vrstama, floristički dobro odijeljena od subas. *caricetosum albae*, nazočnošću jele i gorskim javorom razlikuje se i fizionomski. Također se opaža da je nazočnost elemenata borovih šuma znatno manja nego u subasocijaciiji s bijelim šašem. Ta subasocijacija u vertikalnom smislu graniči sa šumama jele na blokovima (*Calamagrosti-Abietetum* Ht. 1950) s kojom je florističkim sastavom najsrodnija. Toj subasocijaciiji pripadaju veliki kompleksi izuzetno vrijednih gospodarskih šuma.

SINEKOLOŠKI ODNOSI – Syncology relations

Šume bukve s trstolikom milavom na području Obruča, Paklena te padina Crnog vrha i Sljemena, nastavljaju umjereno nagnute padine i zaravni od 25° do 40°, odnosno u prosjeku 32,2°. Tla su na mjestima vrlo plitka (rendzina), posebice tamo gdje je razvijena subasocijacija s bijelim šašem i šumom kržljave bukve. Na ostalim mjestima su srednje duboka ili duboka između blokova stijena vapnenca s mnogo površinskog kamenja i gromada matične stijene, koje na mjestima pokrivaju

do 40 % površine. Šume as. *Calamagrosti arundinaceae-Fagetum*, zabilježili smo na nadmorskim visinama od 990 m. do 1310 m., najčešće na istočnoj i jugoistočnoj eksponiciji, rjeđe na ostalima. Sklop drveća u subas. *caricetosum albae* nešto je rjeđi (0,7 – 0,8) dok je u subasocijaciiji *abietetosum albae* gušći (0,8 – 0,9) što se odražava u mezofilnjem sastavu prizemne flore potonje subasocijacije.

RASPRAVA – Discussion

Područje Obruča, Paklena, padina Crnog vrha te Sljemena, gdje su vršena fitocenološka istraživanja bukovih i bukovo-jelovih šuma s travom milavom (As. *Calamagrosti arundinaceae-Fagetum*) osebujno je u fitogeografskom i klimatskom pogledu. To je granično područje između mediteranske i eurosibirsko-sjevernoameričke regije te mediteransko-montanog pojasa listopadne vegetacije jadranske provincije i pojasa gorskih i pretplaninskih bjelogoričnih i crnogoričnih šuma ilirske provincije (usp. Horvatić 1967:23), a u fitogeografskom smislu pripada prijelaznom istočno alpsko-zapadno dinarskom području.

Od klimatskih pojava značajno je istaći, da tu prosječno godišnje padne 3600 mm oborina, što je ujedno i najveći godišnji prosjek u Hrvatskoj (usp. I. Horvat 1962:26).

Uz klimatske i fitogeografske osebujnosti na razvoj vegetacije tog područja velik utjecaj imaju orografske

prilike. Kržljava šuma bukve, koju smo prikazali u tablici 1 fitocenološkim snimcima 1–4, razvila se utjecajem orografskih i klimatskih čimbenika na umjereno nagnutoj zaravni izloženoj sjeveroistoku, a sa sjeverozapada zaštićenoj produženom liticom, koja ujedno predstavlja i glavno bilo masiva. U toj zavjetrini mikroklimatski uvjeti omogućuju razvoj samo kržljave šume bukve koja istočnim rubom graniči s elipsoidnom vrtićom obrasлом subalpskom smrekom, a zapadnim liticom na čijem se hrptu i zaravni izmjenjuju veće ili manje skupine klekotine i livadna vegetacija asocijациje *Carici-Centauretum rupestris* (Ht. 1931). Edafski i osebujni klimatski uvjeti uz djelovanje vjetra onemogućuju razvoj gospodarske šume bukve, već se razvija kržljavi tip sa stablima visine 5–6 m, a debljine 10–15 cm. Stabla su svinuta u svim smjerovima, što je vjerojatno posljedica turbulencije vjetra koja nastaje neposredno ispod litice. Fizionomski te šume više nalikuju klekotini, međutim floristički sastav upućuje da se radi o

istoj subasocijaciji jednolikog florističkog sastava. Samo stotinu metara dalje, nasuprot te zaravni razvijaju se lijepe gospodarske bukove šume iste subasocijacijske visine do 30 m.

Subasocijacija s jelom je u florističkom sastavu naj-srodnija s asocijacijom jеле i trstolike milave (as. *Calamagrosti-Abietetum*). Bitna razlika između tih šuma je samo u edifikatorima sloja drveća. U tom području po-

tonju asocijaciiju nalazimo ili kao čiste šume jеле ili kao mješovite šume jеле i smreke koje nastanjuju strmije padine te izloženije hrptove između ogromnih gromada kamenja i škrapa.

Možemo pretpostaviti da će moju asocijaciju nalaziti na cjeckopnoj dužini dinarskih planina, ali uvijek na prijelazu termofilnih primorskih šuma prema kopnenim.

ZAKLJUČAK

Na planinama zapadne Hrvatske razvijaju se naročite šume bukve i trave trstolike milave koje smo opisali kao as. *Calamagrosti arundinaceae-Fagetum*. Asocijaciju smo razlučili u dvije subasocijacije i to termofilniju s bijelim šašem (*caricetosum albae*) i mezofilniju s jelom (*abietosum albae*). Unutar subasocijacije s bijelim šašem ističu se kržljave šume bukve koje su fisionomski osobitog izgleda, a razvile su se djelovanjem osebujnih orografsko klimatskih prilika tog područja.

Te šume nastanjuju blaže ili strmije padine i zaravni povrh rendzine na vapnencu ili srednje duboka do duboka tla između blokova stijena, koja su u pravilu po-

Conclusion

krivena sitnjim ili krupnjim površinskim kamenjem te gromadama matične stijene. U vertikalnom smislu nastanjuju se na primorske bukove šume i povezuje ih s kopnenim bukovim i bukovo-jelovim šumama, a ta sindinamska veza opaža se naznočnošću termofilnih flornih elemenata kod subasocijacije *caricetosum albae* te mezofilnih kod subasocijacije *abietosum albae*.

Asocijaciju *Calamagrosti arundinaceae-Fagetum* podredili smo svezi ilirskih bukovih šuma *Aremonio-Fagion*, redu *Fagetalia sylvaticae* i razredu *Querco-Fagetea*.

LITERATURA – References

- Barkman, J. J., J. Moravec, S. Rauscherts 1986: Code of phytosociological Nomenclature 2nd. Ed. Vegetatio 67: 145–195.
- Bertović, S. 1975: Ekološko-vegetacijske značajke okoliša Zavižana u sjevernom Velebitu. Annales pro experimentis foresticis. Šumarski fakultet u Zagrebu, Vol XVIII: (5–75).
- Braun-Blanquet, J. 1964: Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3. Auflage, 1–865. Wien-New York.
- Fukarek, P. 1970: Beitrag zur Kenntnis der oberen Waldgrenze in einigen Gebirgszügen der südländischen Dinariden. Mittl. Ostalp.-din. Ges. f. Vegetkde. 11 (45–54). Innsbruck.
- Horvat, I. 1937: Pregled šumske vegetacije u Hrvatskoj. Šum. list 61 (337–344). Zagreb.
- Horvat, I. 1938: Glasnik za šumske pokuse. 6:
- Horvat, I. 1950: Istraživanje vegetacije planinskog skupa Risnjaka i Snježnika. Šumarski list 74 (97–118). Zagreb.
- Horvat, I. 1951: Istraživanje i kartiranje vegetacije primorskih obronaka zapadne Hrvatske i Područja izvora Kupe. Šum. list. 6 (1–15). Zagreb.
- Horvat, I. 1962: Vegetacija planina zapadne Hrvatske. Acta Biol. II. Prir. Istraž. 30 (1–179).
- Horvat, I. 1963: Šumske zajednice Jugoslavije. Šumarska enciklopedija II. (560–590). Jug. Leks. Zavod. Zagreb.
- Horvat, I., V. Glavač, H. Ellenberg, 1974: Vegetation Südosteuropas, Gustav Fischer Verlag. Stuttgart.
- Horvatić, S. 1967: Fitogeografske značajke i raščlanjenje Jugoslavije. Analitička flora Jugoslavije. Zagreb.
- Marinček, L., L. Mucina, L. Poldini, M. Zupančić, I. Dakskobler & M. Acceto, 1992: Nomenklatorische Revision der Illyrischen Buchenwälder (Verband *Aremonio-Fagion*). Stud. Geobot. 12: 121–135.
- Marinček, L. & P. Košir, 1998: Dinaric Fir-beech Forests (Omphalodo-Fagetum Tregubov 1957) Marinček et al. 1993) on Blegoš. Hladnikia 10 (29–40).
- Trinajstić, I. 1972: Fitocenološka istraživanja šuma Gorskog Kotara. Acta Bot. Croat. 31: 173–180.
- Trinajstić, I. 1993: Preplaninske bukove šume (*Doronico-Fagetum* ass. nov.) planine Biokova u Hrvatskoj. Glas. šum. pokuse 4 (35–44).
- Weber, H. E., J. Moravec, J. P. Theurillat 2000: Internatinal Code of Phytosociological Nomenclature, 3rd Ed. J. Veg. Sci. 11: 739–768.

SUMMARY: In the border area between the continental and littoral beech forests, according to I. Horvat (1962) the beech forests with the reed grass described as. *Calamagrosti arundinaceae-Fagetum* (Ht. 1950) Cerovečki ass. nova are developed. The association is divided into two subassociations, the more thermophilous one (*caricetosum albae*) and the more mesophilous one (*abietetosum albae*). The subassociation with the white reed comprises the pure beech forests, which on Obruč from the physiognomic point of view are found as two different types. One type includes the normally developed high-value economic forests covering considerable areas of that region, and the forests of the stunted looking beech, limited to the extended plateau under the cliff to the northeast from the highest peak of Obruč. The latter type has developed under the influence of the specific climatic conditions and the characteristic massif orography. Generally, the area of Obruč, Pakleno, Crni vrh and Sljeme is specific with respect to the climatic phenomena and phytogeographical belonging. The beech and reed grass forests grow in the said area on the moderately inclined slopes and plateaus above rendzinas or moderately deep and soils between the blocks of rock.

The forests of the as. *Calamagrosti arundinaceae-Fagetum* have been classified into the alliance *Aremonio-Fagion*, the order *Fagetalia sylvaticae* and the class *Querco-Fagetea*.

Hrvatsko-austrijski gospodarski skup



Biomasa (električna i toplinska energija), biopljin i biogoriva



u sklopu 4. hrvatskih dana biomase

Petak,
4. rujna 2009.

pastoralni centar
EMAUS, Franjevačkog
samostana u Našicama,
Kralja Tomislava 1,
31500 Našice



Gospodarski skup "Biomasa (električna i toplinska energija), biopljin i biogoriva" 4. rujna 2009. u sklopu 4. hrvatskih dana biomase u Našicama organizirali su: Austrijski ured za vanjsku trgovinu, HŠD Sekcija Hrvatska udruga za biomasu i Hrvatske šume d.o.o., pod pokroviteljstvom Ministarstva regionalnog razvoja, šumarstva i vodnoga gospodarstva.

Cilj skupa je prikazati potencijale i mogućnosti zakonske regulative, poticaje i projekte na području biomase, bioplina i kogeneracijskih postrojenja te iste povezati s austrijskim tvrtkama čija su tehnologija i "know-how" za iskorištanje obnovljivih izvora energije među najboljima na svijetu.



KONKURENTNOST ŠUMSKE BIOMASE U HRVATSKOJ U UVJETIMA TRŽIŠTA CO₂ EMISIJA

IMPACTS OF EMISSION TRADING MARKETS ON
COMPETITIVENESS OF FORESTRY BIOMASS IN CROATIA

Robert PAŠIČKO*, Davorin KAJBA**, Julije DOMAC***

SAŽETAK: *Povećanje udjela obnovljivih izvora energije u ukupnoj energetskoj bilanci, jedan je od strateških ciljeva sve većeg broja zemalja. Hrvatska se potpisivanjem međunarodnih sporazuma (npr. Kyoto protokol) te sukladno zakonodavstvu i priključivanju u EU, obvezala na poduzimanje konkretnih koraka u povećanju korištenja obnovljivih izvora energije, sukladno paradigmi "održivog razvoja". Biomasa je obnovljivi izvor energije s najvećim potencijalom u Hrvatskoj.*

Cilj ovoga rada je istražiti utjecaj Europske sheme trgovanja emisijama (EU ETS sheme) i fleksibilnih mehanizama Kyotskog protokola – mehanizam Zajedničke implementacije (engl. Joint Implementation, JI) i Mehanizam čistog razvoja (engl. Clean Development Mechanism, CDM) na konkurentnost proizvodnje energije iz biomase. Osnovna prednost biomase u odnosu na fosilne energente je u tome, što se sagorijevanje biomase u svrhu proizvodnje energije smatra tehnologijom bez CO₂ emisija, budući da biomasa tijekom rasta veže CO₂ u procesu fotosinteze.

EU ETS ograničava količinu emisija na nacionalnoj razini i na razini pojedinog postrojenja. Svako postrojenje ima određenu količinu emisijskih prava tj. kvotu kojom raspolaze, a trgovanje između postrojenja omogućuje zadovoljenje vlastite kvote kupnjom emisijskih prava na tržištu. JI i CDM projekti predstavljaju fleksibilne Kyoto mehanizme, koji omogućuju ulaganje u projekte smanjenja emisija izvan zemlje ulagača. Količina emisija smanjena u tim projektima koristi se za zadovoljenje kvote zemlje ulagača, a cijenu CO₂ emisija po toni iz takvih projekata određuje tržište. Ograničenje količine emisija koju pojedino postrojenje ili država smiju emitirati, dovodi do povećanja konkurentnosti niskougljičnih tehnologija.

Pri iskorištenju i gospodarenju šumama nastaju velike količine šumske biomase koje se mogu upotrijebiti za proizvodnju energije. Dodatna mogućnost iskorištenja biomase, ostvariva je osnivanjem bioenergetskih plantaža i proizvodnjom biomase šumske vrsta drveća u kulturama kratkih ophodnji (KKO).

U radu je prikazan matematičko ekonomski model, pomoću kojega je moguće istražiti utjecaj cijene CO₂ emisija na investicijske odluke o gradnji novih elektrana ili o promjeni goriva u postojećim elektranama, odnosno istražiti pri kojim cijenama prava na emisiju biomasa postaje konkurentna drugim tehnologijama. Promjena cijene CO₂ emisija utječe na kratkoročne (KGT) i dugoročne granične troškove (DGT) proizvodnje električne energije,

* Robert Pašičko, dipl. ing., Fakultet elektrotehnike i računarstva, Unska 3, Zagreb

** Izv. prof. dr sc. Davorin Kajba, Šumarski fakultet, Svetosimunska 25, Zagreb,
E-mail: davorin.kajba@zg.t-com.hr

*** Dr. sc. Julije Domac, Regionalna agencija sjeverozapadne Hrvatske, Dužice 1, Zagreb

pri čemu odluka o promjeni goriva u postojećoj elektrani ovisi o kretanju kratkoročnih graničnih troškova, dok o dugoročnim graničnim troškovima ovisi investicijska odluka prilikom izgradnje novih elektrana.

Rezultati primijenjenog modela govore kako je u postojećim elektranama (usporedba KGT) uporaba biomase kao goriva konkurentnija od uporabe plina čak i bez poticajne cijene od prodaje električne energije iz obnovljivih izvora (feed-in tarifom), dok je biomasa konkurentnija od ugljena pri cijeni emisijskih prava višoj od 26 €/tCO₂. Prilikom donošenja odluke o investiranju u novu elektranu (usporedba DGT) s postojećom feed-in tarifom, investiranje u izgradnju elektrane na biomasu je isplativija odluka od investiranja u elektranu na ugljen ili plin (pri nižoj cijeni biomase) dok je pri višoj cijeni biomase ona isplativija kod cijene emisijskih prava više od 21 €/tCO₂.

Ključne riječi: šumska biomasa, EU ETS shema, kratkorični i dugoročni granični troškovi (KGT i DGT), Hrvatska

UVOD – Introduction

Šumska biomasa je organska tvar nastala u šumskom ekosustavu, a čine je drveće i grmlje koje se koristi za mehaničku i kemijuksku preradu te za termičko korištenje, kao ogrjevno drvo. Pri klasičnom se iskorištavanju šuma koristi drvo debala, krošanja i grana, čiji je promjer s krom na tanjem kraju veći od 7 cm. Na taj se način iskoristi do 70 % drvene mase zrelih sastojina, dok kod mlađih sastojina to može iznositi i do 50 % (Sušnik i Benković 2007). Udio ostataka i otpada ovisi o brojnim čimbenicima, a prosječno se za sve sastojine i vrste drveća pri sječi i izradi te privlačenju, može procijeniti na više od 20 %. Tako je sa stajališta šumarske struke biomasa dio koji se može iskoristiti za dobivanje energije, odnosno drvena masa dobivena uzgojnim zahvatima kao što su čišćenja i prorede ili kao ostatak od sječe (granjevinu, ogrjevno drvo). Izvršenje sječe u "Hrvatskim šumama" d.o.o. za razdoblje 1996–2005. godine iznosilo je svega 57 % etata, a dugoročnim programom gospodarenja od 2006–2015. godine povećava se proizvodnja prostornog drva (uglavnom ogrjevnog drva, granjevine i ostataka pri sjeći i izradi) na 1,3 milijuna m³ godišnje, a procjena količine ostataka šumske biomase kao energetika samo u državnim šumama iznositi će preko 2,6 milijuna m³.

Realizirajući današnji etat od 6,5 milijuna m³ od čega se dobiva: 30 % trupaca (blizu 2 milijuna m³), 10 % ili 650.000 m³ celuloznog drva, 20 % ili 1,3 milijuna m³ ogrjevnog drveta, a ostatak od 40 % ili oko 2,6 milijuna m³ predstavlja drvo tanjih dimenzija, koje kao otpad ostaje neiskorišteno u šumi. Od navedenog današnjeg otpada, moglo bi se 62,5 % ili 1,641.000 m³ koristiti za proizvodnju energije, a 37 % ili 984.000 m³ ostajalo bi u šumi kao otpad. Ako toj količini pridružimo količinu od 1,312.800 m³ ogrjevnog drveta, dobijemo ukupnu količinu drva za energiju koja bi već danas mogla doći na energetsko tržište u iznosu od 2,953.800 m³, što je 45 % od ukupnog godišnjeg etata (Tomić i sur. 2008). Također se tome može pridružiti i potencijalno sitno energetsko drvo (manjih promjera od

3–7 cm), a koje ne ulazi u bruto masu, a iznosi oko 4 % od bruto mase etata, a zajedno s otpadom (panjevina, kora, gule, otpad od sječe), te uz sitno drvo iz prorjeđivanja sastojina i šumskouzgojnih radova, može doseći količinu od još oko 580.000 m³ (Sučić, 2008). Znači da bi ukupna raspoloživa količina šumske biomase za energiju iznosila oko 3,5 milijuna m³ godišnje.

Na temelju istraživanja, utvrđeno je da bi se i u sljedećem razdoblju moglo dobivati 30 % trupaca, 10 % drva za celulozu, a za bioenergiju bi se moglo koristiti 45 % ili oko 3 milijuna m³, dok bi u šumi ostao otpad od 15 % ili približno oko 1 milijun m³. Intenzivnjim gospodarenjem moglo bi se povećati godišnji etat (sjeću) na oko 7,3 milijuna m³, pa bi se u tom slučaju raspolažalo sa 3,3 milijuna m³ šumske biomase za energiju, što je u odnosu na današnje povećanje za 2 milijuna m³. Realno je i da se predviđena količina drvene mase za bioenergiju može povećati primjenjujući naprednije uzgojne zahvate, boljim održavanjem i čišćenjem šuma, pa bi biomasa za proizvodnju biogoriva mogla iznositi 4,2 milijuna m³. Potencijalne količine biomase do 2020. godine iznosile bi prosječno 4,5 milijuna m³, od toga 3,3 milijuna m³ iz šumarskog i 1,2 milijuna m³ iz drveno-prerađivačkog sektora, zaključak je Radne skupine za energetsko iskorištavanje šumske biomase pri Ministarstvu regionalnog razvoja, šumarstva i vodnog gospodarstva.

Prosječna cijena drvene sječke danas iznosi oko 251 kuna/tona (35 €/t) s mokrinom od oko 30–35 %, te predstavlja cijenu s uključenim utovarom za kamionski prijevoz. Cijena uključuje cijenu sječenice kraj panja oborenog, te radove usluge (iznošenje, iveranje i utovar). Cijena s transportom za korisnika na razdaljinu do 50 km povećava ukupnu cijenu za približno 72 kn, odnosno tada bi ona iznosila oko 45 €/t (Sučić, 2008).

EUROPSKA SHEMA TRGOVANJA EMISIJAMA (EU ETS)

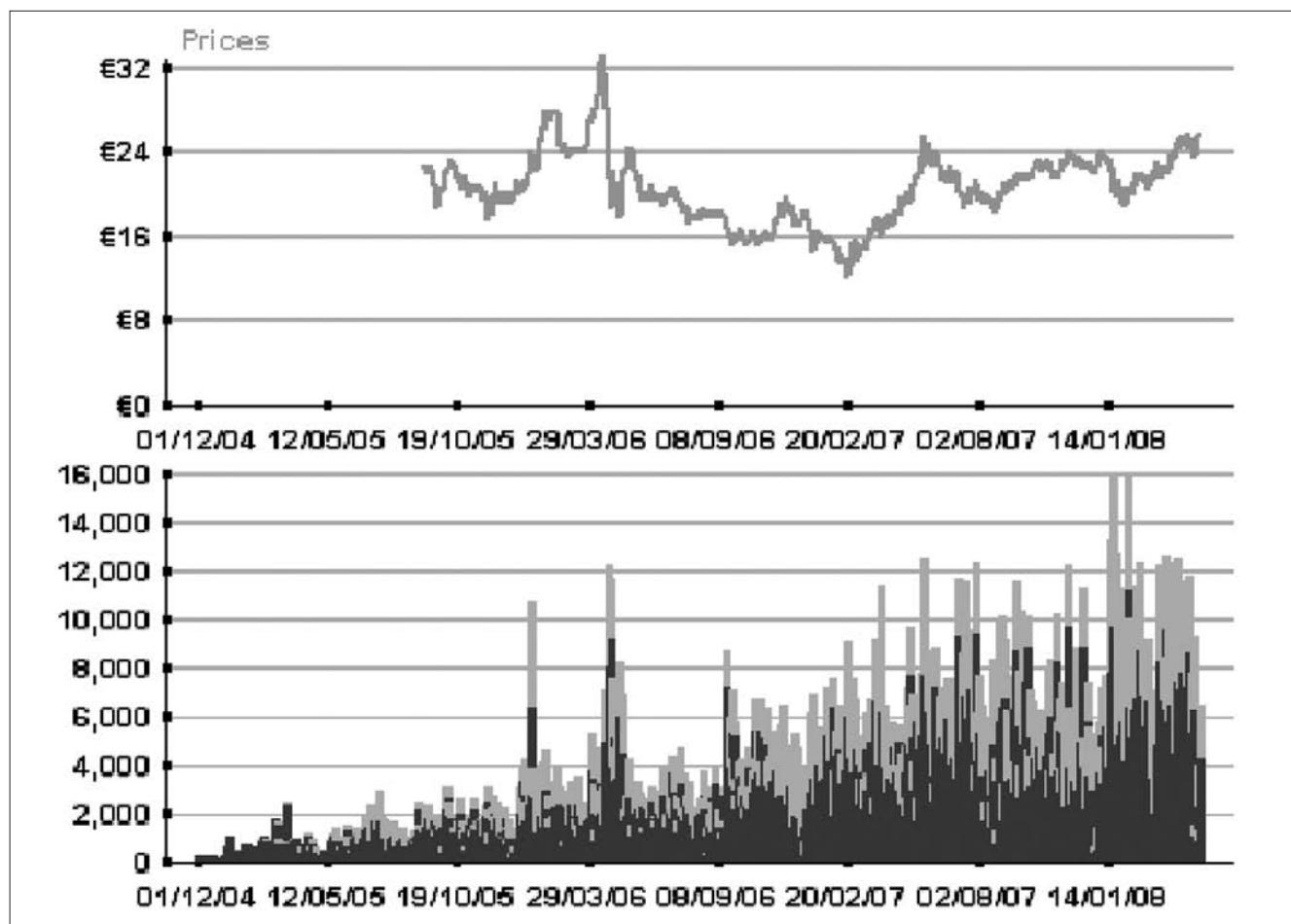
European Emission Trading Scheme (EU ETS)

Europska komisija je 13. listopada 2003. godine objavila Direktivu o trgovanju emisijama (E C, 2003), koja definira Europsku shemu trgovanja emisijama, EU ETS. Sama shema pokrenuta je 1. veljače 2005. godine, kao najveći međunarodni sustav trgovanja emisijama u kojemu sudjeluje preko 12.000 energetski intenzivnih postrojenja. EU ETS je shema sa zadanim absolutnim ograničenjem emisija, gdje svako postrojenje dobije određeni broj emisijskih prava tj. emisijsku kvotu. Omogućeno je trgovanje među postrojenjima, tako da se osim vlastitim smanjenjem emisija, kvota može zadovoljiti i kupovinom emisijskih prava na tržištu. Prva faza trgovanja trajala je od 2005–2007., a druga traje od 2008–2012. i koincidirat će s prvim obvezujućim razdobljem Kyoto protokola. Treća faza najavljena je novim energetsko-klimatskim paketom Europske Komisije (E C, 2008), trenutačno je u fazi planiranja i tra-

jat će od 2013–2020. Postavljeni cilj za EU ETS je smanjenje emisija od 21 % u odnosu na 2005. godinu, do čega će se doći linearnim godišnjim smanjenjem.

U 2006. godini vrijednost svjetskih tržišta emisija iznosila je 22.5 milijardi €, a trgovalo se sa 1.6 milijardi tona CO₂ (Point Carbon, 2008). U ukupnoj svjetskoj trgovini emisijama na EU ETS shemu otpalo je 62 posto ukupnog volumena i preko 80 posto ukupne vrijednosti svih tržišta emisija. Tijekom 2007. godine, ukupni volumen trgovanja porastao je 64 % na 2.7 milijardi tona CO₂, dok je svjetsko tržište emisija u 2007. vrijedilo nešto više od 40 milijardi € (povećanje od 80 % u odnosu na 2006).

Transakcije na EU ETS tržištu vršile su se preko brokera i na burzama. Osim trgovanja preko brokera i burzi postoji i izravno bilateralno tržište na kojemu se transakcije vrše izravno između kompanija.



Slika 1. Kretanje cijene i volumena trgovanja CO₂ emisijama (Point Carbon, 2008)

Figure 1 Price and volume of CO₂ emissions traded within EU ETS markets (Point Carbon, 2008)

Tržište emisija znači dodjeljivanje novčane vrijednosti svakoj toni ekvivalentnog CO₂, tj. emisijskom pravu (slika 1). Dodjeljivanje novčane vrijednosti ugljičnom dioksidu, odnosno novčana vrijednost prava na emisije,

utječe na troškove proizvodnje električne energije, pa tako elektrane koje emitiraju manje CO₂ postaju konkurenčnije kako raste cijena CO₂ emisija.

JI I CDM MEHANIZMI – JI and CDM Mechanisms

Osim sudjelovanja u EU ETS shemi, Hrvatska svoju emisijsku kvotu može ispunjavati i sudjelovanjem u JI i CDM projektima, te vlastitim mjerama smanjenja emisija. Vlastite mjere smanjenja emisija odnose se na sve projekte unutar same države, čijom se realizacijom smanjuju emisije (kao što su mjere energetske učinkovitosti, povećanje udjela obnovljivih izvora energije ili povećanjem upijanja CO₂ osnivanjem novih šumskih nasada ili boljim održavanjem postojećih). JI i CDM mehanizmi zajedno sa sustavom trgovanja emisijama omogućuju da se smanjenja emisija provode tamo gdje je to najjeftinije.

Kod CDM projekata zemlja domaćin (zemlja u razvoju) ne podliježe ograničenju emisija (takve zemlje u susjedstvu su primjerice Bosna i Hercegovina, Srbija, Albanija, Makedonija), a realizacijom projekta ostvaruju se emisijske uštede u zemlji domaćinu, tzv. CER bonusi (*engl. Certified Emission Reductions*). Ostvareni CER bonusi prebacuju se na račun zemlje ulagača te time ukupan broj emisijskih prava u sustavu raste. Ratifikacijom Kyotskog protokola Hrvatskoj se otvara mogućnost ulaganja u CDM projekte. Ukoliko primjerice Hrvatska razvije projekte korištenja biomase u nekoj od zemalja koje ne podliježu ograničenju emisija, tada iskorištanje biomase može i neizravno utjecati na smanjenje hrvatskih emisija i zadovoljenje emisijske kvote.

Kod JI projekata obje stranke (i zemlja domaćin i zemlja ulagač) podliježu ograničenju emisija, pa radi zadovoljenja ukupne kvote zbroj emisijskih prava mora ostati nepromijenjen. Zato se ušteda u emisijama, ERU bonusi (*engl. Emission Reduction Units*) prebacuju s računa zemlje domaćina na račun zemlje ulagača. Broj emisijskih prava zemlje domaćina time se smanjuje, a broj emisijskih prava zemlje ulagača povećava za količinu ostvarenih bonusa. Udomljavanje JI projekata u Hrvatskoj znači mogućnost dodatnih poticaja za povećanje udjela biomase.

U 2007. godini ukupno tržište smanjenjem emisija iz CDM projekata iznosilo je 12 milijardi €, a ukupno je smanjeno za 947 MtCO₂ (Point Carbon, 2008). Trgovanje u sklopu JI projekata iznosilo je 38 MtCO₂ u 2007. godini, s vrijednošću tržišta od 326 milijuna €. Jedan od najvažnijih razloga zašto je vrijednost JI tržišta toliko niža od CDM tržišta je to, što je puno teže verificirati JI emisije (odnosno potrebno je dokazati da bez dotičnog JI projekta do smanjenja emisija ostvarenog projektom ne bi nikada došlo).

Veza EU ETS sheme s JI i CDM mehanizmima definirana je EU Direktivom o povezivanju (E C, 2004) (*engl. Linking Directive*). Direktiva o povezivanju omogućava zemljama sudionicama da svoju obvezu podmire pomoći JI i CDM projekata koji se nalaze izvan zemalja pod EU ETS shemom. Postoji nekoliko mogućnosti za stimulaciju JI i CDM projekata vezanih uz energiju biomase, koji mogu povećati konkurentnost biomase u odnosu na druge potencijalne JI/CDM projekte.

Neke od tih mogućnosti su:

➤ Objedinjavanje (*engl. bundling*)

Prema pravilima o CDM projektima, postoji mogućnost objedinjavanja više manjih projekata s ciljem smanjenja troškova.

➤ Programski projekti (*engl. programmatic projects*)

Ovaj poticaj omogućuje da se specifične projektne aktivnosti, koje uključuju malo smanjenje emisija stakleničkih plinova, na puno mjesta registriraju kao jedinstvena projektna aktivnost. Programski projekti otvaraju nove mogućnosti za realizaciju cijelog raspona projekata koji inače ne bi rezultirali količinom emisijskih prava koja bi projekt učinila isplativim.

➤ Davanje prioriteta projektima koji doprinose očuvanju održivog razvoja.

PRORAČUN KRATKOROČNIH GRANIČNIH TROŠKOVA (KGT) Short run marginal costs (SRMC)

Da bi se mogao analizirati porast konkurentnosti biomase u odnosu na rast cijena CO₂ emisija, razvijen je teoretski matematički model baziran na prethodnim studijama (I E A, 2003; Pašićko i sur., 2008). Model istražuje utjecaj CO₂ na kratkoročne (u dalnjem tekstu KGT) i dugoročne granične troškove (u dalnjem tekstu DGT) proizvodnje električne energije. O kretanju KGT-a ovisi odluka o promjeni goriva u postojećoj elektrani i promjeni voznog reda u radu sustava (tj. rasporeda ulaska elektrana u pogon), dok o dugoročnim graničnim troškovima ovisi investicijska odluka za građenje novih elektrana (odлуka o tome koja elektrana će biti građena). Dok KGT uključuju cijenu goriva i varijabilne troškove

proizvodnje, DGT elektrane dodatno tim troškovima pridružuju fiksne troškove i investicijski trošak. Priloženi model prepostavlja aukcijski način raspodjele emisijskih prava (pri kojem bi svih 100 % emisijskih prava elektrana trebala kupiti na aukciji), koji je najavljen za treću fazu EU ETS-a od 2013. godine.

Kao što je već navedeno, na temelju KGT proizvodnje određuje se tržišna cijena električne energije i vozni red elektrana. Ukoliko varijabilni troškovi porastu (zbog rasta troškova CO₂), porasti će i tržišna cijena električne energije. Za graničnu elektranu je porast tržišne cijene jednak dodatnom trošku ugljika. Za sve elektrane ispod granične u voznom redu, porast tržišne cijene je veći od

njenih dodatnih proizvodnih troškova. Uslijed takvih novonastalih tržišnih okolnosti, elektrane koje emitiraju manje CO₂, odnosno one koje ga uopće ne emitiraju, profitirat će od povećanih cijena prodaje električne energije. Dugoročno gledano, elektrane koje ne emitiraju CO₂ potpuno će "izgurati" iz voznog reda one koje ga emitiraju. Osim promjene voznog reda elektrana, dodjeljivanje vrijednosti ugljičnemu dioksidu smanjuje konkurentnost svih emitera, a povećava konkurentnost onih proizvođača energije koji emisije uspiju smanjiti ili ih uopće nemaju. Upravo u toj činjenici stvara se potreba za analiziranjem alternativnih mogućnosti proizvodnje energije uz što manje emisije.

Cijena emisijskih prava (zapravo vrijednost tone CO₂) povećava varijabilne troškove fosilnih elektrana, a samim time i njihov KGT, budući da svaka emitirana tona CO₂ emisija zahtijeva raspoloživu količinu emisijskih prava. U prvom koraku (bez uračunate cijene emisijskih prava), KGT se računaju iz cijene goriva i varijabilnih troškova.

Kako bi se mogli usporediti KGT različitih vrsta elektrana, potrebno je usporediti njihove troškove proizvodnje (tablica 1). Postoje dvije organizacije koje istražuju sve oblike korištenja energije i to publiciraju

jednom godišnje. Jedna od njih je Energy Information Agency (EIA), dio Department of Energy (DOE) koji se bavi statistikama vezanim za energiju i izdaje Annual Energy Outlook (AEO). U ovom modelu korištena je njihova najnovija publikacija (AEO, 2008) iz koje je preuzeta većina vrijednosti navedenih u tablici za prikaz KGT i DGT troškova.

Troškovi održavanja i pogona se dijele na fiksne i varijabilne – fiksni troškovi ovise samo o postrojenju, a varijabilni ovise o proizvedenoj električnoj energiji. Fiksni troškovi su najvećim dijelom plaće radnika. Također uključuju i troškove održavanja i zamjene uređaja koji se moraju obavljati periodički, neovisno o radu elektrane (na primjer, baždarenje mjernih uređaja). Trošak proizvodnje električne energije je trošak goriva na pragu nuklearne elektrane (trošak obrade goriva ulazi u troškove održavanja i pogona).

Dugoročna cijena goriva je podatak koji je najteže procijeniti. Analiza dosadašnjih publikacija AEO (1982–2007) pokazuje da su prognoze cijene nafte na razdoblje dulje od 5 godina pogrešne i za više od 50 %. Cijene ugljena i plina slijede cijene nafte, dok je cijena nuklearnog goriva uglavnom neovisna.

Tablica 1 Proračun KGT proizvodnje u modelu Izvor: (AEO, 2008; IEA, 2003; Tuerk i sur., 2006; Parson, 2003)

Table 1 SRMC variables used in the mathematical model Izvor: (AEO, 2008; IEA, 2003; Tuerk i sur., 2006; Parson, 2003)

		Ugljen Coal	Plin Gas	Biomasa Biomass Min	Biomasa Biomass Max	Nuklearna Nuclear
Cijena goriva pri elektrani <i>Fuel Price at Plant</i>	€/GJ	3,12	8,57	2,80	3,60	1,00
Termički stupanj učinkovitosti <i>Thermal Efficiency</i>	%	37,00	50,00	29,00	29,00	40,00
Cijena goriva <i>Fuel costs</i>	€/MWh	30,36	61,70	34,76	44,69	29,32
Varijabilni trošak <i>Variable Costs</i>	€/MWh	3,48	1,52	5,09	5,09	0,37
KGT <i>SRMC</i>	€/MWh	33,84	63,22	39,85	49,78	29,69

Kao što je navedeno u uvodnom poglavlju, prema cjeniku "Hrvatskih šuma" d.o.o. koristi se cijena od 45 €/t šumske biomase. Za drvo vlažnosti 30–35 % vlagе uzima se gustoća od 0,8 t/m³. Uz gorivu vrijednost drveta od 10 MJ/m³ (Pašićko, 2009), koja se smatra konzervativnom vrijednošću za šumsku biomasu, dobiva se cijena biomase kao ulazna veličina za model 2,8 €/GJ (za cijenu biomase od 35 €/t) i 3,6 €/GJ (za cijenu biomase od 45 €/t). Te vrijednosti korištene su prilikom proračuna KGT i DGT.

Iz tablice 2 vidljivo je koliko iznosi cijena biomase u nekim europskim zemljama. Budući da postoji znatna razlika u cijeni biomase, raspon cijena nalazi se između dvije vrijednosti – minimalne i maksimalne cijene bio-

mase (u tablici naznačeno kao "Biomasa Min" i "Biomasa Max"). Od europskih država, cijena biomase najniža je u Švedskoj (od 1,8 €/GJ), dok je najviša u Austriji, Njemačkoj i Nizozemskoj (10 €/GJ).

Bitno je istaći da su pri izračunu KGT i DGT korištene različite toplinske učinkovitosti – za termoelektrane na ugljen kod izračuna KGT koristi se 37 % (budući da se radi o postojećim elektranama koje su obično starije), dok se prilikom izračuna DGT koristi 43 % (kako se radi o novim elektranama koje u radu imaju povećanu učinkovitost). Kod plina ti iznosi su od 50 % (postojeće jedinice) do 55 % (nove jedinice). Kako se biomasa kod proizvodnje električne energije koristi gotovo ujek u kombinaciji s proizvodnjom topline (kogenera-

Tablica 2. Usporedba cijena biomase u Hrvatskoj i zemljama EU (Tuerk i sur., 2006)

Table 2 Comparison of biomass prices in Croatia and EU member states (Tuerk et al., 2006)

Država Country	Minimalna cijena biomase (€/GJ) Minimal biomass price (€/GJ)	Maksimalna cijena biomase (€/GJ) Maximal biomass price (€/GJ)
Austrija - Austria	5,6	8,33
Finska - Finland	2,1	4,0
Njemačka - Germany	2,9	10,0
Nizozemska - Netherlands	3,0	10,0
Švedska - Sweden	1,8	3,3
Velika Britanija - UK	2,2	4,2
Hrvatska - Croatia	2,8	3,6

cija), stupanj toplinske učinkovitosti kod biomase iznosi 80 %. No, budući da u Hrvatskoj još nije definirana poticajna otkupna cijena topline iz biomase, u modelu

smo se ograničili samo na proizvodnju električne energije s koeficijentom učinkovitosti od 29 %.

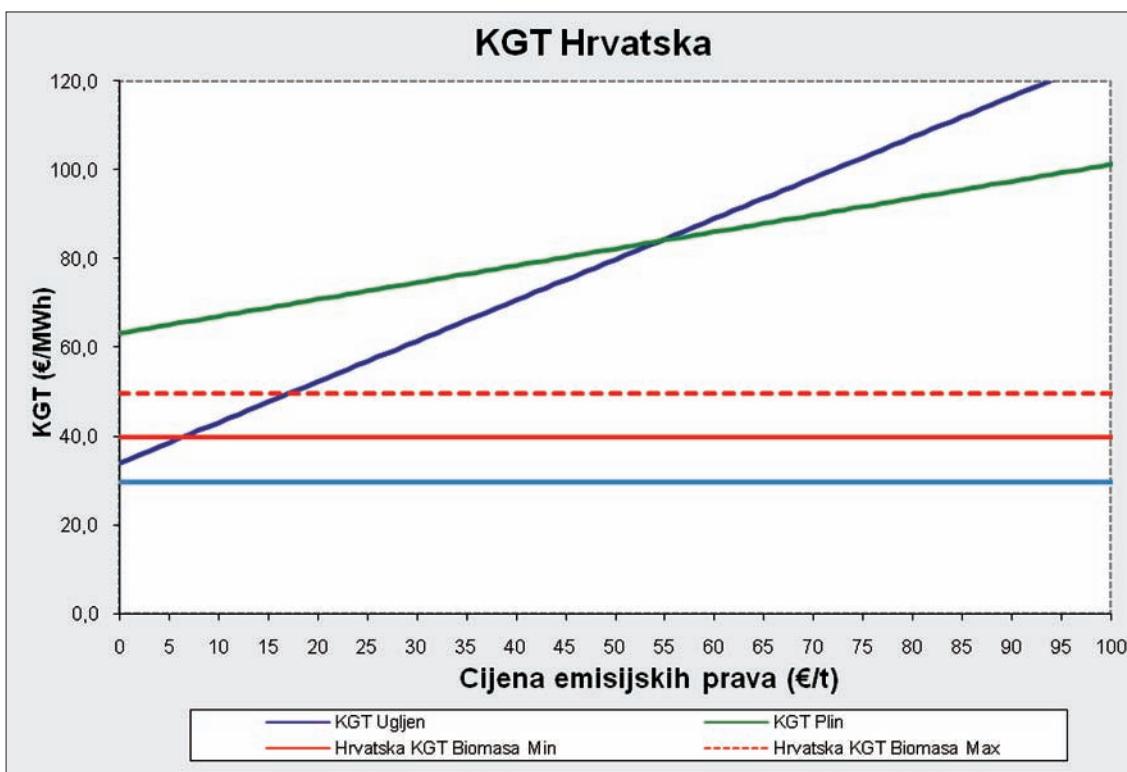
Tablica 3. Faktor emisije po proizvedenoj jedinici energije za različite tipove goriva

Table 3 Emission coefficient per energy unit produced for different fuel types

	Ugljen – Coal	Plin – Gas	Biomasa – Biomass	Nuklearna – Nuclear
Emisije po proiz. jed. energije tCO ₂ /MWh Emission coefficient tCO ₂ /MWh	0,918	0,38	0	0

Sljedeći korak pri opisu matematičkog modela je pridodavanje cijene CO₂ emisija u izračun KGT (tablica 3). Budući da se biomasa smatra emisijski ne-

utralnom ni cijena emisijskih prava ne utječe na izračunu KGT za biomasu (slika 2 i 3).



Slika 2. Utjecaj porasta cijene emisijskih prava na kretanje KGT

Figure 2 Impacts of emission allowances price on SRMC

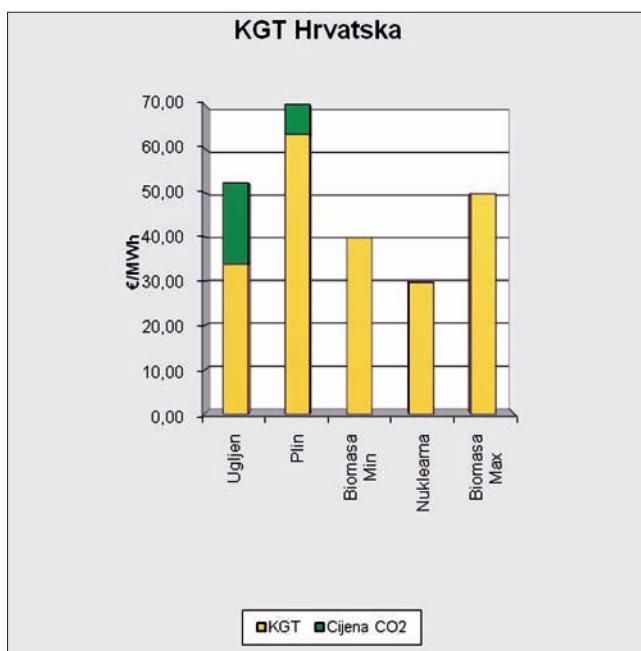
Sa Slike 2 vidi se što se događa s porastom cijene emisijskih prava – mijenjanju se KGT intenzitetom koji ovisi o količini emisija koju ta tehnologija emitira pri proizvodnji jedinice energije (odnosno, za biomasu i

nuklearnu elektranu nema promjene jer nema ni CO₂ emisija). Pri minimalnoj cijeni biomase ona je konkurenčnija od plina i kada se ne računa cijena CO₂ prava ili poticajna cijena za otkup proizvedene električne ener-

gije iz biomase. Najkonkurentnija je proizvodnja električne energije korištenjem ugljena i nuklearne elektrane. Nakon 6 €/tCO₂, biomasa postaje konkurentnija od plina i ugljena pri nižoj cijeni, a pri svojoj najvišoj cijeni konkurentnija od plina i ugljena je kod 16 €/tCO₂.

Slika 3. Usporedba porasta KGT proizvodnje iz različitih tehnologija, uz cijenu emisijskih prava od 20 €/t i bez poticajne cijene za proizvedenu električnu energiju iz biomase

Figure 3 Comparison of SRMC for different energy resources with and without emission price 20 €/t (without feed-in tariffs for biomass production)



PRORAČUN DUGOROČNIH GRANIČNIH TROŠKOVA (DGT) Long run marginal costs (LRMC)

U sljedećem dijelu modela proračunati su DGT za elektrane na različita goriva (tablica 4, slika 4 i 5). Kod donošenje odluke o gradnji nove elektrane, potrebno je uzeti u obzir dodatne troškove zbog emisijskih prava.

Tablica 4. Proračun DGT za potrebe modela, bez poticajne cijene otkupa električne energije. Cijene navedene u € iz 2008. godine (AEO, 2008; IEA, 2003; Tuerk i sur., 2006; Parson, 2003)

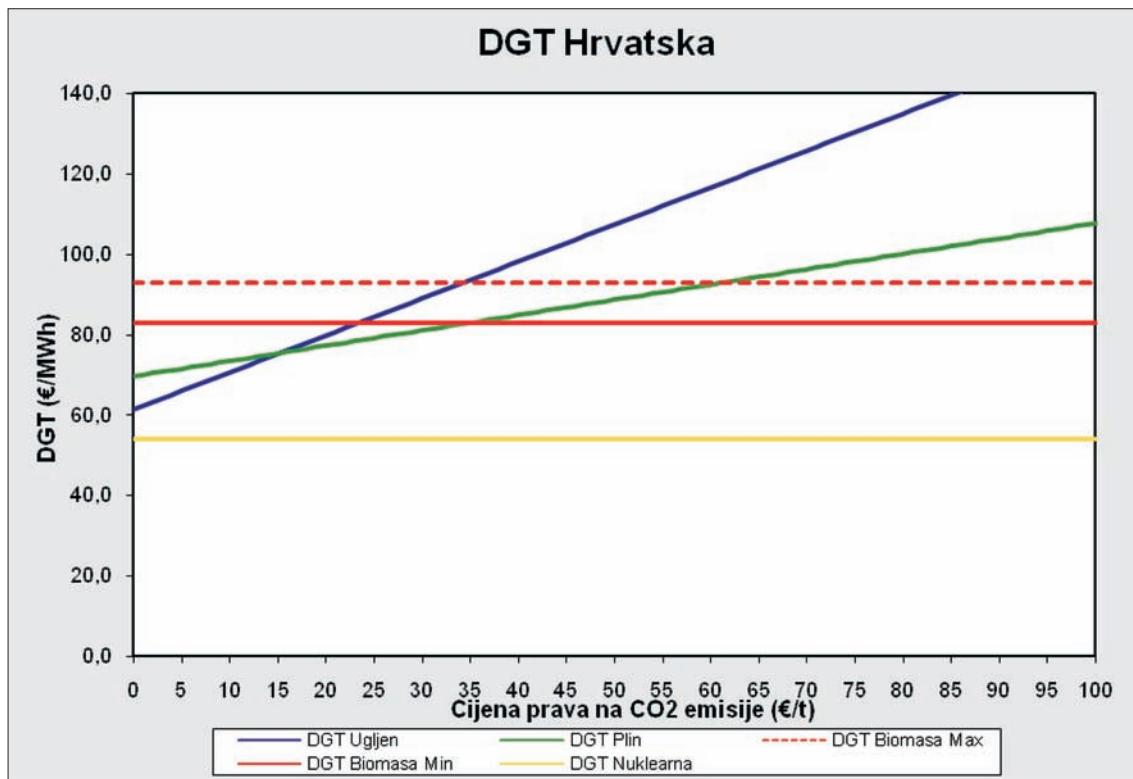
Table 4 LRMC variables used in the mathematical model, without feed in tariffs included, prices in € from 2008 (AEO, 2008; IEA, 2003; Tuerk i sur., 2006; Parson, 2003)

		Ugljen Coal	Plin Gas	Biomasa Min Biomass Min	Biomasa Max Biomass Max	Nuklearna Nuclear
Cijena goriva pri elektrani <i>Fuel Price at Plant</i>	€/GJ	3,12	8,57	2,80	3,60	1,00
Termički stupanj učinkovitosti <i>Thermal Efficiency</i>	%	43,00	55,00	29,00	29,00	40,00
Cijena goriva <i>Fuel Costs</i>	€/MWh	26,12	56,09	34,76	44,69	9,00
Varijabilni trošak <i>Variable Costs</i>	€/MWh	3,48	1,52	5,09	5,09	0,37
Fiksni trošak <i>Fixed Costs</i>	€/MWh	3,98	1,25	6,71	6,71	6,55
Investicijski trošak <i>Costs of Capital</i>	€/MWh	27,78	10,67	36,35	36,35	38,14
DGT <i>LRMC</i>	€/MWh	61,36	69,53	82,91	92,84	54,06

Podaci o cijeni goriva, varijabilnim i investicijskim troškovima preuzeti su većinom iz (AEO, 2008), dok su cijene goriva odraz stanja na evropskim tržištima uz cijenu nafte od 84 USD/bbl, za što većina predviđanja pretpostavlja da će odgovarati dugoročnoj cijeni nafte (Mužek, 2008). Kako postoji raspon cijena pri korištenju biomase koriste se dvije rubne cijene. Treba spomenuti kako postoje i velike razlike u investicijskim troškovima za elektrane na biomasu – kod malih (10 kW–50 kW) investicijski troškovi kreću se i preko

40 €/MWh, dok za velike oni mogu iznositi i samo 12 €/MWh (Parson, 2003). Prilikom opisa karakteristika elektrana na biomasu za potrebe proračuna u modelu odabran je iznos koji odgovara investicijskim troškovima srednje velikih elektrana (AEO, 2008). Investicijski troškovi elektrana uključuju cijenu gradnje elektrane i trošak nabave kapitala za tu gradnju. Cijena gradnje elektrane najčešće se izražava kao osnovna trenutna cijena – ukupna cijena gradnje diskontirana na fiksnu vrijednost dolara (u ovom slučaju, dolar iz 2006.

g.). Tome treba pridodati očekivani trošak kapitala – jenu duga) te očekivani povrat na dio koji investitor finansira vlastitim kapitalom (cijenu kapitala).



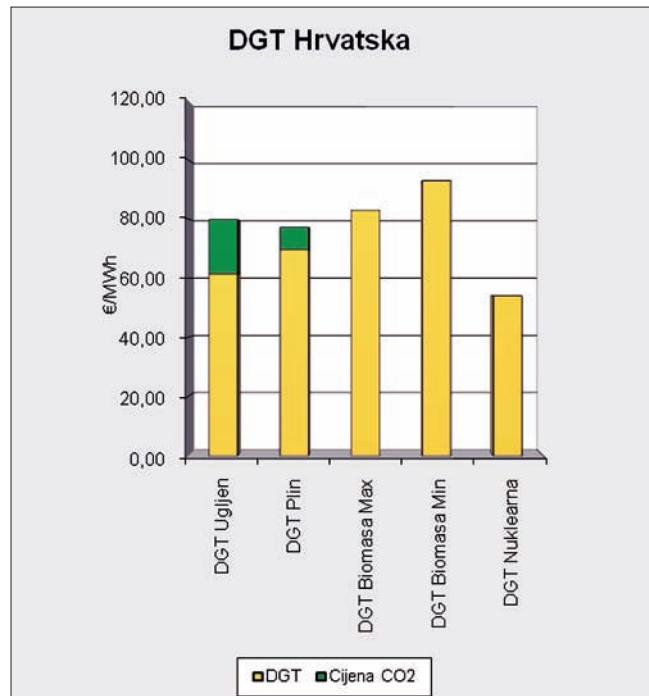
Slika 4. Utjecaj porasta cijene emisijskih prava na kretanje DGT;

Figure 4 Impacts of emission allowances price on LRMC without feed in tariffs

Kao što se vidi sa Slike 4, s porastom cijene emisijskih prava – mijenjanju se DGT intenzitetom koji ovisi o količini emisija koju ta tehnologija emitira pri proizvodnji jedinice energije. U slučaju kad se ne računaju vrijednosti emisijskih prava i bez poticajne cijene otvara električne energije, najkonkurentnija tehnologija za proizvodnju električne energije je nuklearna, a zatim slijede plin i ugljen. Tehnologija biomase je posljednja u konkurentnosti, no kod 22 €/t niža cijena biomase postaje konkurentnija od plina, a pri cijeni od 33 €/t i viša cijena. Pri cijeni emisijskih prava višoj od 15 €/t, plin postaje konkurentniji od ugljena.

Slika 5. Usporedba porasta DGT proizvodnje iz različitih tehnologija bez poticajne otkupne cijene električne energije, uz cijenu emisijskih prava od 20 €/t

Figure 5 Comparison of LRMC for different electricity generation technologies with and without emission price 20 €/t (without feed-in tariffs for biomass production)



UTJECAJ DODATNOG EKONOMSKOG POTICAJA (FEED-IN TARIFE) NA KONKURENTNOST BIOMASE – Impacts of feed in tariffs on biomass competitiveness

U ovom poglavlju dodatno je razmotren utjecaj regulatornog okvira na porast konkurentnosti energije

biomase. U srpnju 2007. godine Vlada je donijela Tarifni sustav za proizvodnju električne energije iz ob-

novljivih izvora energije i kogeneracije koji predviđa poticajnu cijenu proizvođaču električne energije iz obnovljivih izvora energije (Narodne novine, 2007).

Tablica 5. Poticaji predviđeni za različite tipove biomase i različitu instaliranu snagu (Narodne novine, 2007)

Table 5 Feed-in tariffs for different biomass types and for different capacities installed (Narodne novine, 2007)

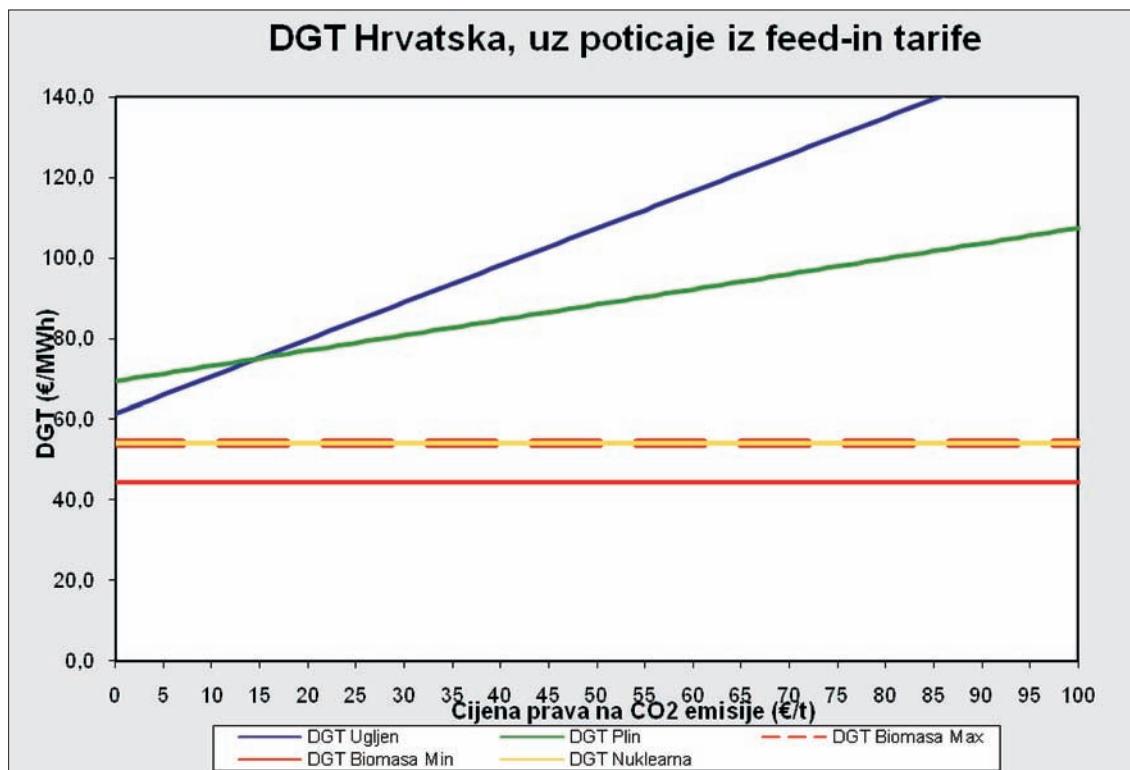
Vrsta biomase - Biomass type	Cijena biomase - Biomass price
Kruta biomasa iz šumarstva i poljoprivrede (granje, slama, koštice...) – ispod snage 1 MW <i>Biomass from forestry and agriculture (branches, straw, seeds...) – below installed 1 MW</i>	1,20 kn/kWh
Kruta biomasa iz drvno - prerađivačke industrije (kora, piljevina, sječka...) – ispod snage 1 MW <i>Biomass from wood processing industry (bark, sawmill, wood chops ...) – below installed 1 MW</i>	0,95 kn/kWh
Kruta biomasa iz šumarstva i poljoprivrede (granje, slama, koštice...) – preko snage 1 MW <i>Biomass from forestry and agriculture (branches, straw, seeds...) – below installed 1 MW</i>	1,04 kn/kWh
Kruta biomasa iz drvno-prerađivačke industrije (kora, piljevina, sječka...) – preko snage 1 MW <i>Biomass from wood processing industry (bark, sawmill, wood chops...) – below installed 1 MW</i>	0,83 kn/kWh

Donošenjem Zakona o energiji i Zakona o proizvodnji, distribuciji i opskrbi toplinskom energijom uveden je jedinstveni tarifni sustav za proizvodnju toplinske energije za cijelu Hrvatsku. No, visina tarifnih stavki još nije određena, a određuje ih Vlada na prijedlog Ministarstva gospodarstva koje pribavlja mišljenje Hrvatske energetske regulatorne agencije (HERA).

Budući da visina tarifnih stavki za proizvodnju topline još nije određena, pri sagledavanju utjecaja ekonomskih poticaja model koristi samo poticaje pri

Iznos poticaja ovisi o porijeklu biomase i instaliranoj snazi postrojenja (tablica 5).

proizvodnji električne energije. Model koristi uniformnu tarifu za poticaje od 1,00 kn/kWh proizvedene električne energije iz biomase (kao aritmetičku sredinu vrijednosti navedenih u tablici 5). Elektrana na biomasu s termičkim stupnjem iskorištenja od $\mu = 80\%$ ima stupanj iskorištenja pri proizvodnji električne energije $\mu_e = 29\%$, dok je ostatak proizvodnja toplinske energije $\mu_e = 51\%$. To uzrokuje smanjenje varijabilnog troška za 38,6 €/MWh (uz 1€ = 7,5 kn) te dovodi do promjene iznosa KGT i DGT.



Slika 6. Utjecaj porasta cijene emisijskih prava na kretanje DGT uz poticaj iz feed-in tarife; Pri svojoj nižoj i višoj cijeni, biomasa je konkurentnija od ugljena i plina i bez porasta cijene emisijskih prava.

Figure 6 Impacts of emission allowances price on LRMC with included feed-in tariffs; for its both prices, biomass gets more competitive than gas or coal even without emission allowances price.

PROIZVODNJA BIOMASE U KULTURAMA KRATKIH OPHODNJI (KKO)

Biomass production in Short Rotation Cultures (SRC)

Biomasa šumskih vrsta drveća može se proizvoditi i intenzivnim uzgajanjem brzorastućih vrsta drveća kao što su vrbe, topole, joha, breza, bagrem i dr. Ovakav način proizvodnje biomase šumskih vrsta poznat je pod nazivima "kulture kratkih ophodnji" ili "intenzivne kulture kratkih ophodnji" (engl. Short Rotation Coppice ili Short Rotation Intensive Culture). Kulture kratkih ophodnji (KKO) predstavljaju energetske nasade, najčešće vrba i topola, koji se koriste za toplinsku i/ili električnu energiju. Općenito poznata kao proizvodnja biomase u kratkim ophodnjama, takva se izdanačka kultura ili panjača pomlađuje izdancima iz panja ili koriđena. Ovi nasadi koriste se kao panjače u vrlo kratkim ciklusima i sijeku se svake druge do pete godine, i osnivaju se s velikom gustoćom sadnje (od 1.000 do 30.000 biljaka/ha). Nakon sječe potjeraju novi izbojci koji će se ponovo posjeći za dvije do pet godina, te će se na taj način sjeći u sukcesivno šest do osam ophodnji, nakon čega se kultura mora iskrčiti i zamijeniti novim sadnim materijalom, budući da vitalitet stabalaca, kao i proizvodnja biomase, tada značajno opada.

U Hrvatskoj su provedena istraživanja i dobiveni su prvi rezultati u energetskim nasadima selekcioniranih klonova stablastih vrba i topola, odnosno mogućnosti proizvodnje biomase u zavisnosti od staništa, klena i razmaka sadnje te gustine sklopa (Kajba i sur. 2004, Bogdan i sur. 2006).

Kulture kratkih ophodnji definiraju se i kao intenzivni nasadi brzorastućih vrsta drveća na tlima koja su narušena, na kojima poljoprivredna proizvodnja nije rentabilna ili su nepodesna za uzgoj vrjednijih šumskih vrsta. Takve plantaže brzorastućeg drveća nazivaju se i energetski nasadi ili energetske plantaže. Osnovna funkcija takvog tipa kultura je proizvodnja biomase kao obnovljivog i ekološki prihvatljivog energenta, ali uz to one mogu biti alternativna "poljoprivredna" kultura (na lošijim staništima) i imaju funkciju diversifikacije poljoprivrednog zemljišta, pružaju mogućnost ekološki naprednjeg načina pročišćavanja otpadnih voda i tla (fitoremedijacija), a služe i za vezivanje povećane količine atmosferskog ugljika (ponora ugljika), kako navode Verwijst (2003), Volk i sur. (2004), Smart i sur. (2005).

Do sada je u Hrvatskoj na različitim staništima, uglavnom u nizinskom panonskom području, postavljeno nekoliko pokusnih ploha s brzorastućim šumskim vrstama (Kajba i dr. 1998, Kajba 1999a, Kajba 1999b, Kajba i sur. 2004, Bogdan i sur. 2006). Klonovi stablastih vrba pokazali su u dosadašnjim istraživanjima najveći potencijal produkcije biomase u kratkim ophodnjama do pet godina (Kajba i sur. 2007, 2007). Cilj je dosadašnjih istraživanja bio utvrditi potencijal produkcije biomase izabranih klonova vrba i to-

pola u kratkim ophodnjama na staništima nepodesnim za uzgoj vrjednijih vrsta šumskog drveća ili za poljoprivrednu proizvodnju.

Osim sadašnje raspoložive šumske biomase daljnje povećanje moguće je ostvariti osnivanjem kultura kratkih ophodnji (KKO) ili uzgajanjem kultura i plantaže brzorastućih vrsta šumskog drveća na 180.000 ha neobraslog šumskog zemljišta. Također su na temelju pedološke obrade poljoprivrednih površina izrađene namjenske pedološke karte Republike Hrvatske i hidropedološka karta u kojima su navedene potencijalne površine za uzgoj poljoprivrednih kultura (Tomić i dr. 2008). U hrvatskoj poljoprivredi također postoje potencijalne mogućnosti za proizvodnju obnovljive energije kroz proizvodnju biogoriva na neobrađenim dijelovima površina (947.000 ha), dok bi se dio površina s privremenom nepogodnjim tlima (611.324 ha) i površina s trajno nepogodnjim tlima (806.648 ha) mogao iskoristiti za osnivanja kultura kratkih ophodnji sa šumskim vrstama drveća u periodu od maksimalno 15 godina.

Tijekom fotosinteze šumsko drveće apsorbira ugljični dioksid i ugrađuje ga u svoje stanišne stjenke, u nadzemnom dijelu u deblovinu, lišće i grane, a u podzemnom dijelu u svoj korijenov sustav, u strukturu biomase i u tlo. Iz tih razloga akumulacija ugljika u šumskim ekosustavima općenito ima veliko značenje, uglavnom iz pogleda stakleničkih plinova i potencijalnog zagrijavanja atmosfere. Za ugljični dioksid (CO_2) općenito se radi kalkulacija za vezanje ugljika biomassom i tlom za jednu godinu po hektaru ($\text{t CO}_2 \text{ ha}^{-1}$). U mnogim je zemljama potaknuto osnivanje kultura kratkih ophodnji uz potpore i poticaje neprehrambenih kultura i sukladno izmjenama korištenja tla, s ciljem povećanja površina i udjela korištenja biogoriva te poniranje ugljičnog dioksida. Istraživanja vezivanja CO_2 provedena su u sjevernoj Italiji s klonom topole 'I-214' pri klasičnom plantažiranju i razmaku sadnje od 6'6 m (270 biljaka po ha), kao i kod klena topole 'Pegaso' u gustoj sadnji u kulturi kratke ophodnje (12.500 biljaka/ha), tijekom prve tri godine od osnivanja (Zenone i sur. 2008). Utvrđeno je prosječno godišnje poniranje od 19,1 do 23,2 $\text{t CO}_2 \text{ ha}^{-1}$ kod plantaže topola, odnosno od 11,2 do 27,5 $\text{t CO}_2 \text{ ha}^{-1}$ kod kulture kratkih ophodnji. Prema utvrđenom modelu, kroz deset godina uzgajanja, kod klasične kulture topola rezultiralo bi s ponorom CO_2 od 130 do 183 $\text{t CO}_2 \text{ ha}^{-1}$, zavisno o ulaganju i korištenju agrotehničkih mjera, dok bi u istom periodu od deset godina kod kulture kratkih ophodnji topola to iznosilo od 134 do 235 $\text{t CO}_2 \text{ ha}^{-1}$.

Istraživanja provedena na temu vezivanja CO_2 iskazačala su različite vrijednosti kod više različitih vrsta drveća, npr. ona su kod alepskog bora iznosila u prosjeku oko 48, pinjola 27, a hrasta plutnjaka svega 4,5 $\text{t CO}_2 \text{ ha}^{-1}$

godišnje, dok se kod nekih južnoameričkih vrsta šumskog drveća prosječni godišnji ponor kretao od 8,6 do 14,3 t CO₂ ha⁻¹.

Cijena osnivanja jednog ha kulture kratkih ophodnji vrba (9000 kom/ha), koje su se u dosadašnjim istraživanjima iskazale najpodesnije s obzirom na produkciju i na uzgajanje na težim tipovima hidromorfnih tala, iznosi oko 30.000 kuna. U cijenu su uračunati troškovi pripreme zemljišta (oranje i tanjuranje), cijena sadnica (reznica) i dvije njege tijekom prve godine od osnivanja kulture. Procjene dodatnog troška za održavanje su još uvrstiti 18.000 kn/ha (što uključuje 20 nadnica za okopavanje i dvije međuredne ophodnje s mehanizacijom). Time se ukupni troškovi osnivanja i održavanja jednog hektara KKO procjenjuju na 48.000 kn.

U prosjeku kod šest ophodnji (šest sječa od po dvije godine) i s prosječnom produkcijom od 15 t suhe tvari godišnje, ukupna proizvodnja iznosila bi kroz 12 godina 180 tona suhe drvne tvari. Također bi prosječno ve-

zivanje od 15 t CO₂ ha⁻¹ godišnje u istom razdoblju vezalo ukupno 180 t CO₂ ha⁻¹.

Kalkulacija kulture kratkih ophodnji za klonove vrba kroz 12 godina proizvodnosti iznosila bi:

- ukupni troškovi osnivanja i održavanja ha KKO = 48.000 kn
- ukupno je tako proizvedeno 180 t suhe drvne tvari
- cijena tako proizvedene biomase je 48.000 kn / 180 t = 267 kn (tj. 35,6 €/t)
- Ta cijena odgovara tržišnoj cijeni biomase (35 €/t)
- ukupna količina vezanih CO₂ emisija iznosila bi 180 t CO₂/ha

Kalkulacija je izvedena bez poticaja od strane Ministarstva, koji u zemljama EU iznosi od 110 do 220 €/ha/godišnje, a za period od 15 godina dobivaju se povlastice oslobođenja od plaćanja poreza na zemljište (usmeno priopćenje, ASO projekt).

ZAKLJUČCI – Conclusions

Europska shema trgovanja emisijama (EU ETS) ograničava količinu emisija na nacionalnoj razini i na razini pojedinog postrojenja. JI i CDM projekti predstavljaju fleksibilne Kyoto mehanizme koji omogućuju ulaganje u projekte smanjenja emisija izvan zemlje ulagača. Količina emisija smanjena u tim projektima koristi se za zadovoljenje kvota zemlje ulagača, a cijenu CO₂ emisija po toni iz takvih projekata određuje tržiste. Ograničenje količine emisija koju pojedino postrojenje ili država smiju emitirati dovodi do povećanja konkurenčnosti niskougljičnih tehnologija. Trenutačne CO₂ emisije u Hrvatskoj dosegnut će količinu dodijeljenu Kyotskim Protokolom u 2009. godini (Pašićko, 2008), pri čemu se naglašava potreba za domaćim mjerama smanjenja emisija u budućnosti. Ulaskom u EU Hrvatska će pristupiti i shemi trgovanja emisijama u EU, što će dodatno naglasiti potrebu za projektima koji bi smanjili CO₂ emisije. Korištenje biomase kao energenta dokazano je razvijena praksa u brojnim zemljama, pa je tako iznos ukupne električne energije proizvedene iz biomase u zemljama članicama EU u 2007. godini bio trostruko veći od ukupne potrošnje u Hrvatskoj (EurObserv'ER, 2008).

Pri iskorištenju i gospodarenju šumama nastaju velike količine šumske biomase koje se mogu upotrijebiti za proizvodnju energije. Dodatna mogućnost iskorištenja biomase ostvariva je osnivanjem bioenergetskih plantaža i proizvodnjom biomase šumskih vrsta drveća u kulturama kratkih ophodnji (KKO). Među brojne prednosti KKO spadaju mogućnost primjene na degradiranim zemljištima, vezivanja CO₂ i dodatno zapošljavanje ruralnog stanovništva.

Promjena cijene CO₂ emisija utječe na kratkoročne (KGТ) i dugoročne granične troškove (DGT) proizvo-

dnje električne energije, pri čemu odluka o promjeni goriva u postojećoj elektrani ovisi o kretanju kratkoročnih graničnih troškova, dok o dugoročnim graničnim troškovima ovisi investicijska odluka prilikom izgradnje novih elektrana.

Rezultati primijenjenog modela govore kako je u postojećim elektranama (usporedba KGT), upotreba biomase kao goriva konkurentnija od upotrebe plina ili ugljena, čak i bez poticajne cijene od prodaje električne energije iz obnovljivih izvora (*feed-in tarife*). Usporedba KGT važna je kad su te elektrane već izgrađene i međusobno se uspoređuju konkurentnije gorivo za spaljivanje.

Prilikom donošenja odluke o investiranju u novu elektranu, međusobno se uspoređuju DGT pojedinih tehnologija. S postojećom *feed-in* tarifom investiranje u izgradnju elektrane na biomasu je isplativija odluka od investiranja u elektranu na ugljen ili plin, i pri nižoj i pri višoj cijeni biomase. Ovakvi rezultati analize govore o snažnoj ekonomskoj opravdanosti investiranja u energetsko korištenje biomase u Hrvatskoj.

Primjenom poticanja proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora počeo je nagli razvoj projekata korištenja biomase u energetske svrhe. Velika prepreka razvoju tih projekata bila je nemogućnost investitora da ugovorno kupi biomasu za sljedećih 12+3 godine. Nedavnim sklapanjem predugovora o isporuci biomase (Pašićko, 2009), stvaraju se uvjeti za razvoj tržista biomase, u što će s vremenom uključiti i vlasnici privatnih šuma.

LITERATURA – References

- Bogdan, S., D. Kajba, I. Katičić, 2006: Producija biomase u klonskim testovima stablastih vrba na marginalnim staništima u Hrvatskoj. Glas. šum. pokuse, pos. izd. 5: 261–275.
- Domac, J., M. Beronja, N. Dobričević, M. Đikić, D. Grbeša, V. Jelavić, Ž. Jurić, T. Krička, S. Matić, M. Oršanić, N. Pavičić, S. Plieštić, D. Salopek, L. Staničić, F. Tomić, Ž. Tomšić, V. Vučić, 1998: Bioen Program korištenja biomase i otpada: Prethodni rezultati i buduće aktivnosti. Energetski institut "Hrvoje Požar". Zagreb. 180 str.
- Domac, J., M. Beronja, S. Fijan, B. Jelavić, V. Jelavić, N. Krajnc, D. Kajba, T. Krička, V. Krstulović, H. Petrić, I. Raguzin, S. Risović, L. Staničić, H. Šunjić, 2001: BIOEN Program korištenja energije biomase i otpada. Nove spoznaje i provedba. 144 str.
- EC, 2003: Directive 2003/87/EC of the European Parliament and of the Council of 13 October 2003 establishing a scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Community and amending Council Directive 96/61/EC, Official Journal of the European Union, studeni, 2003.
- EC, 2004: Directive 2004/101/EC of the European Parliament and of the Council of 27 October 2004 amending Directive 2003/87/EC establishing a scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Community, in respect of the Kyoto Protocol's project mechanisms, Official Journal of the European Union, studeni 2004.
- EC, 2008: "Commission's Climate and Energy Package", 23 siječnja 2008, dostupno na http://ec.europa.eu/environment/climat/climate_action.htm
- EIA, 2008: Energy Information Administration, Annual Energy Outlook, 2008, DOE/EIA-0383 (2008).
- EurObserv`E R, 2008: Solid Biomass Barometer, No. 188, prosinac 2008.
- IEA, 2003: Emissions trading and its possible impacts on investment decisions in the power sector, 2003 IEA Information Paper. Dostupno na: <http://iea.org/textbase/papers/2003/cop9inv-dec.pdf>
- Kajba, D., 1999a: Short Rotation Crops in Croatia. U: Christersson, L. & S. Ledin (ur.) Proceeding of the first meeting of IEA, Bioenergy Task 17. June 4–6 1998. Uppsala. Sweden. SLU. str. 37–40.
- Kajba, D., 1999b: Arborescent Willow Biomass Production in Short Rotations. U: Overend, R.P. & E. Chornet (ur.) Proc. of the fourth Biomass Conference of the Americas. August 29 – September 2. Oakland. California. USA. str. 55–60.
- Kajba, D., A. Krstinić, N. Komlenović, 1998: Proizvodnja biomase stablastih vrba u kratkim ophodnjama. Šumarski list 3–4: 139–145.
- Kajba, D., S. Bogdan, I. Katičić - Trupčević, 2004: Producija biomase bijele vrbe u klonskom testu Dravica (Šumarija Darda). Šumarski list 9–10: 509–515.
- Kajba, D., S. Bogdan & I. Katičić, 2007: Selekcija klonova vrba za produciju biomase u kratkim ophodnjama. Obnovljivi izvori energije u Republici Hrvatskoj (energija biomase, bioplina i biogoriva), HGK, Osijek, 27.–29. svibnja 2007., Zbornik radova:107–113.
- Kajba, D., S. Bogdan & I. Katičić, 2007: Producija biomase vrba u pokusnim kulturama kratkih ophodnji u Hrvatskoj. HAZU – Zbornik radova znanstvenog skupa: Poljoprivreda i šumarstvo kao proizvođači obnovljivih izvora energije, Matić, S. (ed.): 99–105.
- Mužek, Z.: "Model cijena energije za vrednovanje scenarija razvoja energetskog sustava – Podloge za izradu Energetske strategije", Zagreb, 2008 (dostupno na www.energetska-strategija.hr)
- Narodne novine, 2007: Tarifni sustav za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije, Narodne novine br. 33/07.
- Parsons Brinckerhoff Ltd, 2003: "Powering the Nation – the review of the costs of the generating electricity", Summary Report, ožujak 2003. http://www.pbpower.net/inprint/pbpubs/powering_the_nation_summary.pdf
- Pašičko, R., A. Tušek, Ž., Tomšić, 2008: Use of biomass in Croatia: options for CO₂ mitigation. International Congress "World Renewable Energy Congress" Glasgow, Scotland, 19–25. July 2008.
- Pašičko, R., D. Žgela, 2008: Preliminarna analiza izgradnje bioenergane na lokaciji Brinje, Depod projekti, Zagreb, svibanj 2009.
- Point Carbon, 2008: "Carbon 2008 – Post Kyoto is now". Oslo, Norway, 2008.
- Smart, L. B., T. A. Volk, J. Lin, R. F. Kopp, I. S. Phillips, K. D. Cameron, E. H. White, L. P. Abrahamson, 2005: Genetic improvement of shrub willow (*Salix* spp.) crops for bioenergy and environmental applications in the United States. *Unasylva* 221, Vol. 56: 51–55.
- Sučić, Ž., 2008: Tehnologije pridobivanja drvne sječke. Međunarodni seminar o šumskoj i drvnoj biomasi, Centar za razvoj i marketing, Vukovar 1.2 prosinca 2008.

- Sušnik, H., Z. Benković, 2007: Energetska strategija Republike Hrvatske u kontekstu održivog razvitka šumarstva i poljoprivrede. Obnovljivi izvori energije u Republici Hrvatskoj (energija biomase, bioplina i biogoriva), HGK, Osijek, 27.-29. svibnja 2007., Zbornik radova:11-18.
- Tomić, F., T. Krička, S. Matić, S., 2008: Raspoložive poljoprivredne površine i mogućnosti šuma za proizvodnju biogoriva u Hrvatskoj. Šum. list 7-8: 323-330.
- Türk, A. i sur, 2006: "Needs and challenges in implementing key directives – EU Emissions Trading Directive (2003/87/EC)", Bioenergy NoE; 15. prosinac 2006.
- Verwijst, T., 2003: Short rotation crops in the world. U: Nicholas, I. D. (ur.) IEA Bioenergy Task 30 Proceedings of the Conference: The role of short rotation crops in the energy market. December 1-5, 2003. Mount Maunganui, Tauranga, New Zealand. Str. 1-10.
- Volk, T. A., T. Verwijst, P. J. Tharakan, L.P. Abrahamson, E. H. White, 2004: Growing fuel: a sustainability assessment of willow biomass crops. *Ecol. Environ.* 2 (8): 411-418.
- Zenone, T., M. Migliavacca, L. Montagnani, G. Seufert, R. Valentini, 2008: Carbon Sequestration in Short Rotation Forestry and Traditional Poplar Plantations. FAO, International Poplar Commission, Poplars, Willows and People's Wellbeing, 23rd Session, Beijing, China, 27-30 October 2008, 226 p.

POPIS KRATICA

AEO – Annual Energy Outlook
 CDM – Clean Development Mechanism
 CER – Certified Emission Reduction
 DGT – Dugoročni granični troškovi
 ERU – Emission Reduction Unit

ETS – Emission Trading Scheme
 JI – Joint Implementation
 KGT – Kratkoročni granični troškovi
 KKO – Kulture kratkih ophodnjii

SUMMARY: A rising share of renewable energy sources in the overall energy balance is one of the strategic goals of a growing number of countries. By signing international agreements (e.g. the Kyoto Protocol), and in accordance with the legislature and accession to the EU, Croatia undertook the obligation to make concrete steps and increase the use of renewable energy sources, as stated by the paradigm "sustainable development". In Croatia, biomass is a renewable energy source with the greatest potential.

The goal of this work is to explore the impact of the European Emission Trading Scheme (EU ETS Scheme) and flexible mechanisms of the Kyoto Protocol – the Joint Implementation Mechanism, JI, and the Clean Development Mechanism, CDM, – on the competitiveness of biomass energy production. Compared to fossil fuels, the advantage of biomass is that energy from biomass combustion is considered CO₂ free technology, since biomass sequesters CO₂ as part of photosynthesis.

The EU ETS restricts emission amounts at the national level and at the level of single installation. Every industrial operator is allocated a certain amount of emission allowances. In order to satisfy their needs, the operators may trade with their allowances and purchase emission allowances on the market. The JI and CDM projects represent flexible Kyoto mechanisms which allow investment in emissions reduction outside the investing country. The amount of emissions reduced in such projects is used to satisfy the allowances of the investing countries, while the price of CO₂ emissions per ton is determined by the market. An allocated amount of emissions which an installation or a country may emit increases the competitiveness of low-carbon technologies.

Forest management and exploitation produces large quantities of forest biomass, which can be used for energy production. Biomass can additionally be generated by the establishment of bioenergy plantations and biomass production in short rotation crops (SRC) of forest tree species.

The article presents a mathematical economic model which explores the impact of CO₂ prices on investment decisions related to the construction of new electrical power plants or a change of fuels in the existing plants. The model determines emissions allowance prices at which biomass becomes more competitive than other technologies. Changes in CO₂ prices affect short run marginal costs (SRMC) and long run marginal costs (LRMC) of electrical energy production, where a decision on the replacement of fuel in the existing plant depends on trends in short run marginal costs, whereas an investment decision to construct new electrical plants depends on long run marginal costs.

According to the results of the applied model, biomass fuel in the existing plants (comparison of SRMC) is more competitive than gas even with minimal biomass prices and no additional CO₂ allowance price or feed-in tariffs. With CO₂ prices larger than 26 €/t CO₂, biomass becomes more competitive than gas and coal for its minimal price, while for its maximal price it is more competitive at CO₂ prices larger than 21 €/t CO₂.

Key words: forest biomass, EU ETS scheme, short run (SRMC) and long run marginal costs (LRMC), Croatia

SUKULENTE (MESNATICE – TUSTIKE) NA JADRANSKOJ OBALI I UPORABA U PARKOVIMA

SUCCULENTS (FAT PLANTS) ON THE ADRIATIC COAST AND THEIR USE IN PARKS

Dražen GRGUREVIĆ*

SAŽETAK: Sukulente su biljke koje postupno osvajaju našu obalu.

Najprije su privukle kolezionare, a potom uvidjevši da pojedine vrste podnose i niske temperature, počela je sadnja i na otvorenom.

Zapravo možemo slobodno tvrditi da su se *Opuntia* sp. u Sredozemlju i Jadranu pojavile vrlo rano, već u XVI. stoljeću, odmah po otkriću Amerike, jer ih spominju naši renesansni književnici.

Mnoge *Opuntia* sp. i *Agave americana* prilagodile su se ovdašnjim ekološkim uvjetima i spontano se razvijaju. Dapače američka agava je na neki način postala i simbol nekih dijelova naše obale.

I pojedini kaktusi poput *C. peruvianus* "Monstruosus" pokazuju veliku otpornost na hladnoću i čest je na našoj obali, visok i preko 4 m.

Klimatskim zatopljenjem, ali i aklimatizacijom ovde prezime, osvajaju tlo i vrste poput *Aptenia cordifolia*, o kojoj prije desetak godina nismo mogli ni razmišljati.

Osim ovih egzotičnih sukulenta, na našoj obali rastu i užgajaju se i neke europske mesnatice poput *Sedum* sp., žednjaka i *Sempervivum* sp. – čuvarkuća.

Sukulenti su najpogodniji za sadnju u kamenjaru. Sa njihovom upotreborom ipak moramo biti oprezni jer naglašavaju egzotični izgled.

UVOD – Introduction

U kućnim vrtovima, na balkonima i terasama, kada i u parkovima duž naše obale i Sredozemlja, zapazit ćemo ove, uglavnom, egzotične biljke često čudnih oblika, poput neke apstraktne figure.

Nazivamo ih pogrešno kaktusi (*Cactaceae* sp.) a oni su samo jedna od brojnih porodica sukulenta (lat. *succulentus* = tustika, mesnatica) s vrlo mnogo rodova.

Gotovo svi kaktusi su podrijetlom iz Sjeverne i Južne Amerike, dok su ostali sukulenti rašireni po svim kontinentima.

Zajedničko svojstvo kaktusa je život u ekstremnim sušnim uvjetima kojima su se prilagodile tako da im je stabljika zadebljala, omesnatila i postala spremnik vode, a lišće pretvorilo u bodlje radi štednje vode.

Od ovih općih pravila postoje izuzeci, primjerice *Pereskia aculeata*, koja ima normalno razvijene listove.

Sukulenti – mesnatice su uglavnom biljke tople klime, osjetljive na niske temperature uz izuzetke, doduše rijetke, koje ćemo iznijeti u dalnjem tekstu. Otpornost na niske temperature je relativan pojam i ovisi o nizu čimbenika: tlu, vjetru, oborinama, položaju itd.

Skromne su na izbor tla, podnose veliku insolaciju, ali *Epiphyllum* i *Phyllocactus* hibridi vole polusjenu.

Često su prekrasnih cvjetova. Općenito skromnih su ekoloških zahtjeva, osim osjetljivosti na niske temperature, ali moramo pripaziti da zemlja za sadnju bude lagana i ocjedna te sadrži oko 30 % riječnog pijeska, a dno jame ili lonca drenirano, najbolje glinenim kuglicama.

Lako se razmnožavaju sjemenjem i reznicama (lopaticama) a puzavci vriježama osvajaju tla.

* Dražen Grgurević, dipl. ing., krajobrazni arhitekt u mirovini 21000 Split, Rooseweltova 29

UPORABA U PARKOVIMA – Use in parks

U našim uvjetima u parkovima, osim donekle agave, malo se ili bolje reći rijetko upotrebljavaju. To je razumljivo, jer postoji bojazan od smrzavanja, zatim teško im je naći povoljno mjesto za sadnju, odnosno uklapanje u ambijent, a zbog bodlji su i opasne posebice za djecu. Međutim česte su u kućnim vrtovima gdje nalažavaju egzotičnost. U kućnim vrtovima narastu i više metara. Pravo mjesto njihove sadnje je kamenjar, gdje u skladu s ostalim biljem pružaju zapažene dojmove.

Ipak kamenjar od mesnatica ne smije biti dominanta parka, jer ostavlja dojam egzotike, a to je u suprotnosti s autohtonosću našeg parkovnog izraza. Dakle, mjesto sadnje moramo pažljivo izabrati glede svih čimbenika;

ekoloških, zaštićeni i ocjedni položaj, funkcionalni – paziti na bodlje, likovni – uklapanje u park. U svakom slučaju najbolje i najljepše su u kamenjarima ili na podlozi oblutka.

Osjetljive vrste možemo saditi u loncima, a pred zimu treba ih unijeti na zaštićeno mjesto.

Od ovih pravila odstupaju vrste koje nemaju bodlje, ponajprije puzave tustike koje zahtijevaju položaje gdje temperatura ne padne ispod 0 °C. One su vrlo zahvalne, jer podnose jaku insolaciju – pripeku i propuštena, odnosno rijetka zalijevanja pa i nezalijevanja. Osjetljive vrste sađene na otvorenim prostorima moramo zimi spremiti u hladnu prostoriju, jer u toploj mogu početi vegetirati.

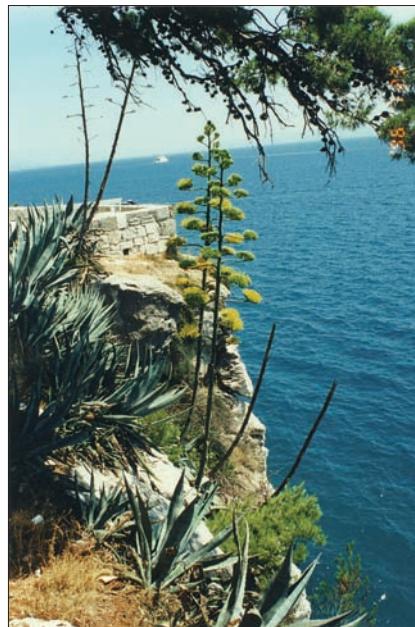
VRSTE SUKULENTA – Types of succulents

Svakako najpoznatija je *Agave americana* L., porodica Agavaceae, agava, loparina, ščilet. Domovina joj je Meksiko, odakle je u XVI. stoljeću (1561. god.) unešena u Europu, točnije Španjolsku, a odatle se spontano raširila po Sredozemlju. To znači da podnosi niske temperature (do -5 °C) iako podnošenje hladnoće ovisi o više čimbenika: vjetru, oborinama, tlu, ekspoziciji, kondiciji biljke itd.

Agave su poznate po svojim širokim mesnatim "listovima" sivo plave boje, dužine do 2 m, širine do 30 cm, skupljeni u rozetu. Na rubu imaju smeđe i oštре bodlje, ali i veliku bodlju na vrhu. S njima može prouzročiti ozbiljne ozljede. Zato izbjegavajmo sadnju pokraj frekventnih mesta, posebice u blizini djece (igrališta).

Agava se ističe cvatnjom. Cvjet je batva visine 5–6 m, na kojemu se pri vrhu nalaze žuto-zelenkasti cvjetovi. Cvjeta ljeti svakih 15–20 godina, a nakon toga matična biljka ugine, ali potjera puno izdanaka. Lako se razmnožava sjemenom ili dijeljenjem, odnosno mladicama.

Agava je vrlo lijepa i skromna biljka. Često ćemo je vidjeti na liticama u blizini mora, a to znači da voli sunce i podnosi posolicu. Kamenjar, litice su njeno prirodno okruženje, ali imajmo na umu kada ugine, matična biljka padne i zbog težine može uzrokovati štetu. Vrlo je lijep njen zlatorubi varijetet *A. americana* L. var. *Marginata* L. Osim ovih agava, zbog otpornosti na hladnoću vrijedno je u našim krajevima pokušati uzgajati i *Agave par-*



Sl. - Fig 1 Agava na litici - Agave on a cliff

ryi, *A. potatorum* i *A. ferox* koje podnose temperaturu do -5 °C. Nešto su manjeg rasta od obične agave. Uporaba i zahtjevi staništa su slični. Osjetljive su na štitne uši. U našim krajevima nije primjećen njihov napad.

Na kraju ćemo spomenuti nekoć i dobivanje platna od njenih čvrstih vlakana, ali i žestice tekile od *Agave tequilana* – A. Weber, plava agava.

Aloe arborescens Mill. porodica Liliaceae – drvenasti aloj *Aloe arborescens* Mill. family Liliaceae – krantz aloe

Aloja poznata je sukulenta podrijetlom iz Južne Afrike.

Najpoznatija je *Aloe vera* (L.f.) N.E. Br. kojoj se pripisuju velika ljekovita svojstva.

Katkada se aloje mogu vidjeti u vrtovima, pa i perivojima na zaštićenim južnim položajima, jer je s obzirom na toplinu zraka znatno osjetljivija (prema našim iskustvima) na niske temperature od agave.

Česte su zato kao lončanice, a *A. vera* gotovo istrebljena zbog njene navodne ljekovitosti.

Drvenasti aloj naraste u domovini 2–3 m visine, na cvjetnoj drški nalaze se brojni koraljno crveni cvjetići.

Voli pjeskovitu zemlju. Podnosi i posolicu.

***Aptenia cordifolia* (L. f.) N. E. Br., srcoliska, srcolisni puzavac**
Aptenia cordifolia (L. f.) N. E. Br., heartleaf ice plant

Nema dugo da je ova puzavica mesnatih listova počela osvajati zemljište naših vrtova, pa i parkova. Ali isto tako često pokriva zidove. Podrijetlom je iz toplijih krajeva. I to joj je izgleda jedini nedostatak, jer je u njenom agresivnom širenju jedino zaustavlja hladnoća i oštećenja od gaženja.

Prema našim zapažanjima promrzne na oko 0 °C, ali se uvijek nađe neki zaštićeni kutak gdje preživi i nastavlja s osvajanjem (uglavnom golog) zemljišta. To znači da se i lako razmnožava. Dovoljno je otkinuti dio biljke, posaditi je u zemlju i uskoro će se proširiti po zemljištu. Sve nam to ukazuje da je ona vrlo skromna biljka, otporna na sušu i u toplijim krajevima, odnosno pozicijama, dobar pokrivač tla. Njenom širenju duž naše obale pogodovale su blage zime, kao i ostalim tropskim i subtropskim kulturnama. Oštira zima svest će njihovo postojanje na realnost. Svakako će ostati sačuvane kolonije na toplim i zaštićenim položajima, ponajprije u blizini mora, gdje



Sl. - Fig 2 *Aptenia cordifolia*, ssrcoliska – Heartleaf ice plant

zahvaljujući strujanju zraka toplina rijetko padne ispod 0 °C. Preostale biljke će se oporaviti i nastaviti sa agresivnim širenjem. Ssrcolisku je lako prepoznati. List je mesnat, ssrcolik. Cvijet roza crvene boje ostaje na biljci, sve do u jesen. Biljka tvori guste zelene tapete.

***Carpobrotus edulis* (L.) N. E. Br. puzavac, porodica Aizoaceae**
Carpobrotus edulis (L.) N. E. Br. creeper, plant family Aizoaceae

Domovina mu je Južna Afrika. Zahvaljujući blagim zimama znatno se proširio po Sredozemlju, ponajprije zbog brzog razvoja, lakog razmnožavanja, skromnosti na stanišne uvjete i raznolike uporabe.

Prepozнат ćemo ga po mesnatim trokutastim listovima, crvenkastim granama i rozo crvenim cvjetovima promjera do 8 cm, kojima se prekrije bilja u kasno proljeće. Tvori guste mesnate tapete koji ne podnose gaženje. Baš zbog ljepote, ali i lakog uzgoja, velikog i brzog širenja, te podnošenja oskudnog zemljišta, čak i laporanja, kao i suše, u toplijim krajevima često se koristi za prekrivanje kosina, škarpi. Podnosi i posolicu. Odgovara mu blizina mora. Ovdje rijetko smrzne. Kritična granica smrzavanja prema našim zapažanjima je oko 0 °C. Zato je njegova sadnja rizična na otvorenim položajima,



Sl. - Fig 3 *Carpobrotus edulis*, mesnati puzavac –Ice plant

jima, daleko od mora. Lako se razmnožava. Dovoljno je otkinuti dio biljke, staviti u zemlju i vrlo brzo ćemo imati novu sadnicu. Može se razmnožavati i s jermenom.

***Cereus peruvianus* (L.) – Miller – “Monstruosus”, čudovišni kaktus, porodica Cactaceae**
Cereus peruvianus (L.) – Miller – “Monstruosus”, curiosity plant, Cactaceae family

Čudovišni kaktus je podrijetlom iz Južne Amerike. Čest je u našim vrtovima, katkada visine i 3–4 m, uočljiv



Sl. - Fig 4 *Cereus peruvianus* – Cereus



Sl. - Fig 5 *Cereus peruvianus* monstruosus, čudovišni kaktus – Curiosity plant

po svom neobičnom "deformiranom" obliku, koji nastaje spontano, ali čak i od sjetve sjemena. Njegova nam visina potvrđuje da je izdržao niske temperature kroz duže vrijeme, katkada i na izloženim položajima (Makarska). U svakom slučaju on je opasna atrakcija. Zato ga moramo

saditi izvan mogućeg kontakta s ljudima, ponajprije djecom. Razmnožava se jednostavno otkidanjem dijela stabljike. Možemo pretpostaviti da *C. peruvianus* u našim uvjetima redovito mutira u čudovišni kaktus. Zašto?

***Echinocactus grusonii* Mild – jastučasti ili ježasti kaktus, porodica Cactaceae**
***Echinocactus grusonii* Mild – golden barrel, Cactaceae family**

Porijeklom je iz Meksika i jugozapadnih dijelova SAD-a. Jedan je od najljepših kaktusa, koji se u zadnjih tridesetak godina pojavio u našim krajevima. Izdrži do -4 °C, svakako na zaštićenim i ocjednim položajima, pa bi mu mogli naći mjesta. Oprez, jer su mu bodlje duge i oštore, pa ga Talijani u šali nazivaju i *puničin jastuk*. Naraste do 1 m visine uz veliku starost, pa su ovako veliki i stari primjerici obiteljsko naslijede i memorija. Istiće se lijepim okruglim oblikom, dugim oštrim bodljama boje slonovače. Cvjetovi su mu žuti promjera do 5 cm. Razmnožava se sjemenom i izdancima.



Sl. - Fig 6 *Echinocactus grusonii*, ježasti kaktus– Golden barrel

***Echinopsis rivierei-de-caraltii* Cárdenas, golemi kaktus, porodica Cactaceae**
***Echinopsis rivierei-de-caraltii* Cárdenas, Cactaceae family**

Ovaj kaktus još nije raširen duž Jadranske obale, ali kako podnosi niske temperature, čak i -10 °C možemo očekivati njegovu veću uporabu.

Podrijetlom je iz južnih dijelova Bolivije. Naraste u visinu preko 10 m, tada mu prijeti opasnost od prijeloma i traže potporanj. Zato ga sadimo na mjestima zaštićenim od vjetra. Cvjet mu je bijele boje, zvonolik, dužine 10 cm. Otvara se ljeti. Razmnožava se sjemennom i reznicama.



Sl. - Fig 7 *Echinopsis rivierei*, Echinopsis

***Lampranthus auranticus* (DC.) Schwantes, porodica Aizoaceae**
***Lampranthus auranticus* (DC.) Schwantes, Aizoaceae family**

Porijeklom je iz Južne Afrike. Ova osjetljiva i lijepa puzava tustika koristila se u zadnjih nekoliko godina, zahvaljujući ponajprije blagim zimama i sadnji na zaštićenim položajima pokraj mora. To znači da podnosi posolicu. Najčešće je u vazama. Istiće se u proljeće prekrasnim cvjetovima roza boje, kojima prekrije površinu ili vazu.



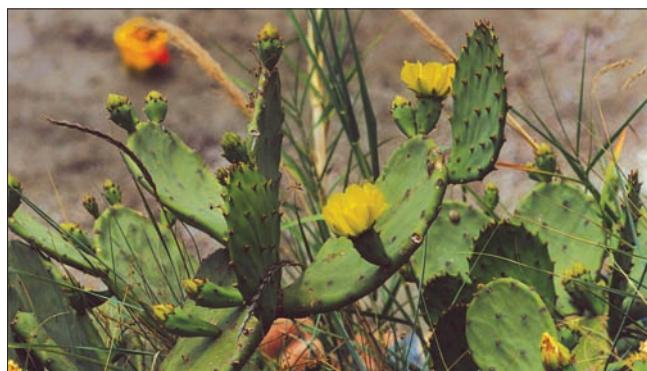
Sl. - Fig 8 *Lampranthus auranticus*

***Opuntia ficus indica* (L.) Mill., – indijska smokva, porodica Cactaceae**
Opuntia ficus indica (L.) Mill., – Indian fig, Cactaceae family

Opuncije su uz agavu najrašireniji sukulentni našeg područja, odnosno kaktusi. Od davnina su došle u naše krajeve, već u XVI. stoljeću odmah po otkriću Amerike. Spominje ih i Petar Hektorović u svom Ribantu i ribarskom prigovaranju "smokve indiane s listjem ko obadi". Postoji 250 vrsta i nije ih jednostavno determinirati. Indijska smokva porijeklom je iz Meksika. Najraširenija je opuncija u našim krajevima, a vjerojatno i Sredozemlju.

Na našoj obali se aklimatizirala, udomaćila i raširila, ali uglavnom u blizini mora, znači na mjestima gdje toplina rijetko padne ispod 0 °C. Poznat ćemo je po velikim mesnatim okruglim "granama" zlatnožutim cvjetovima i crvenim plodovima koji su jestivi, normalno ako ih prethodno ogulimo i uklonimo bodlje.

Može narasti 3–5 m visine, ali je taj rast u našim uvjetima rijetko. Skromna na zemljische zahtjeve. Voli



Sl. - Fig 9 *Opuntia ficus indica*, indijska smokva – Indian fig

sunčane položaje, ali trpi i polusjenu. Lako se razmnožava odlomom dijelova stabljike i sjemenom.

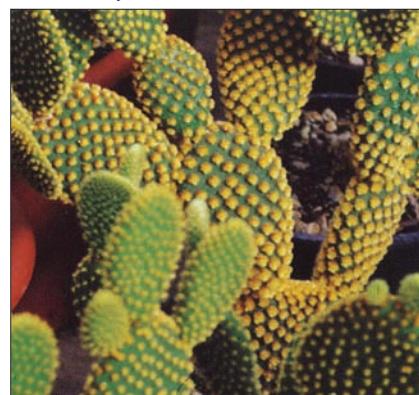
Glede ekoloških zahtjeva slična joj je i vrlo lijepa.

***Opuntia microdasys* (Lehm) Pfeiff – sitnobodna opuncija**
Opuntia microdasys (Lehm) Pfeiff – bunny ears

I ona se aklimatizirala i možemo je naći na liticama uz obalu.

Manjeg je rasta, razgranata, visine do 1 m. ogranci su joj manji, a bodlje su sitne, guste. Cvjetovi su žuti. Kultivirana rijetko cvijeta.

Ova opuncija lijepa je u kamenjaru, samostalno ili s drugim mesnaticama.



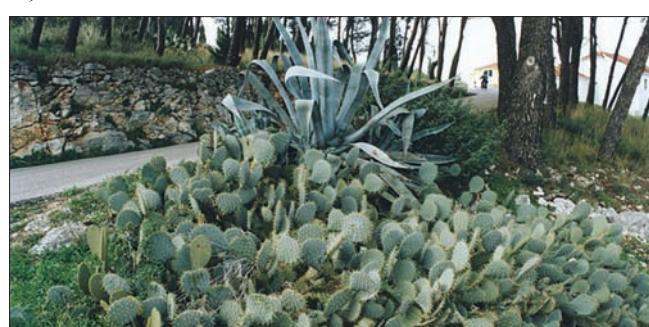
Sl. - Fig 10 *Opuntia microdasys*, sitnobodljiva opuncija – Bunny ears

***Opuntia imbricata* (How) DC – cilindrična opuncija**
Opuntia imbricata (How) DC – tree cholla

Ističe se cilindričnim oblikom grana. Vrlo je razgranata, velikih bodlji. Cvjeta u proljeće i ljeti crvenim cvjetovima.



Sl. - Fig 11 *Opuntia imbricata*, cilindrična opuncija – Tree cholla



Sl. - Fig 12 *Opuntia glaucescens*, siva opuncija – *Opuntia glaucescens*

Isto tako na pojedinim mjestima naših otoka vidjet ćemo i kolonije *Opuntia glaucescens* – Salm-Dyck, a katkada tik uz more *Opuntia humifusa* (Raf) Raf, ali i *Opuntia robusta* – Wendl, snažna opuncija, krupnih do 40 cm velikih lopatica (grana).

Prema našim iskustvima osjetljivija je na niske temperature od gornjih vrsta.

Portulaca oleracea* L. – portulaka, prkos, porodica PortulacaceaePortulaca oleracea* L. – common purslane, Portulacaceae family

Rod ima preko 200 vrsta.

Niska prizemna sukulenta podrijetlom iz Južne Afrike, mesnatih listova, raznobojnih cvjetova. Kod

nas se uzgaja najčešće kao jednogodišnja cvjetnica obično za kamenjare. Praktički podnosi sve osim gaženja.

Razmnožava se sjemenom.

Sedum* sp. žednjaci, porodica CrassulaceaeSedum* sp. stonecrop, Crassulaceae family

Rod žednjaka ima više od 600 vrsta. Mnoge vrste rastu u Hrvatskoj.

Duž Jadranske obale na suncu i polusjeni čest je *Sedum acre* L. – žednjak.

U proljeće cvjeta cvjetovima intenzivne žute boje. Niska je to biljka, promjera do 30 cm, visine do 5 cm,

mesnatih cilindričnih listova. Obično raste na kamenitom tlu, ili u pukotinama stijena.

Malo se koristi u uresnom vrtlarstvu, najčešće u kamenjaru ili suhozidu.

Sempervivum arahnoideum* – Crassul L., porodica CrassulaceaeSempervivum arahnoideum* – Crassul L., Crassulaceae family

Zasigurno najotporniji sukulent.

Porijeklom je iz Pirineja i Karpata i podnosi temperaturu do -15 °C.

Nizak je, visine do 3 cm, širi se vriježama i brzo pokriva tlo.

Ljeti u srpnju i kolovozu cvijeta crvenim cvjetovima, više njih na cvjetnoj drški – rozeti.

Pogodan je pokrivač tla na manjim površinama.

Najpoznatiji je *Sempervivum tectorum* – L. čuvarkuća. Podrijetlom je iz Europe, zelenih mesnatih listova. Cvjeta ljeti.

Naći ćemo ga kao i ostale vrste žednjaka u suhozidama, kamenjaru, krovovima kuća. Krupniji je od gor-



Sl. - Fig 13 *Sempervivum tectorum*, čuvar kuća – Houseleek

njih vrsta. Podnosi niske temperature. Malo se koristi u uresnom vrtlarstvu.

***Yucca* sp. – juke, porodica Liliaceae**

Juke su uglavnom grmovi ili niska stabalca. Nisu pravi sukulentni jer imaju drvenastu stabljiku. Podrijetlom su iz sušnih krajeva Sjeverne Amerike. Prilagođene su oskudnim uvjetima života u tim izuzetno teškim staništima. Stabljika je drvenasta i razgranata. Na vrhu stabljike ili grane imaju rozetu obično dugih, vrlo čvrstih listova, koji završavaju bodljom. Iz sredine rozete izlazi drška koja nosi krupne bijele viseće cvjetove, oblikom slične cvjetovima ljiljana. Cvjetaju ljeti do kasno u jesen. Plod je krupni tamnomodri tobolac.

Skromne su glede stanišnih uvjeta. Podnose loše terene, pripeku i kolebanja u temperaturi, izloženost vjetru. Bilje su sunca, ali mogu uspjevati i u polusjeni. No, tada nisu tako lijepa, kompaktne i često ih napadaju lisne uši.

Hortikultura ih vrlo cijeni. Vrlo lijepa su kao samac. Istoču se slikovitošću stabljike i listova te atraktivnošću cvata – metlice. Koriste se u perenskim zasadima, odnosno niskim grmovima, jer visinom i oblikom oživljavaju i unose dinamiku i slikovitost. Izvanredne su među mesnatim (sukulentnim) biljem, kao i u kame-

***Yucca* sp. – yucca, Liliaceae family**

njaru. Isto tako su lijepa u klasičnim vrtovima, rondelima i drugim simetričnim vrtnim oblicima. Atraktivne su na podlozi tratinje, a isto tako među kamenjem.

Otporna je na bolest i štetnike, osim na štitaste uši koje napadaju oslabljene biljke (u sjeni).

Lako se razmnožava sjemenom ili za praktičare reznicama i izbojcima iz debla ili grane. Dovoljno je u proljeće otkinuti veći komad stabljike, posaditi u vrtnu zemlju, još bolje u mješavinu vrtne zemlje, pjeska i treseta i eto nam nove biljke.

Juke sigurno imaju svoje mjesto u parku i malom vrtu, pogotovo ako je kamenit ili ima škrapa. Zahvalni ćemo joj biti ako je posadimo kao zaštitu na mjesto preko kojega ne želimo gaženje ili prelaženje. Samo ipak oprez, jer svojim trnovima može zadati nevolje, posebno djeci. Zato u vrtu treba izbjegavati sadnju kraj frekventnih mjesta.

Juke se mogu s uspjehom uzgajati duž naše obale.

Našu parkovnu floru obogaćuje nekoliko vrsta već udomaćenih juka:

Y. aloifolia* – L., tvrdolisna jukaY. aloifolia* – L., *aloe yucca*

Podrijetlom je iz Meksika i Kalifornije. Za razliku od drugih juka ima tvrde i uže lišće, fino napisano. Raste u visinu do 2 metra, pa se često pod težinom lisne rozete (stabljika) prelomi. To je gotovo redovita pojava na jačem i vlažnijem tlu, gdje postiže bujan rast. Zanimljiva je *Y. aloifolia-Variegata*, hort. bijelog ruba.

***Y. gloriosa* – L.** je šireg lišća, nešto labavijeg, tamnozelene boje, bujnija. Ova vrsta cvjeta od pete godine starosti. Najčešća je juka u našim nasadima.

***Y. filamentosa* – L., vlaknata juka.** Lako je prepoznati, jer nema stabljkice, već cvjetovi izravno izlaze iz lišća, iz kojega joj vise bjelkasta vlakna.

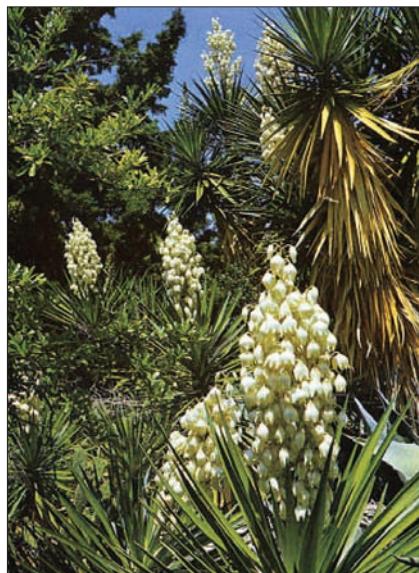
***Y. recurvifolia* – Salisb.** slična je *Y. gloriosa*, ali nešto manja. Listovi su joj nešto uži i krivudaviji, presavijeni. Ova juka cvjeta kada pređe visinu od jednog metra.



Sl. - Fig 14 *Yucca filamentosa*, končasta juka – Adam's needle



Sl. - Fig 15 *Yucca gloriosa*, svečana juka – Spanish dagger



Sl. - Fig 16 *Yucca aloifolia*, skupina juka sa tvrdolisnom jukom – *Yucca aloifolia*, group of yucca with hard-leaved yucca



Sl. - Fig 17 *Yucca gloriosa*, skupina svečanih juka – Group of Spanish dagger yucca



Sl. - Fig 18 *Yucca elephantipes*, gigantska juka – Spineless yucca

Spomenut ćemo i gigantsku juku – *Y. elephantipes* – Regel, nazvanu zbog zadebljanja pri dnu stabljike (sin. *Y. quatemalensis*). Naraste i do 8 m. Vrh listova je bez bodlji. Česta u toplijem Sredozemlju. Izdrži do -5 °C. U našoj sredini se uzgaja u posudama.

Mnoge juke se razmnožavaju spontano na toplijim mjestima naše obale.

Jukama bi mogli pridružiti *Dracena* sp. – zmajevce, *Cordyline* sp. i *Dasylliran* sp.

Ove egzotične biljke ne bez razloga sve više osvajaju parkove naše obale.

No, o njima jednom drugom prilikom.



Sl. - Fig 19 Terasa sa sukulentima – A terrace with succulents

LITERATURA – References

- Lamb, E. i B.: "Kaktusi" – Mladost, Zagreb 1977.
 Arana Farré, C.: "Cactus e delle piante grasse" – Dve Italia S. P. A., Milano 1992.
 Vardjan, F.: "Kakteje kaj cveti in zeleni na oknu in sobi" – Zavod za napredok gospodinjstva, 1966.
 Fusi Bruneri, F. i Srl. D.: "Piante grasse" – Demetra, 1998.
 Domac, R.: "Mala flora Hrvatske i susjednih područja" – Školska knjiga – Zagreb 1973.
 Više autora – Il grande libro dei fiori e delle piante – Milano 1979.

*SUMMARY: Succulent plants are gradually colonizing the Croatian coast. These plants initially the collector's items, but when their ability to tolerate low temperatures was discovered, they began to be grown in the open. Since this species was often mentioned by Croatian Renaissance writers, it can be said with certainty that *Opuntia* sp. occurred in the Mediterranean and the Adriatic region as early as the 16th century, shortly after the discovery of America.*

*Many of the *Opuntia* sp. and *Agave americana* plants developed spontaneously by adapting to the new ecological conditions. In fact, the American agave virtually became a symbol of some parts of the Croatian coast. Certain cacti species, such as *C. Peruvians „Monstruosus“*, which may reach over 4 metres in height, manifest high resistance to cold and are frequently found along the Croatian coast.*

*Due to global warming, some plants, such as *Aptenia cordifolia*, a species unheard of in these parts only some ten years ago, have acclimatized to the conditions and spread across the coastal area. Apart from these exotic succulents, the Croatian coast is also home to some European fat plants, such as *Sedum* sp – stonecrop, and *Sempervivum* sp. – houseleek. Succulents are plants that thrive in stony areas. Still, we should be cautious not to overplant them, since they impart an exotic appearance.*

ČEŠLJUGAR (*Carduelis carduelis* L.)

Najkarakteristična je zeba, lako prepoznatljiva po kombinaciji crvene, crne i bijele boje perja glave, velikim žutim krilnim prugama, crnom bojom perja krila i repa i bjelkastom trticom. Po veličini je manja od poljskog vrapca. Naraste u dužinu 12–13 cm, s rasponom krila do 25 cm, te ima oko 15 g težine. Kljun je dugačak i šiljast, svijetlo ružičaste boje, prilagođen prehrani sa sjemenkama. Rep je na kraju plitko rašljast. Spolovi su međusobno slični, ali ih možemo razlikovati. Mužjaci crvenu boju perja na glavi imaju neznatno i iza oka općenito su malo življe obojeni. Mlade ptice imaju glavu,



Slika 1. U pjevu

leđa i prsa prošarana sivosmeđim perjem. Pjev joj je glasan, ugodan i melodičan. Pjeva u letu i kada sjedi. Vezana je za područja parkova, drvoreda, voćnjaka, vrtova, a često je opažamo i uz ceste.

Gnijezdi na području gotovo cijele Europe, osim krajnjeg sjevera Skandinavije i Rusije te Islanda. Gnijezda gradi visoko 5–8 metara od tla u grmlju i drveću, na tankim grančicama često u rašljama na vrhu gdje je dobro sakriveno. Gnijezdi 2 (3) puta od travnja do rujna. Gnijezdo je čvrsto, gusto isprepleteno građeno od vlakanaca travka i mahovine, obloženo dlakama i dlačicama od sjemenki. Nese 4–7 plavkastih ili bjelkastih jaja sa smedim mrljama i tamnim točkama, veličine oko 17 mm. Na jajima sjedi ženka oko dva tjedna. U tom razdoblju hranu joj u gnijezdo donosi mužjak. Mlade ptice u gnijezdu hrane oba roditelja oko dva tjedna. Nakon napuštanja gnijezda roditelji hrane mlade ptice s kojima ostaju dugo zajedno. Hrane se sitnim sjemenkama trava, čičkovine, breza i joha, lisnim ušima i



Slika 2. U potrazi za hranom



Slika 3. Mlada ptica

ličinkama kukaca, a u proljeće raznim mladim pupovima i cvjetnim resama topola. Češljugar leti lako i brzo, te se vrlo vješto kreće po tlu.

U Hrvatskoj je brojna gnijezdarica i stanačica na cijelom području, gnijezdi i na udaljenim otocima. Za sejlidbe i zimi živi u jatima s drugim zebovkama, kada je vrlo brojna u priobalnom području.

Češljugar je zaštićena svojta u Republici Hrvatskoj.

Tekst i fotografije:
mr. Krunoslav Arač, dipl. ing. šum.

UZ KORITO BIJELE RIJEKE

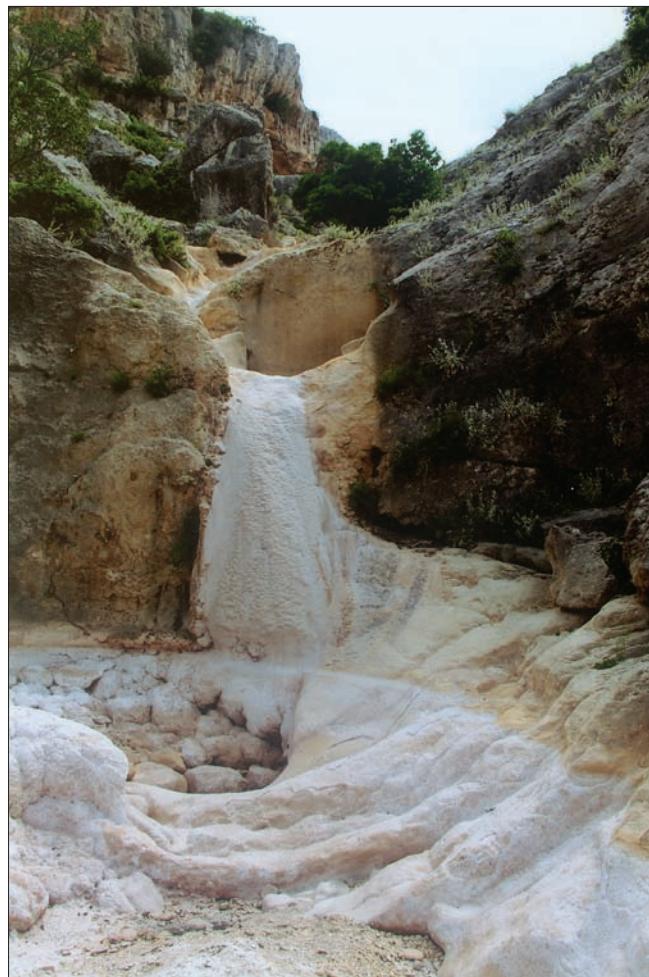
U koritima svih naših rijeka, rječica, potoka i potocića koji prolaze krševitim vapnenačkim područjem, u većoj ili manjoj mjeri zamijećuju se pojave nastanka sedre, bigra ili travertina biogenog podrijetla.

Kad se iz mjesta Karina, smještenog na jugu-jugoistoku Karinskog mora, uskom cestom podignemo na glavnu prometnicu, koja s juga okružuje Karinsko more, već nam se izdaleka, u smjeru sjeveroistoka, ukazuje velika usjeklina u brdu koja se uvukla duboko u krševit kraj mršavo obrastao zelenilom. Korito se proteže skoro dva kilometra u smjeru sjeveroistoka, počevši od raštrkanog naselja Kunovca u donjem dijelu tijeka, a u gornjem dijelu ulazi u sve užu sutjesku čije strane, više ili manje približene, visoke su od 150 do 200 metara.

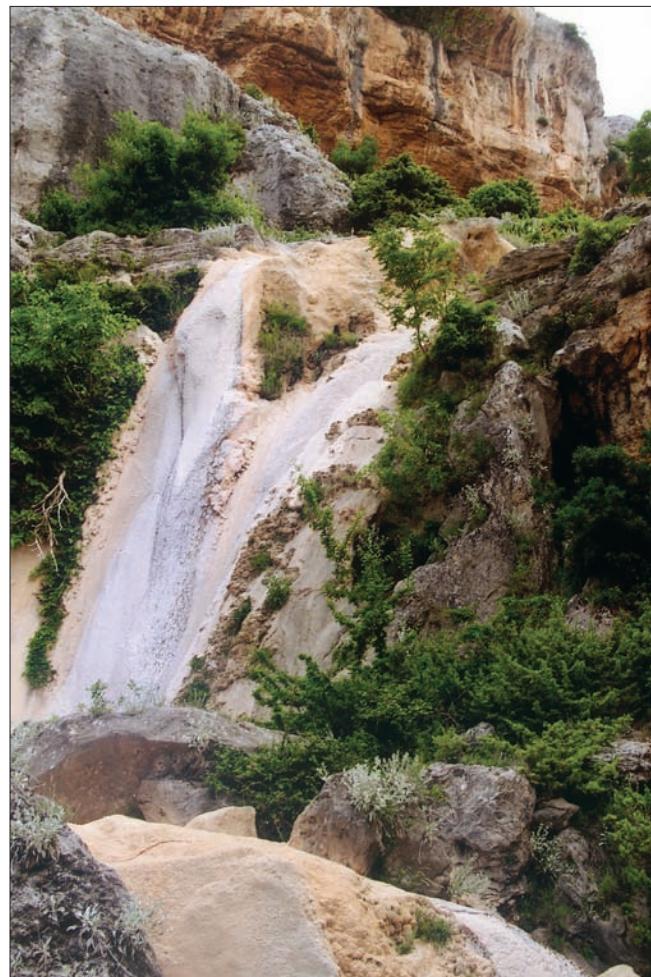
Već na početku hodanja po zaobljenom kamenju zamijećuje se posebnost okoliša. Niti jednog oštrobridog kamena, valutice su velike, male, blago zaobljene, međusobno slijepljene i povezane debljim ili tanjim slojevima žućkasto smeđe do sivo bijele dosta kompaktne sedre, koja je na vrućem suncu ipak počela pucati. Površina sedrenih sedimenata je fino mrvičaste, zrnate

teksture, jednolično obojena, bez vidljivih biljnih inkrustacija i po površini često s finim kristalima. Takvi raznoliki kristalizirani oblici vapnenca bili su nazočni i na mnogim drugim mjestima, napose u manjim ili većim potkapinama, u unutrašnjosti sedrenih brada i zavjesa te po površini kamenja unutar spilje. Znatan utjecaj na boju sedre, najvjerojatnije su imale čestice gline, kolичina vode koja se neprestano smanjivala u njezinom sastavu, kao i neki spojevi željeza u vodi, odnosno u okolnim stijenama.

Što smo išli više uzvodno koritom, boja sedre bivala je sve svjetlijom, mjestimično potpuno sivo bijelom, odakle i potjeće ime ove jedinstvene rječice. Kretanje koritom bilo je u početku razmjerno lako, jer su valutice i zaobljeni blokovi vapnenca bili čvrsto povezani vapnenačkim talozima. Tu i tamo na nekim velikim valuticama ljeskali su se u suncu brojni kristali tinjca, lisjaka. Jedini vidljiv biljni obrast u donjem dijelu korita Bijele rijeke bili su mali zbijeni grmovi divljih smokava, prave minijature od mnoštva sitnih gusto raspoređenih listova, a vršni izbojci, bilo je očito, pravilno su prikraćeni od brštenja koza koje ovuda prolaze.



Sl. 1. Skamenjeni slap na dijelu korita Bijele rijeke



Sl. 2. Dio korita Bijele rijeke

Korak po korak, nakon pola sata laganog kretanja počele su prve prepreke u obliku malih i većih stuba koje je trebalo zaobilaziti. Bilo je to u početku lako izvedivo, ali što se više uspinjemo koritom, stube su bile sve više i više pa ih je, ponekad s većim naporima, trebalo savladavati bilo puzanjem ravno preko njih, ili zaobilženjem i uz pomoć postavljenih čeličnih užadi podići se na njihovu gornju razinu. To su ustvari već bili manji i veći odsjeci, sada posve suhi i najčešće snježno bijeli, slapova i vodopada Bijele rijeke. Onaj najviši ima visinu oko 15 metara i pod sobom izgrađuje veliku bijelu sedrenu bradu-zavjesu, nekoliko metara visoku i tridesetak cm debelu preko koje se u vlažnijem dijelu godine slijeva voda. Izdaljega, činilo se kako se ispred nalazi zaledeni vodopad, smiren i blistav u svojoj bjelini i sa skamenjenim valovima u podnožju. Izgledalo je u prvi mah kao da voda i dalje teče, kao da se i dalje nastavlja kovitlati u podnožju praveći polukružne. Lijep prizor činio se gotovo nestvarnim. Jednako ga s divljenjem promatram, ovako suhog i bez života, bilo odozdo gdje se pod njim crni nutrina ispunjena pravim zavjesama nježne paprati gospinog vlaska (*Adiantum capillus veneris* L.), bilo odozgo s gornje razine, gdje je razvijena polukružna i obamrla bijelo siva sedrena barijera, na čijem dnu je još bilo malo zaostale vode poput malog jezerca, dostatnog da u nuždi utaži žeđ rijetkih namjernika. Bila je to mala oaza života u ovoj prividnoj kamenoj pustosi. Grmovi crnog trna, bodljikave drače, srebrnolisne bjelušine, jedan mali klen i grmovi borovice, ali i veliki grmovi sita oštih vrhova listova (*Juncus acutus* L.) okruživali su ovo jezerce bijelo sivog do žućkastog dna dijelom prekrivenog steljkama zelenih alga. Nisu izostale niti žabe, a malo podalje na padini kamene drobine malo iznenađenje. Tu je izgradio podzemni stan s ulaznim otvorom promjera oko 2 cm veliki pauk tarantula, skoro 3 cm dugog tijela, kojega sam uspio izmamiti na površinu.

Malo podalje i udesno od tog najvećeg vodopada, pozornost privlači osobit kamen, kamera gromada oko metar u promjeru. Vidjelo se odmah kako svojim obličjem ne pripada ovom najužem prostoru. Obrušen je ovamo s koje od visokih stijena uz lijevu obalu usahle rijeke. Jedna njegova ploha bila je osobita, bila je puna međusobno skoro paralelnih brazda u skoro pravilnim međusobnim razmacima. Bez ikakvih tragova osedravanja očito je pripadao površinskim dijelovima stijene negdje pri vrhu kanjona, gdje je pod utjecajem raznih prirodnih čimbenika i nastala ova osobita šrapasta površina.

Zauzeti prelaženjem brojnih prepreka i razgledanjem pojedinosti u koritu i njegovoj neposrednoj okolini, tek podizanjem glava zamijećujemo širi prirodni okvir, pravi kanjonski prostor koji se otvara pred nama s lijeve i desne strane korita. Onako kako prela-

zimo s jedne stube na drugu, onu višu, tako se pred nama redaju debeli vapnenički slojevi koji se skoro u pravilnim nizovima šire i udaljavaju od korita, ali pri tome i dižu uvis. Tamo gdje su se najviše približili, bilo je korito Bijele rijeke, a slojevi koje postrance promatrano bile su one stube i prosušeni slapovi i vodopadi uz koje se pentramo. Nejednake čvrstoće i otpornosti na eroziju, slojevi na nekim mjestima grade male i velike podkapine, polu spilje, prolaze za ljude i stoku, široke po nekoliko metara, koji se u gornjim dijelovima toka rijeke protežu koju stotinu metara vodoravno, ili su u blagom usponu idući prema zapadu, prema Karinu slijedom dobro istaknutih i skoro pravilno oblikovanih slojeva vapnenaca. I visina stijena kanjona je sve veća, strane su sve strmije, ukrašene rijetkim grmovima zelenila. Gdjekad se činilo kako rijetki grmovi izrastaju na nemogućim mjestima i u nemogućim položajima razvijaju svoju krošnju. Tu se gnijezde čiope i gavrani, čiji zvukovi dopiru do nas.

Slika je impresivna! Dodajmo joj bijelu boju slojeva vapnenca koji su mjestimično, napose u potkapinama, imali dosta primjesa smeđeg. Iz nekih prevjesnih stijena, poput velikih stalaktita visjele su crne sigaste tvorbe, koje su se izdaljega pričinjale kao veliki mlazovi neke crne tekućine. Dio slojeva vapnenaca je tamno crveno smeđ, pa je u ovom kamenom okružju uz prevladavajuću bijelo sivu boju s ulomcima potpuno crne, još više povećavao kolorističke opreke. U dnu tog prostora, poput bijele krivudave trake protezalo se korito Bijele rijeke. Ono i ne bi bilo tako lijepo i slikovito sa svim ovim sadržajima koje nosi, da nije ovog divotnog kamenog okoliša, pravilno slojevitog, ove posebne geološke strukture i nesvakidašnje stratigrafije koji predstavljaju jedinstveni prirodnji okvir ovom vodotoku.

Proteklo je i više od dva sata prije nego pridemo izvorištu Bijele rijeke i ulazu u njezinu pećinu. Izvorište se nalazi uz lijevu obalu rijeke, a voda se u širokom mlazu razlijeva prema dnu sutjeske.

Tekst i fotografije:
Dr. sc. Radovan Kranjčev, prof.

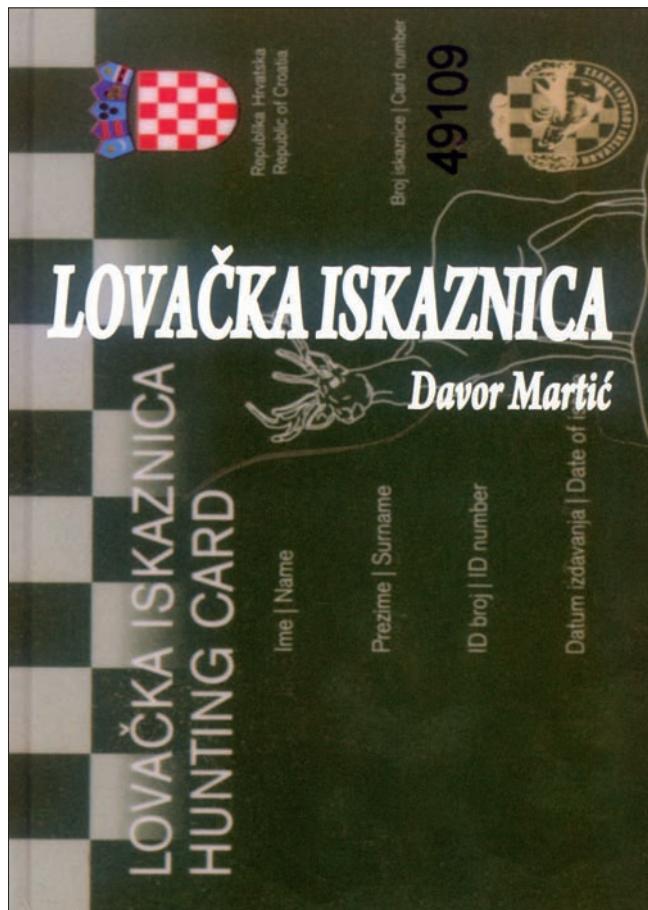
LOVAČKA ISKAZNICA DAVORA MARTIĆA

Znate li što je pravo značenje lovačke iskaznice, lovne dozvolnice ili lovne karte, kako su je još zvali, a koji je dokument korišten u prošlosti i sadašnjosti lovstva u Hrvata? Na to pitanje odgovara kroz novi pisani uradak plodan lovački pisac Davor Martić, urednik splitske *Dobre kobi*, koji je svojom najnovijom knjigom potvrdio onu poznatu po kojoj tema traži pisca, a ne pisac temu. Na postavljeni upit u svojim uvodnim pripomenama autor odgovara: Lovačka iskaznica, kako je naslovio svoju knjigu, pisani je dokument kojim je lovac ostvario svoje temeljno pravo, pravo na lov i korištenje divljači. Lovačku iskaznicu ne treba, međutim, poistovjećivati s lovnom kartom, koju je lovac da bi je mogao ishoditi od strane nadležne upravne oblasti, porezne uprave i/ili šumarske organizacije (šumarije), trebao prethodno posvjedočiti da je podmirio sve svoje finansijske obveze (porez na oružje, društvenu članarinu i dr.). U današnje vrijeme lovačka iskaznica, koju izdaje središnja lovačka organizacija – Hrvatski lovački savez,

dokaz je da je osoba kao građanin Republike Hrvatske po zakonu predviđenim uvjetima položila lovački ispit, a otud i stekla status lovca.

Građa knjige, obima 88 stranica formata 21x15 cm, podijeljena je u tri osnovna poglavlja: Povijesni pregled (12 str.), Zbirka pravnih propisa (8 str.) i najopsežnije Povijesno-pravni dokumenti (59 str.). Ključna odredba vezana uz izdavanje lovačke iskaznice je članak 68 važećeg Zakona o lovstvu iz 2005. godine, prema kojemu “divljač smije loviti osoba koja je položila lovački ispit i **posjeduje lovačku iskaznicu**, uz prethodno pisano dopuštenje lovovlaštenika”. Lovačka iskaznica vrijedi pet godina, a svake godine lovac koji je posjeduje dužan je ishoditi, za svaku tekuću godinu, identifikacijsku markicu. Lovačkom iskaznicom, ustvrdit će autor, učinjena je povijesna prekretnica u razvoju hrvatskog lovstva. Mnogo ranije bile su, doduše, u opticaju lovne karte ili lovne dozvolnice, ali čiji je smisao bio posvjedočiti da je lovac platio porez na svoje lovačko oružje ili pak da može loviti pod uvjetima utvrđenim propisima na području cijele države. Pedesetih godina prošloga stoljeća lovačke karte su na temelju Zakona o lovnu iz 1949. godine lovциma izdavale šumarije, na kojima su dokumentu bile dužne navesti posjedovanje oružnog lista s podacima o organu vlasti koji ga je izdao. Uz ovu privilegiju šumarije su bile dužne provoditi i nadzor nad pravilnošću gospodarenja lovištem.

Posebnu vrijednost knjizi daje poglavlje Povijesno-pravni dokumenti, u kojem je Martić citirao brojne pravne propise uz važeće zakone o lovstvu, okružnice i upute resornih ministarstava, žandarmerije, središnjih lovačkih udruženja. Citirani dokumenti su izvorni, “dati bez kraćenja i u obliku kao što su bili u optjecaju



Slika 1. Naslovica knjige Lovačka iskaznica autora Davora Martića



Slika 2. Jedna od najstarijih sačuvanih lovnih karata izdana u Zagrebu 8. prosinca 1875.

u datom povijesnom razdoblju, bez bilo kakvih redaktorskih ili lektorskih zahvata ili jezičnih intervencija". Kako su žandarmerijske kontrole postrožile legitimiranje lovaca na terenu, tražeći od njih posjedovanje lovne karte i oružnog lista, šumarnik Ivo Čeović, tada na dužnosti tajnika Saveza lovačkih društava za Hrvatsku i Slavoniju, svojom okružnicom od siječnja 1927. upozorava lovce da svaki od njih "pravovremeno izvadi lovnu kartu" i "ne uzimajući u zaštitu one lovce koji love bez lovnih isprava, krnjeći sebi ugled, a našem lovstvu nanose samo štetu". Tko želi loviti mora imati lovnu kartu, odrješit je Zakon o lovnu iz 1932., a moraju je posjedovati i strani državljanini (izdavana im je mjesec dana). U tom je poglavljju dat integralni tekst Pravilnika o obliku, sadržaju i načinu izdavanja lovačke iskaznice i dopuštenja za lovljenje, objavljenog u "Narodnim novinama" 13. VIII 1935.

Dok su krajem 19. st. lovne karte neko vrijeme izdavane bez oružnog lista (lovci s lovnom kartom smatrali su se, po oružnom patentu, ovlašteni nositi lovačku pušku i bez oružnog lista kod sebe), za vrijeme Kralje-

vine Jugoslavije u opticaju je bila lovna karta koja, iako utemljena na oružnom listu, lovcu nije bila dostatno da legalno lovi. "Svaki lovac mora u lovnu pored lovačke karte uza se imati i oružni list – legitimaciju za nošenje oružja". Što se oružnih listova tiče, prema odredbi Ministarstva poljoprivrede i šumarstva Federalne države Hrvatske o izdavanju oružnih listova iz 1945., lugari, nadlugari, čuvari šuma i lova, imali su pravo na besplatne lovne karte.

Knjiga je bogato ilustrirana fotografijama lovačkih iskaznica i drugih dokumenata, od lovne karte iz 1882. do važeće lovačke iskaznice kojoj je u knjizi, riječju i slikom, dat najveći prostor. Spomenimo na kraju da je knjigu *Lovačka iskaznica* uz finansijsku potporu Ministarstva regionalnog razvoja, šumarstva i vodnog gospodarstva i Hrvatskog lovačkog saveza izdala Lovačka udružba "Split" za gajenje i lov divljači i Pučko otvoreno učilište "Hubert" Split. Grafičku pripremu potpisuje Siniša Babić, a tiskala ju je Slobodna Dalmacija Split.

Alojzije Frković

L'ITALIA FORESTALE E MONTANA

(Časopis o ekonomskim i tehničkim odnosima – izdanje Akademije šumarskih znanosti, Firenze)

Iz broja 2/2009. ožujak - travanj izdvajamo:

Umberto Zamboni: **Divokoza i šuma – novo stanište divljači?**

U opisu divokoze (*Rupicapra rupicapra*) stalno se navodi da je životinja planinskih čistina i stjenovitih padina na gornjoj granici šumske vegetacije. Povećanjem populacije evidentirano je, u drugoj polovici dvadesetoga stoljeća širenje ove divljači u niže šumske predjele.

Na sjevernim obroncima Alpa te također u trentinskom Južnom Tirolu i u provinciji Trento (gdje je u posljednjih dvadeset godina odstrel povećan od 600 na 3 000 jedinki), registrirano je širenje divokoze u šume na visokoj nadmorskoj visini. Cijele populacije divokoza sada žive stalno u šumama koje su tipično stanište srneće i jelenske divljači. Ovaj fenomen još je više nagašen u njemačkom dijelu Tirola. U ovom članku autor (član Udruge trentinskih lovaca) je iznio prve analize ove pojave u provinciji Trento.

Divokoze su (kao i ostali dvopapkari) vrsta u porastu brojnog stanja na području Alpa. Brojno stanje vrste povećalo se od 80 000 na 140 000 jedinki (podaci INFS, 2000). U provinciji Trento u posljednjih 40 godina populacija je od 3 000 povećana na 25 000 jedinki.

Kao ostatak austrougarske podjele teritorija u općinska lovišta, u provinciji Trento postoji 209 lovišta,

koja su pregrupirana u 20 područja namijenjenih za uzgoj cervida i 28 područja za uzgoj divokoza.

Uz poboljšanja staništa, povećanju brojnog stanja divljači doprinijele su temeljite promjene u gospodarenju s divljači: obvezna pravnja stručne osobe prilikom odstrela (od 1971/72. g.), planski selektivni odstrel po dobnoj i spolnoj strukturi, ocjene trofeja i organiziranje izložbi, te poduzimanje adekvatnih uzgojnih mjera u homogenim staništima (od 1979/80. g.). Također se analizira kvaliteta odstranjeljene divljači. Zapaženo je da se staništa divokoze u mnogim slučajevima nalaze ispod 1800 m n.v., koja se smatra gornjom granicom šume. Tu se na sjevernoj strani uglavnom nalazi visoka šuma četinjača, a na južnoj su panjače s termofilnim elementima. Nakon napuštanja uzgoja koza i ovaca te organizirane i smanjene lovne aktivnosti, divokoze su tu našle optimalno stanište. Autor opisuje dva primjera:

Šumski posjed Stramentizzo, površine 711 ha, s vrijeđenom šumom, mase preko 450 m³/ha, smještenom na nadmorskoj visini ispod 1 800 m, divokoze su spontano počele naseljavati 1970. g. Njihov utjecaj na populaciju srneće divljači, koja je do tada bila glavna vrsta, bio je drastičan. Poduzete su mjere kojima su se oplemenile pašnjačke površine i ozelenile prosjeke i šumske prometnice, tako da su štete na obnovi šuma smanjene.

Šuma jele i smreke (s malo bukve i graba) Vigolana (Valdastico), površine manje od 500 ha, smještene na strmim padinama, od 1980. g. postala je stanište za 80 do 100 divokoza, što je također jako utjecalo na brojno stanje srneće divljači i ugrozilo obnovu šume. Naseljavanje divokoza na nove i niže površine te utjecaj na okoliš nije do sada dovoljno istražen, ali se mogu navesti tri osnovna problema: štete na šumskoj vegetaciji i otežana obnova šume, otežano gospodarenje s divljači i planiranje odstrela, te interakcija s ostalim dvopapkama, srnećom divljači i jelima.

Potretno je koristiti iskustva iz Bavarske i Austrije za divokoze koje žive u šumi, gdje se često provodi radikalni odstrel, bez obzira na spol i starosnu strukturu.

Giorgio Carnigola : Utjecaj divljači na šumu Nacionalnog parka Stelio

Brojno stanje divljih dvopapkara, posebice jelena, unutar Nacionalnog parka Stelio posljednjih se desetljeća znatno povećalo. Tome je pridonijela zabrana lova iz 1983. g., pa je došlo do obogaćenja zaštićenog područja, ali istovremeno prouzročilo probleme oko obnove šume, kao i štete na poljoprivrednim usjevima. Problem je postao predmet rasprava na znanstvenoj, političkoj i lokalnoj razini.

Konzorcij parka je 1997. g. pokrenuo projekt trogodišnjeg istraživanja, s ciljem poboljšanja saznanja o utjecaju jelenske divljači na ostale komponente ekosustava. Komisiju eksperata činili su: koordinator dr. Franco Perco (faunista), dr. Luca Pedrotti (predstavnik Instituta za šumsku faunu), dr. Giorgio Carnigola (šumarski stručnjak) i dr. Claudio Pasolini (veterinarski stručnjak). Konzorcij je pozvao na suradnju i Ured za lov i ribolov Autonomne pokrajine Bolzano.

Na šumskim površinama registrirana su tri osnovna tipa oštećenja:

1. struganje kore mlađih stabala prilikom čišćenja rogova od runje (lika – basta), srnjaka u proljeće i jeleni ljeti (srnjaci na taj način i obilježavaju svoj teritorij). Većina tako oštećenih stabalaca se osuši. Štete su osobito velike na stablima ariša i limbe.
2. guljenje kore očituje se u glodanju mlađih stabala promjera 10 do 20 cm. To čine jeleni, posebice zimi, zbog pomanjkanja vlaknaste hrane koja nedostaje u prehrani i prihrani. Takvo oštećenje omogućuje infiltraciju patogenih organizama, degradaciju kvalitete drveta te smanjuje životnu dob stabala.
3. brštenje se očituje u prehrani divljači izbojcima mlađih stabala. Odgrizanje uzrokuje zastoj u razvoju visinskog prirasta, a ako se radi o tek prokljalim biljkama, potencijal obnove je jako umanjen.

Brštenje mlađih stabalaca sastavni je dio prehrane dvopapkara, posebice zimi i predstavlja njima važnu

komponentu. Ako je intenzitet brštenja velik, dolazi do poremećenosti u ekosustavu.

U normalnoj obnovi razne vrste drveća nalaze se u različitim stadijima razvoja, što jamči maksimalnu ekološku raznolikost, osigurava zaštitnu funkciju (lavine, odroni sl.) i kontinuirani izvor prihoda.

Za procjenu tolerantnosti brštenja na šumsku obnovu treba istaći:

- intenzitet brštenja koji određuje usporenje rasta, posebice ako se radi o vršnim izbojcima.
- distribuciju odgrizanja unutar vrsta, to jest da li su oštećene samo pojedine vrste, što osiromašuje biljni raznolikost, ili su oštećene sve vrste, što uzrokuje kompletan zastoj obnove.
- trajanje brštenja, jer ako se odgrizanje događa više godina zaredom, štete glede obnova šume su izuzetno velike.

Vršena su istraživanja intenziteta brštenja i utjecaja na obnovu u visokoj šumi unutar Nacionalnog parka. Površina je podijeljena na 989 pravokutnih ploha površine 50 m², te je na 86 % (847 ploha) izvršena analiza obnove i šteta. Na ukupno analiziranih 55 535 stabalaca ustanovljeno je učešće vrsta u obnovi i stupanj oštećenja. Glavne vrste u Parku su smreka (46 %), ariš i limba. Učešće jele i listača je malo. Neovisno o učešću vrsta, ustanovljeno je da polovica biljaka, manjih od 25 cm, uspije preći u višu klasu. To poboljšava rast jelovog pomladka. Što se tiče odgrizanja, uzeta su u obzir stabala visine 25–100 cm.

U mnogim zonama stabalaca niža od 25 cm zimi su zaštićena snježnim pokrivačem. U prosjeku, bez vršnog izbojka ostalo je 31 % smrekovih stabalaca, 38 % ariševih, 19 % običnog bora, 19 % limbe i 78 % raznih listača.

Problem je što veliki postotak biljaka trpi ponovljeno brštenje, tako da je obnova ugrožena. Štete od glijenja kore očituju se na stablima promjera 10 do 20 cm i to posebice na nižim položajima gdje divljač više boravi zimi. Oštećenja prouzročena čišćenjem rogovlja srnjaka i jeleni odnose se na oko 3 % stabalaca, najčešće ariša i limbe, koja se osuše tijekom sezone.

Sandro Flain : Projekt komunikacije – poznavati lovstvo, poznavati lovce

Ovim projektom lovci “trentinske udruge lovaca” otvorili su dijalog s “udrugom građana Trenta”, promovirajući niz inicijativa za bolje razumijevanje udruge modernog lovca planinskog područja. Cilj je postići da Trentini bolje upoznaju faunu, njeno gospodarenje i lovno korištenje.

Kao i građani urbanih sredina, stanovnici planinskog područja ne poznaju lovce i često o njima imaju krivo mišljenje koje plasiraju mediji. Velik dio talijanskih gra-

đana ima o lovcima negativnu predodžbu. Današnji laci, naprotiv, imaju nezahvalnu ulogu, a svoj posao odrađuju nakon strogih teoretskih i praktičkih ispita.

Još nedavno, lov je, posebice u planinskim predjelima, imao važnu ulogu u prehrani, dok danas porastom blagostanja poprima druge vrijednosti. Lovci su operatori gospodarenja zoocenozom u okviru važećih zakonskih odredaba.

Nedostatak saznanja građanstva o ulozi lovaca u suvremenom društvu ima duboke korijene. Zbog pomanjkanja kontakata i promjene načina života u ruralnim sredinama, mlađi nemaju potrebna saznanja o fauni, koja obogaćuje prostore brda i ravničica, te o procesima koji reguliraju život u prirodnim ekosustavima.

Poplava globalne kulture i pretjeranog trošenja u posljednje vrijeme zahvatila je i najzabačenija područja, unoseći navike koje ne pripadaju ruralnoj sredini. Ta nova "kultura" ne poznaće odnose koje su stanovnici planinskih područja imali prema okolišu i njegovim biološkim osobinama.

U tim okolnostima potrebno je obnoviti korektnu predodžbu o lovcima, pogotovo zbog nove uloge koju oni imaju u uzgoju i očuvanju faunističke baštine, kako bi upoznali javnost s realnošću života u planinskom okruženju.

Lovci trebaju pobuditi emocije iz prošlosti svojim korektnim odnosom, proširenjem znanstvenih dostignuća te promoviranjem dijaloga s nelovcima. Na tom putu Trentinska udruga lovaca, zajedno s područnom Upravom za lovstvo poduzima specifične akcije.

Već deset godina inicijativa pod naslovom "Naučimo poznavati trentinske divlje životinje" djeluje u područnim osnovnim školama, popunjavajući praznine u programu obrazovanja. Program se održava u učionicama, a predavanja drže lovočuvari "Udruge", uz primjenu prikladnih didaktičkih sredstava.

Svaki učenik dobije na poklon malu ilustriranu knjižicu i majicu s figurom psića "Rudy", koji je maskota ove inicijative. Za odrasle je namijenjena knjiga "Životinje, čovjek i priroda" te film "Više od lova". Također su organizirani susreti s predstvincima sredstava informiranja, kako bi se što prije uspostavio organizirani dijalog između lovaca i nelovaca.

Piermaria Corona, Roberto Cibella, Tommaso La Mantia, Maria Vincenza Chiraco: Tarife za kubaturu borovih visokih šuma Sicilije

Primjena tarifnih sustava za kubaturu drvne mase sve je više u primjeni u uređivačkoj praksi Italije. To se posebno primjenjuje za izračun masa manjih površina visokih šuma: alepskog bora, pinije i kalabrijskog bora. Prednost je što se za pojedine površine raznih struktura dobiju dobri rezultati bez skupog mjerenja visina.

Radi se o jednoulaznim tablicama izrađenim na osnovi dvoulaznih, a zasnivaju se na temelju prsnog promjera i visine za pojedine sastojine. Izbor tarife za pojedina staništa određuje se na temelju procjene srednje isine određenog broja stabala ili snimanjem nekoliko visina da bi se mogla odrediti tarifa koja najbolje odgovara određenom staništu. Jednom ustanovljena tarifa primjenjuje se i u sljedećim mjeranjima.

Četinjače su najčešće upotrebljavane u intervencijama pošumljavanja Sicilije. Kalabrijski bor upotrebljavan je za pošumljavanje planinskih zona, često na stjenovitom i eroziji izloženom terenu. Korištene su provenijencije s područja Etna, Kalabrije i središnje Italije. Površine pod kalabrijskim borom iznose oko 3 000 ha, ili zajedno s crnim borom ukupno 7 170 ha.

Pinija je upotrebljavana za pošumljavanje mnogih područja otoka, što ima velik utjecaj na izgled krajolika. Pretpostavka da su pojedine formacije autohtone nije sigurna, jer je antropološki utjecaj prisutan stoljećima. Pinija zauzima površinu od 7 580 ha.

Najviše površina zauzima alepski bor, 27 430 ha, dijelom zbog pošumljavanja na površinama raznih karakteristika te lake obnove pionirske vrste. Za konstrukciju tarifa mjerene su visine i promjeri: za alepski bor 336 stabala (na 17 ploha), za piniju 551 stablo (20 ploha), za kalabrijski bor 517 stabala (12 ploha).

Podaci su statistički obrađeni, te za svaki promjer uz primjenu izjednačenih visina (na osnovi visinske krivulje) i izračuna na temelju dvoulaznih tablica, sačinjene su jednoulazne tablice za sve tri vrste, s određenim "visinskim nizom" od minimuma do maksimuma.

Na primjer za kalabrijski bor prsnog promjera 40 cm određene su visina (h) i volumena (v) za šest različitih karakteristika staništa.

d cm	h m	v m ³
40	30	1,750
	27	1,579
	24	1,407
	21	1,235
	18	1,062
	15	0,890

Ova aktivnost je obavljena u okviru Regionalnog šumskog plana, pod vodstvom Akademije šumarskih znanosti i Univerziteta Palermo.

Frane Grošpić

HRVATSKE ŠUME, časopis za popularizaciju šumarstva

Broj 151/2, vol. XIII, srpanj – kolovoz 2009., iz pera I. Tomića

Dobar znak – oštećenost šuma se ne pogoršava, objavljeno je na seminaru koji je održan na području Šumarije Jasenak (UPŠ Ogulin) u raznogodobnoj bukovoj šumi, jer je procjena oštećenosti pokazala ujednačene kriterije, s prosječnim rasponom od 5–10 % odstupanja. Izvješće o prošlogodišnjoj (2008) procjeni podnijeli su dr. sc. Ivan Seletković i dr. sc. Nenad Potočić iz Šumarskog instituta Jastrebarsko s predstvincima Hrvatskih šuma (sl. 1).

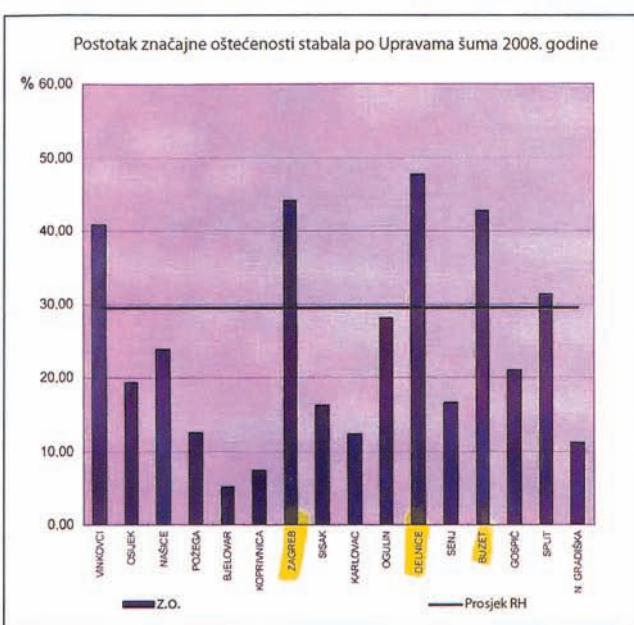
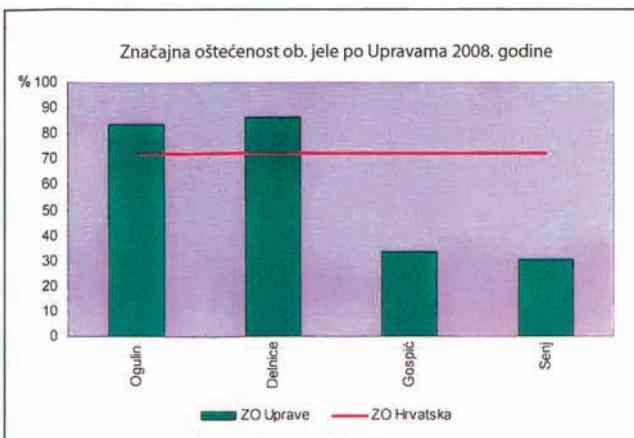


Dr. sc. Ivan Seletković, dr. sc. Nenad Potočić i mr. sc. Petar Jujević s predstvincima UŠP Ogulin (dipl. ing. Nenad Vukadinović i dipl. ing. Dubravko Hodak)

Tijekom 2008. godine po dvadeseti je put provedena godišnja procjena oštećenih šumskih sastojina na 85 bioindikacijskih ploha (mreža 16x16 km) i 422 osnovne plohe (4x4 km). Motrenjem je obuhvaćeno 12.167 stabala različitih vrsta šumskog drveća, od čega 9.734 stabala listača i 2.433 stabla četinjača. Obrađeni rezultati pohranjeni su u Šumarskom institutu, u jedinstvenoj bazi Međunarodnog programa za procjenu i motrenje utjecaja zračnog onečišćenja na šume (ICP-Forests). Motrenja su obavljena na plohamama jednakog međusobne udaljenosti, a na svakoj plohi ocjenjena su 24 stabla. Za svako stablo u uzorku se procjenjuje osutost (defolijacija) krošnje, gubitak boje (diskolorizacija) asimilacijskih organa te lako procjenjivi biotički i abiotički uzroci šteta. Važno je istaći, kako se značajno oštećenim stablima smatraju ona čija je osutost iznad 25 %. U Hrvatskoj se oštećenost šuma prati od 1987. godine (6 %). Trend rasta oštećenosti listača od 1987. povećao se do 1995. na 27,7 %, da bi se 1998. smanjio na 16,8 % i dugi se zadržao na istoj razini. Od 2003. evidentiran je ponovni rast, koji se nastavio do 2008. Kod četinjača osutost krošnja 1987. bila je 17,1 %. Dalnjim praćenjem ustanovljen je stalni rast do maksimalnih 56,7 % (1996), niža je vrijednost od 38,6 % utvrđena 1977. godine, da bi 2002. bila 40,7 % i nakon toga neprekidno raste do 2007. godine.

Jela je najugroženija na delničkom području. Analizirajući značajnu oštećenost (iznad 25 %) po podružnicama

Hrvatskih šuma d.o.o. uočljive su velike razlike. Vrlo visoke vrijednosti zabilježene su na delničkoj (47,7 %), zagrebačkoj (44,1 %), buzetskoj (42,8 %) i vinkovačkoj podružnici (40,8 %), dok su neznatno iznad donje granice značajne oštećenosti u UŠP Ogulin (28,1 %), UŠP



- Procijenjeno je 12.167 stabala različitih vrsta drveća, od čega 9.734 listača i 2.433 četinjača.
- Značajna oštećenost listača gotovo je ista kao i prethodne, 2007. godine (porast s 24,2% na 25%).
- Kod hrasta lužnjaka oštećenost se bitno povećala s 33,0% na 41,9%.
- U posljednjih deset godina oštećenost obične bukve nije se bitno mijenjala (od 4-10%), a lanjska zabilježena vrijednost iznosila je 9,9%.
- Oštećenost hrasta kitnjaka iznosi 29,5%, što je za 6% više nego prethodne godine.
- Kod četinjača se osutost krošnja smanjila s 53,2% na 50,2%, a zabilježen je manji pad oštećenosti obične jele (sa 73,7% na 72,2%).

Split (31,2 %). Najniže vrijednosti su evidentirane u bje-lovarskoj (5,1 %) i koprivničkoj podružnici (7,3 %). U UŠP Delnice visoki su postotci posljedica intenzivnog sušenja jele, odnosno hrasta lužnjaka, a na buzetskom području gotovo svih promatralih vrsta drveća. Na delničkom području stanje obične jele i dalje je vrlo loše (86,2 %), a oštećenost bukve (15,6 %) neznatno je manja u odnosu na 2007. godinu (9,7%). Na području UŠP Za-

greb zabilježeno je značajno povećanje oštećenosti (ukupno s 18,2 % na 44,1%) po promatranim vrstama, kod lužnjaka s 21,4 % na 64,5 %, kitnjaka s 28,8 na 62,3 %, bukve s 13,4 na 18,1 %. Na vinkovačkom području manje je oštećenost hrasta lužnjaka (s 35,7 na 40,8 %), a osobito veliko kod poljskog jasena (s 11,3 na 26,2 %).

Dr. sc. Joso Gračan

MEĐUNARODNA SURADNJA INTERNATIONAL COOPERATION

UGOVOR O KOOPERACIJI IZMEĐU GRADOVA NAŠICA I GÜSSINGA

Dana 19. lipnja 2009. godine u maloj gradskoj vijećnici Grada Našica, mr. sc. Krešimir Žagar, gradonačelnik grada Našica, upriličio je susret s gospodinom Peterom Vadaszom, gradonačelnikom grada Güssinga i predsjednikom Europskog centra za obnovljive energije Güssing d.o.o. (EEE), te prof. DI Franz Jandrisitsom, direktorom Poljoprivredne i stručne škole Güssing.



Slika 1. Slijeva: Peter Vadasz, Krešimir Žagar i Hrvoje Žiga

Tom prigodom se gradonačelnik grada Našica nakon pozdravnih riječi gostima iz Austrije i svim nazočnim iz tvrtki Nexe Grupa d.d., Hana d.d., UŠP Našice i drvne industrije i lokalne samouprave Našičkog kraja zahvalio na dolasku u Našice, a posebice Janu Kickertu, Veleposlaniku Austrijskog veleposlanstva u Zagrebu, Mag. Thomasu Glücku, zamjeniku direktora Austrijskog ureda za vanjsku trgovinu, Srećku Selancu, državnom tajniku Ministarstva, poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja, mr. sc. Josipu Dundoviću, predsjedniku Hrvatske udruge za biomasu, Zlatku Benkoviću, načelniku Ministarstva regionalnog razvoja, šumarstva i vodnog gospodarstva i mr. sc. Darku Beuku, članu Uprave Hrvatskih šuma d.o.o. Zagreb, te Ivici Čemeu, dipl. oec., članu NO-a HŠ d.o.o..



Slika 2. Prvi red slijeva: Franz Jandrisits, Jan Kickert, Srećko Selanac, Zlatko Benković i Thomas Glück

Zatim je dao riječ Peteru Vadaszu, koji je u 25 minutnoj prezentaciji upoznao sve prisutne o "Modelu Güssing – primjeru potrajne opskrbe energijom". Grad Güssing sa 4200 stanovnika nalazi se u južnom dijelu Gradišća, kao jedan od sedam kotara Gradišća. Kotar Güssing bio je preko 50 godina granična regija prema Mađarskoj, bez razvijenog obrta i industrije, s jako malo radnih mjesta, gotovo 70 % radnika putovalo je svaki tjedan na posao u Graz i Beč, visoke promjene mjesta boravka (fluktuacija) te male strukturirane poljoprivredne površine. Sve je to rezultiralo i velikim odljevom novca iz grada Güssinga za nabavu fosilnih goriva iz uvoza, gotovo 6,2 mil. EUR-a 1991. godine za 126.500 MWh utrošene energije. Prelaskom na domaće i obnovljive izvore energije (sunčeva energija, poljoprivredna i šumarska biomasa) grad Güssing je 2005. godine uštedio 13,0 mil. EUR-a (samo 0,6 mil. EUR-a za nabavu fosilnih goriva) za 185.500 MWh utrošene energije. Što se tiče zaštite okoliša godišnja emisija CO₂ bila je do 1996. godine 37.000 tona, a od

1996. do 2009. smanjila se na svega 22.500 tona. Cijena grijanja u centraliziranom toplinskom sustavu na biomasu je 6–8 Cent/kWh i znatno je niža u odnosu na grijanje na loživo ulje, danas oko 10 Cent/kWh, a na prirodni plin 9–11 Cent/kWh. U proteklih 15 godina investiranjem 7,850 mil. EUR-a u 15-tak postrojenja u gradu Güssingu osnovano je preko 50 novih tvrtki, s više od 1100 novih radnih mesta, neto prihodom od 9 mil. EUR-a godišnje, ostvarenim prihodom od 13 mil. EUR-a prodajom energije iz OIE/godišnje, i to uz uporabu oko 44.000 tona energetskog drva godišnje. Stupanj neovisnosti o uvozu energije Güssinga, stanje 2008. godine:

- ukupna potrošnja toplinske energije (kućanstva i industrija) 99 %,
- ukupna potrošnja električne energije (kućanstva) 150 %,
- proizvodnja bioplina iz drva od rujna 2008. 800 tona/godišnje,
- proizvodnja biogoriva (benzin i dizel) od 2010. 500 tona/godišnje, a
- ukupna potrošnja pogonskog goriva grada Güssinga 2.500 tona/godišnje.

Za sve gore navedeno grad Güssing dobio je mnoge nagrade i odlikovanja:

- 2002. okolišno najprihvatljivija Općina Austrije
- 2004. Austrijsku i Europsku solarnu nagradu
- 2004. najinovativnija Općina Austrije
- 2005. Energy Globe Austria
- 2005. Global 100 Eco Tech Award (Japan)
- Austrijska općina za zaštitu klime 2008.
- 2009. Watt d'Or (Švicarska) – istu će danas (19. 6. 2009) primiti zamjenik gradonačelnika Petra Vadasza u Beču!

Nakon završene prezentacije mr. Josip Dundović naglasio je:

“Za sve gore navedeno zaslužni su gosti iz Austrije Peter Vadasz i Franz Jandrisits sa stručnim timom Europskog centra za obnovljive energije Güssing d.o.o. (kćerka u 100 % vlasništvu grada Güssinga), koji je osnovan 2002. godine. Zbog čega je glasom građana Güssinga Peter Vadasz treći puta zaredom gradonačelnik!”

Nakon završenog izlaganja, prišlo se svečanom potpisu Ugovora o suradnji za umrežena partnerstva između Europskog centra za obnovljivu energiju Güssing d.o.o. (EEE) i umreženog partnera Grad Našice o suradnji pri korištenju i uporabi obnovljivih energija, kao i gospodarenju sa zatvorenim krugom uporabe prirodnih resursa za jačanje regionalne gospodarske moći svih uključenih područja. Cilj ugovora je prenijeti znanje i know-how koje je Austrija stekla ponajprije na području zaštite okoliša na grad Našice, ali i na ostale regije Hrvatske (slika 3).

Primjer Ugovora je na hrvatskom jeziku na web stranici: www.sumari.hr/biomasa!



Slika 3. Svečani potpis Ugovora

Nakon završenog čina potpisivanja ugovora pozvao sam sve prisutne na 4. Hrvatske dane biomase, koji će se održati u Našicama 4. rujna 2009. godine u dvorani “Emaus” Franjevačkog samostana u sklopu Festivala “Dani slavonske šume” na temu: “BIOMASA (električna i toplinska energije), BIOPLIN I BIOGORIVA”. Austrijski ured za vanjsku trgovinu u suradnji sa sekcijom HŠD-a Hrvatskom udrugom za biomasu, Hrvatskim šumama d.o.o. i gradom Našice tom prigodom organizira i gospodarski susret austrijskih i hrvatskih tvrtki, koje su aktivne na gore navedenoj temi.

Zatim su za emisiju Aktualni prilog Radia Našice gospodinu Robertu Rigu dali svoje izjave:

1. *Na upit, da li ste kao začetnik i iniciator ideje uporabe OIE zadovoljni i ponosni?*

Mr. sc. Josip Dundović je odgovorio, da je zadovoljan i ponosan, da je Ugovor Našice – Güssing potписан u Našicama, gdje smo prije 7 godina počeli s međunarodnim i stručnim skupovima na temu korištenja i uporabe obnovljivih izvora energije za jačanje regionalne gospodarske moći. U vrijeme najteže svjetske krize od 2. svjetskog rata nema boljeg izlaza iz nje, nego ulaganje u postrojenja na OIE, koristeći znanja i know-how, koje je stekao Europski centar za obnovljive izvore energije Güssing, a to je dokazao i “Model Güssing”.

2. Peter Vadasz, gradonačelnik Güssinga, na pitanje o “Modelu Güssing” i kako ga ponuditi Našicama, odgovorio je da su u Güssingu dokazali da se iz obnovljivih izvora energije, danas osim proizvodnje toplinske i električne energije, proizvodi benzin, dizel i sintetički plin. Upravo te najnovije tehnologije i know-how kao i pomoć u izradi Programa za potrajnju energiju iz domaćih i obnovljivih izvora energije, ponudit će gradu Našicama.

3. Poštovani gospodine Jan Kickert, Veleposlaniče Republike Austrije uza sve probleme u kojem se nalazi i RH pri ulasku u EU i mogućnosti korištenja predstupnih fondova, kako Republika Austrija može pomoći?

Austrija i RH su prijateljski vezane zemlje, a kvaliteta se vidi u bilateralnim odnosima. Zato sam došao u Našice, jer možemo pomoći i na regionalnom razvoju na području zaštite klime i zaštiti okoliša, jer su ovim Ugovorom Našice povezane s Güssingom. No, RH ćemo pomoći i na visokoj razini kako bi postala 28. članica EU.

4. Robert Rigo na kraju se obratio pitanjem i gospodinu Krešimiru Žagaru, gradonačelniku: danas ste potpisali Ugovor o suradnji s gradom Güssingom, kako dalje?

“Godinu dana smo čekali ovaj dan o potpisu Ugovora sa gospodinom Peter Vadaszom, gradonačelnikom Güssinga, mojim kolegom. Radujem se da se ovo dogodilo u mjesecu lipnju kada grad Našice obilježava svoj dan. Zahvaljujem gospodinu Josipu Dundoviću, koji je iskoristio svoje prijateljske i poslovne, ali i gospodarske veze s prijateljima iz Austrije, da bi došlo do potpisa Ugovora.

Zahvaljujem i gospodinu Janu Kickertu, veleposlaniku koji je došao u Našice, iako je imao i obveze u Zagrebu.

Zahvaljujem Hrvatskom šumarskom društvu, Hrvatskim šumama d.o.o., lokalnoj samoupravi i gospodarstvenicima Našičkog kraja, koji su svojom nazočnošću uveličali ovaj svečani čin potpisa Ugovora. Uvjeti, koje danas imaju Našice, čak su i bolji od uvjeta koje je prije 15 godina imao Güssing. Dakle mi danas možemo koristiti najnovije znanje, tehnologije i know-how, koja je Austrija stekla na području obnovljivih izvora energije”.

Drugo pitanje upućeno gradonačelniku Krešimiru Žagaru glasilo je: *Güssing je ostvario značajnu dobit od korištenja domaćih i obnovljivih izvora energije (sunceve energije, poljoprivredne i šumske biomase), ali uz velika ulaganje, kako mislite to realizirati?*

“Koristit ćemo znanja Güssinga, kako naći sredstva iz fondova EU i kreditiranje te takse građana; ovdje su se pojavili i privatni poduzetnici koji žele ulagati u bioenergane. Güssing danas proizvodi 150 % električne energije u odnosu na svoje potrebe, zatim proizvodi i 20 % biogoriva (benzina i dizela) od svojih potreba, osigurali su 1100 novih radnih mesta, jer su se riješili izdataka za nabavu fosilnih goriva. Dakle, zaposlili su ljudе i dobivaju prihod od prodaje bioenergije i biogoriva”.

I na kraju treće pitanje Roberta Rige. Teška su vremena (kriza), kada možemo imati konkretne radove na ovom području?

“RH sa svojim Ministarstvima te Fondom za zaštitu okoliša i energetsku učinkovitost već danas potiču projekte iz ovog područja. Privrednici su također pokazali velik interes i krenuli u slične investicije, ali dolaze i investicije sa strane u bioplinske pogone i kogeneraciju (električna i toploinska energija), ali ovim Ugovorima nama se nude i moderne tehnologije 2. generacije u proizvodnji i bioplina i biogoriva, a ne samo električne i toploinske energije. Za ove nove tehnologije grad Našice osigurat će zemljište kao i prijenos know-howa u suradnji s Europskim centrom za obnovljivu energiju Güssing uporabom prirodnih resursa”.



Slika 4. Sudionici skupa ispred hotela "PARK" Našice



Slika 5. Uručenje fotomonografije Našice

Zatim su svi nazočni na poziv gradonačelnika Krešimira Žagara otišli na zajednički ručak u hotel "Park" Našice, a naposljetku je gradonačelnik uručio i prigodne darove fotomonografiju grada Našica povodom 780 godina grada i 800 godina Franjevačkog samostana.

Mr. sc. Josip Dundović

EUROPSKE INOVACIJSKE NAGRADE

Dana 18. lipnja 2009 godine u Beču (Austrija) održana je dodjela Europske inovacijske nagrade iz područja šumarstva, prerade drva i proizvoda od drva – Schweighofer Prize. Ukupan fond nagrada je 300.000 Eura i dodijeljuje se svake druge godine za inovativne ideje, tehnologije, proizvode i usluge europskog šumarskog sektora. Na svečanom primanju u Gradskoj vijećnici glavnu nagradu dobio je Prof. Dr. Gerd Wegener (Technical University of Munich/Njemačka).

Ostale nagrade podijeljene su na 6 projekata iz ovog područja:

1. ADAPT – nova strategija budućeg gospodarenja šumom zasnovana na promjeni klime; ADAPT – new strategy for future forest management based on climate change (Austrija).
2. CADIX – Sustav upozoravanja napada termita kod drvenih građevina; CADIX – The alarm system for detecting termite attacks (Španjolska).
3. Drveni toranj – Prvi modularni drveni toranj za pridobivanje energije vjetra; Timber Tower – The first modular timber tower for high performance wind energy plants (Njemačka).
4. Ekološki prihvatljiva metoda bojanja masivnog drva uz pomoć superkritičnog plina CO₂; Eco-friendly in-depth coloration of solid wood with the help of supercritical CO₂ (Austrija).
5. Inovativni lagani slojeviti paneli od drva i drvenih materijala; Innovative lightweight sandwich panels made of wood and wood based materials (Austrija i Njemačka).
6. Prva industrijska proizvodnja sintetičkog prirodnog plina od drveta; First industrial production of synthetic natural gas (SNG) of wood (Austrija, Švicarska).

Više detalja o pojedinim projektima može se pronaći na web stranicu:

<http://www.schweighofer-prize.org/winners>
2009.en.html

Problematiku inovacija u sektoru šumarstva i prerade drva Europske unije, analizira i prati projekt COST E51 “Integrating Innovation and the Development Policies for the Forest Sector”. U projekt je uključeno 20 zemalja EU, a radni sastanak održan je u siječnju 2009. godine u Zagrebu. Skup su pozdravili predstavnici Šumarskog Fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Ministarstva regionalnog razvoja, šumarstva i vodoprivrede, te tvrtke Hrvatske šume d.o.o. Na prezentacijama u Hrvatskom šumarskom društvu po rad-

nim grupama, predstavljeno je stanje i perspektiva šumarstva i prerade drva u Republici Hrvatskoj.

Inovacijska politika je ključni čimbenik u “Lisabon-skoj strategiji” Europske Unije, koja sadrži ekonomski razvoj politike EU (ožujak 2000). Na razini politike Europske unije, inovacije su prepoznate kao krucijalni čimbenik za kreiranje ekonomskog rasta i zaposlenosti zemalja Europske unije, te jačanje razvoja ruralnih područja. Europska Unija nastoji ojačati konkurentnost između drugih sudionika globalne ekonomije povećavanjem inovativnih aktivnosti europskih poduzeća. Shodno tome, inovacija je jedna od dva eksplicitna cilja EU sedmog istraživačkog okvirnog programa (FP7) u cilju kreiranja europskog istraživačkog područja. U kontekstu šumarske politike Ministarska konferencija za zaštitu šuma europe (MCPFE), prihvatile je Bečku rezoluciju o Ekonomskoj održivosti potrajnog gospodarenja šumom (“Economic Viability of Sustainable Forest Management”) koja poziva na jačanje inovacija i poduzetništva u sektoru. Prema tomu, razvoj prerade drva i šumarstva znači više nego rast ili kvantitativnu promjenu. On je ponajprije rezultat kvalitativne promjene u promišljanju i djelovanju. Više o projektu na web stranici:

http://w3.cost.esf.org/index.php?id=143&action_number=e51

Član upravnog odbora projekta COST E51
Doc. dr. sc. Stjepan Posavec
Šumarski Fakultet Sveučilišta u Zagrebu,
Zavod za izmjjeru i uređivanje šuma

INICIJATIVA ZA FORMIRANJE GRANSKOG SINDIKATA FEDERACIJE BOSNE I HERCEGOVINE ILI BOSNE I HERCEGOVINE

Hrvatsko šumarsko društvo Mostar razmatrajući ukupnu problematiku šumarstva u Federaciji Bosne i Hercegovine, u koju spada položaj i pravo djelatnika, zaključilo je da postoji opravданje za formiranje granskog sindikata šumarstva.

Europski sindikalni pokret, a pokreti u državama našeg najbližeg susjedstva u svojoj samoorganiziranoći već su odavno formirali granske sindikate po gospodarskim granama.

Granski sindikati se zatim udružuju u veći stupanj organiziranja u jednu ili više centrala. Sve grane gospodarstva imaju svoje specifičnosti i različitosti u odnosu na druge i logično je da se one na granskim sindikatima razmatraju, analiziraju i povjeravaju sindikalnoj centrali grane, koja će ih zastupati na ukupnom prostoru i pred višim organima vlasti (F BiH ili BiH). Kao što i znamo, šumarstvo je jedna specifična grana gospodarstva koja nije ni industrija ni poljoprivreda s bezbroj različitosti u odnosu na druge grane, a sličnosti glede temeljnih radničkih prava. Upravo zbog nepostojanja granskih sindikata položaj djelatnika šumarstva je potpuno različit u pojedinim šumsko-gospodarskim društвima u mnogo čemu, počevši od plaće, prva na otpreminu, bolovanje, a da ne govorimo o ujednačenosti uvjeta rada na terenu. Djelatnici su prepуšteni vodstvu lokalnih sindikata koji počesto iz egzistencijalnih razloga ne smiju podignuti svoj glas protiv menadžmenta i vlada županija/kantona gdje žive i rade.

Posebno je zabrinjavajuće da uopće ne postoje ujednačene norme i normativi rada osim općih normi predviđenih zakonom, što izaziva neviđenu šarolikost uopće u ovoj grani gospodarstva. Naravno, zbog ovakve razdrobljenosti sindikata, zaštita prava radnika uopće ne postoje, a posebice nema profesionalnih osoba koje će se baviti specifičnom problematikom djelatnika u šumarstvu koju uopće ne poznaju ostale institucije, koje su po zakonu zadužene za zaštitu prava radnika. Granski sindikat mogao bi i trebao osim vodstva koje se bira na mandatno razdoblje, imati i profesionalne djelatnike iz oblasti prava, zaštite na radu, normi, normativa pa čak i radne medicine. Ovakav sindikat trebao bi se formirati udruživanjem već postojećih sindikalnih organizacija, koji će u svom statutu predviđjeti upravljanje, način izbora, stručnu zastupljenost, nacionalnu izbalansiranost i način financiranja.

Zbog razdrobljenosti sindikalnih organizacija, pa čak i prostorne udaljenosti, logično bi bilo da UŠIT i Hrvatsko šumarsko društvo iz Mostara budu nositelji inicijative, a nakon formiranja granski sindikat razvijati će svoj posao u duhu vlastitih akata i po mandatu izbornih organa.

Za Upravni odbor
Hrvatskog šumarskog društva Mostar
predsjednik: Ljubo Rezo dipl. ing.

ZAŠTO NIJE FORMIRANO ŠUMSKO-GOSPODARSKO DRUŠTVO (ŠGD) U HERCEGOVAČKO-NERETVENSKOJ ŽUPANIJI

Upravni odbor Hrvatskog šumarskog društva Mostar, raspravlјajući o problemima šumarstva u Federaciji BiH i županijama, između ostalog analizirao je i pitanje potpunog nefunkcioniranja šumarstva u Hercegovačko-neretvanskoj županiji.

Podsjećamo šumarije: Mostar, Čapljina, Jablanica i Rama su u sustavu Javnog poduzeća "Šume Herceg-Bosne" d.o.o. Mostar, dok Šumarstvo "Srednje-neretvansko" Mostar, te Šumarstvo "Prenj" Konjic i Šumarstvo "Ljuta" Konjic funkcioniраju kao samostalna poduzeća.

Prema sada važećem Federalnom Zakonu o šumama u članku 3. stavak 1 točka 9. ("Sl. Novine F BiH", br.

20/02 , 29/03 i 37/04) definiran je i pojam "Županijskog/kontonalnog šumske-gospodarskog društva".

U članku 49. stavak 3. propisano je da "Skupština županije/kantona osnovat će jedno kantonalno šumsko-gospodarsko društvo za područje kantona".

Sve županije/kantoni (njih devet) u Federaciji BiH su to učinile osim Hercegovačko-neretvanske.

Potpuna je informativna blokada o razlozima, iako se po tisku i elektronskim medijima stalno spominje nemogućnost usuglašavanja na Vladi i Parlamentu Županije temeljnih pitanja organizacijske forme, sjedištu i menadžmentu budućeg ŠGD-a, a donešena je odluka o njegovom formiranju i imenovan je v. d. direktora.



Hrvatski zastupnici u Parlamentu Županije optužuju bošnjačke, bošnjački hrvatske da opstruiraju ukupnu provedbu Zakona o šumama.

Istina, formirana je samo Uprava za šumarstvo u sklopu županijskog Ministarsva poljoprivrede, vodopivrede i šumarstva koja funkcionira da bi zadovoljila najminimalnije zakonske obveze bez udubljivanja u bit koja im je zakonom nametnuta.

Podsjetimo se na člank 59 Zakona koji regulira nadležnost županijske uprave za šume:

“Kantonalna uprava obavlja sljedeće poslove:

- a) prikuplja podatke i vodi bazu podataka o stanju i razvoju svih šuma i vodi katastar šuma i šumskog zemljišta na području kantona;
- b) priprema kantonalni šumsko-razvojni plan i podnosi ga kantonalnom ministarstvu;
- c) prati dinamiku poslova na izradi šumskogospodarskih osnova i njihovo realiziranje;
- d) vodi evidenciju objekata za proizvodnju i doradu šumskog sjemena i proizvođača šumskog i ukrašnog drveća i grmlja;
- e) obavlja poslove izvještajno-dojavne službe i prati stanje i stupanj oštećenosti šuma i o tome izvještava Federalnu upravu;
- f) osigurava neposrednu zaštitu šuma putem čuvarske službe;
- g) ustupa poslove kantonalnom šumsko-gospodarskom društvu glede gospodarenja šumama i šumskim zemljištima u državnom vlasništvu i prati izvršenje ugovorenih obveza;
- h) prati realizaciju programa integralne zaštite šuma;
- i) usuglašava šumsko-gospodarske osnove s prostornim planovima, vodoprivrednim osnovama, lovno-privrednim osnovama, evidencijama koje se vode u Zavodu za zaštitu kulturno-povijesnog i prirodnog naslijeđa i federalnim programom upravljanja mineralnim sirovinama i planovima upravljanja s pojedinim mineralnim sirovinama;
- j) daje mišljenje za šumsko-gospodarske osnove;
- k) prati ekonomsko stanje šumarstva na području kantona i podatke dostavlja Federalnoj upravi;
- l) priprema i izrađuje programe iz oblasti šumarstva

koji se financiraju ili sufinasiraju iz namjenskog fonda kantona;

- m) sudjeluju u izradi stručnog mišljenja za formiranje ili reviziju šumsko-gospodarskih područja;
- n) priprema i daje mišljenje za progalašenje zaštitnih i šuma s posebnom namjenom na način propisan ovim zakonom;
- o) provodi programe i potiče naučno-istraživačku djelatnost, organizira savjetovanja i pruža stručnu pomoć kantonalnom šumsko-gospodarskom društvu;
- p) izrađuje planove za izgradnju i održavanje šumskih prometnica i zaštitu izvorišta i vodotoka unutar šumskih resursa, uz suglasnost nadležnog organa za poslove vodoprivrede;
- q) prati provođenje primjene jedinstvenih cijena šumskih proizvoda;
- r) upoznaje javnost sa stanjem šuma i izdaje prigodne stručno-popularne publikacije o stanju šuma i njihovom značaju;
- s) izrađuje godišnji plan rada, finansijski plan i godišnje izvješće i iste dostavlja kantonalnom ministarstvu
- t) obavlja i druge poslove proizilaze iz ovog zakona ili po zahtjevu kantonalnog ministarstva.

Kantoni će donijeti propise o upravljanju i korištenju sredstava namjenskih fondova kantona. Sredstva namjenskih fondova kantona, mogu biti korištena samo za izvršenje zadataka koji su sukladni s ovim zakonom dati kantonima i za mjere koje su slične namjeni korištenja sredstava namjenskog fonda Federacije.

Kantonalna uprava dostavlja Federalnoj upravi sve potrebne podatke u cilju sagledavanja stanja šumarstva u Federaciji”.

Ova uprava ubire sredstva od OKFŠ-a (općekorisne funkcije šume). Zakon o šumama precizirao je u članku 60., 61. i 62. financiranje poslova u nadležnosti Federalne i kantonalne šumske uprave. Ustanovio je dva odvojena fonda u Federaciji i kantonu s obvezom svih pravnih osoba u Federaciji BiH na plaćanje iznosa od 0,1 % na ukupan prihod po polugodišnjem i godišnjem obračunu u omjeru od 20 % u korist Federalne šumske uprave i 80 % kantonalne šumske uprave. Ova sredstva OKFŠ-a su vrlo značajna i mogla bi pomoći razvoju šumarstva kao cjeline u ovoj Županiji.

Ne zna se ni koji je iznos prikupljen, ni kako se troši taj relativno velik iznos. Kako je u Županiji, istina bez zakonske podloge, pet gospodarskih subjekata umjesto samo jednog, možemo zamisliti kako se uopće primjenjuju zakonske odredbe u svezi s gospodarenjem, programima, planovima, izradbi ŠGO (šumsko-gospodarskih osnova), a da ne govorimo o suvremenim tendencijama u postupku certifikacije šuma, strategije razvoja šumarstva, šumskih programa Federacije, dugoročnih i kratkoročnih, te uopće kontrole i procedura koje proizilaze iz Zakona.

Sve ove probleme zastupnici vjerojatno ne znaju, ili im je teško shvatiti ih, zašto ponajprije snosi odgovornost

nadležno županijsko ministarstvo, a potom uprava za šumarstvo koja mora servisirati Vladu i Parlament o svim stručnim pitanjima i biti nositelj kvalitetnih prijedloga, koji će ponajprije zaštiti i unapređivati šume, a potom osigurati djelatnicima neophodnu sigurnost na radu uključujući i redovito osiguranje sredstava za plaće.

Posebno pitanje predstavljaju djelatnici Javnog poduzeća "Šume Herceg-Bosne" d.o.o. Mostar, koje nije brisano iz registra Županijskog suda, a novo ŠGD uopće nije profunkcioniralo.

Djelatnici ovog poduzeća već 10 (deset) mjeseci ne primaju plaću, već godinu dana im se ne uplaćuju doprinosi za mirovinsko osiguranje i preko dvije godine nemaju zdravstvenog osiguranja.

Njima se nitko ne obraća za izvršenje redovitih poslova i žive u neizvjesnosti, kako neki kažu "pravnom vakumu", gdje na istom području umjesto jednog djeli 5 (pet) pravnih subjekata šumarstva.

Jasno svih pet subjekata postoje nezakonito, jer treba biti samo jedno šumso-gospodarsko društvo (ŠGD). Ono postoji, ali je i ono nezakonito registrirano. Naime, kod registracije ovog ŠGD-a županijski sud u Mostaru je po službenoj dužnosti ili po zahtjevu osnivača **moraо_brisati** iz sudskog registra sva ranija poduzeća koja su gospodarila državnim šumama na području Hercegovačko-neretvanske županije, a to su: J.P. "Šume Herceg-Bosne" d.o.o. Mostar, Šumarstvo "Srednje-neretvansko" Mostar, Šumarstvo "PRENJ" Konjic i Šumarstvo "LJUTA" Konjic.

Nažalost, to nije napravljeno, svjesno ili nesvesno nije poznato.

Pitamo se je li sazrjelo vrijeme da se konačno kaže da li svih pet subjekata pravno postoje ili ne?

Ako je svih pet subjekata pravno utemeljeno, onda J.P."Šume Herceg-Bosne" d.o.o. Mostar treba imenovati privremeni Upravni odbor i v.d.direktora, odobriti radove na temelju godišnjeg plana gospodarenja, tako da i ovo poduzeće može normalno funkcionirati i na taj način izmirivati obaveze prema svojim djelatnicima i društvu.

Ako pravno nismo utemeljeni (svih pet subjekat), onda treba početi sve iz početka, sva četiri poduzeća treba brisati iz sudskog registra, pa tek onda formirati jedno ŠGD na razini Županije, kako je to i Zakonom propisano.

Sindikat djelatnika Javnog poduzeća "Šume Herceg-Bosne" d.o.o. Mostar poduzima neviđene napore da nadležne iz Vlade, Ministarstava i Županije prisile da formiraju novo poduzeće u duhu važećeg Zakona o šumama u punom kapacitetu, gdje će se riješiti i njihov status.

U očaju su čak i zatvorili zgradu direkcije u Mostaru i zabranili ulaz svima pa i v.d. direktoru ŠGD-a dok se situacija ne riješi. Obraćajući se Federalnom nadležnom ministarstvu i Županijskoj ministrici, tražili su rješenje za budućnost ne samo njihovih radnih mesta, već i bu-

dućnost stručnog gospodarenja šumama ove Županije.

I gle čuda, u prepisci nadležna ministrica se oglasila nadležnom, a u isto vrijeme i federalni ministar je to učinio, tako da ispada da ukupno upravljanje šumama Hercegovačko-neretvanske županije nije ničija nadležnost i da svi pravni subjekti posluju izvan Zakona, a u isto vrijeme i u jednom i u drugom ministarstvu postoje uprave za šume, primaju plaće za posao koji uopće pravno ne postoji.

Ovakav odnos prema šumi i šumskim resursima nije nikada zapamćen od 1878. godine, kada je Austro-Ugarska položila neviđene temelje u izgradnji pravnog i operativnog šumarskog sustava do danas.

Dakle, šumarstvo na ovom području se vratilo 130 godina unazad i pobrisalo sve pozitivne tekovine rada 4 državna pravna sustava prije ovoga. Čini se da su zastupnici u županijskom parlamentu žrtve vješto plasiranih poluinformacija nekih osoba ranijeg menadžmenta, koji iz osobnog interesa ne žele formiranje jedinstvenog ŠGD-a i preispitivanje njihovih postupaka radi eventualne privatizacije imovine svih poduzeća koja se trebaju objediniti u novo ŠGD.

Ta imovina sastoji se od nepokretne i pokretne imovine od Neuma do Tarčina. Ova imovina nalazi se u Ravnom, Neumu, Stocu, Čapljini, Čitluku, Mostaru, Jablanici, Prozor-Rami i Konjicu.

Kako nadići ovakvo stanje?

Kada se god kompanije spajaju, izrađuje se stručni elaborat, koji podrazumijeva popis imovine, dugova, potraživanja, popis proizvodnih resursa, popis prirodnih resursa, opreme i konačno vrlo osjetljiv popis kadrovske strukture zatečenog djelatnog osoblja, njihov status, njihova potraživanja od kompanija na temelju plaće i drugih prava iz radnog zakonodavstva i kolektivnog ugovora.

Ovaj elaborat treba sadržavati prijedlog mjera za sanaciju stanja i prijedlog buduće organizacijske strukture poduzeća s izvorima prihoda.

Stoga bi bilo logično da Vlada formira stručnu skupinu sastavljenu od predstavnika svih firmi, predstavnika ministarstava, predstavnika sindikata, jednog neovisnog šumarskog eksperta, jednog neovisnog financijskog eksperta i pravnog stručnjaka koji bi sastavili elaborat sa zaključcima koje bi trebao usvojiti Parlament Županije, a kojima će se postići donošenje odluka i ukupni operativni postupci.

U protivnom, razvoj šumarstva u ovoj Županiji će stagnirati, djelatnici će morati svoja prava štititi putem suda, a imovina koju su stvorile generacije šumara će propadati, ili mutnim poslovima prelaziti u ruke onih koji najmanje imaju pravo na nju.

Upravni odbor
Hrvatskog šumarskog društva Mostar

IN MEMORIAM

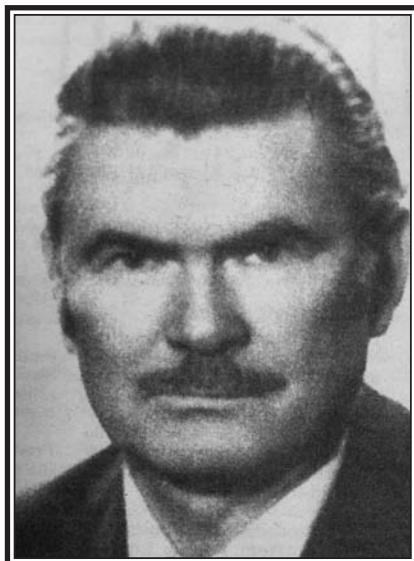
DURAĐ BABOGREDAC (1922. – 2009.)

Dana 21. siječnja 2009. godine na Krematoriju zagrebačkoga groblja Mirogoj, na vječni je počinak ispraćen naš kolega Đurađ Babogredac.

Rođen je 22. travnja 1922. godine u Bošnjacima, gdje je završio osnovnu školu. Nakon toga pohađao je gimnaziju u Vinkovcima te studirao na Poljoprivredno-šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Apsolvirao je školske godine 1946/1947., a diplomirao 1948. godine.

Po završetku studija zapošljava se u tadašnjemu Ministarstvu šumarstva, gdje obnaša odgovorne i važne funkcije. Poslije toga posao nalazi u Šumarskom institutu u Zagrebu, nakon čega 1953. godine dolazi na vinkovačko područje u Sekciju za uređivanje šuma pri Direkciji šuma. Po osnivanju Šumskoga gospodarstva Spačva, Đurađ Babogredac postao mu je direktor. Godine 1961. ovo se Šumsko gospodarstvo ujedinilo s pet godina ranije osnovanom Drvnom industrijom Slavonski hrast iz Vinkovaca, u jedinstveni Šumskopoljoprivredno-industrijski kombinat Spačva, kojemu je Babogredac bio generalni direktor od 1965. do 1969. godine. Nakon toga obnašao je mnoge vrlo odgovorne rukovodeće poslove u DIK-u Spačva (pomoćnik i zamjenik direktora, direktor Radne zajednice i Tehničko-razvojne službe) do umirovljenja 1987. godine.

Njegov najveći doprinos tijekom dugogodišnjega rada bio je što se kao šumar zalagao za veću prerađuju i finalizaciju sirovine iz bogatih spačvan-



skih šuma. U DI Spačva, u vrijeme dok je bio direktor Tehničko-razvojne službe, pod njegovim neposrednim rukovodstvom razrađeni su i usvojeni mnogobrojni razvojni projekti, ne samo Spačve već i cijelokupne drvine industrije. Većina tih projekata je i realizirana. Spomenimo samo Tvornicu iverica, Tvornicu montažnih kuća (najveću u ovome dijelu Europe), razvoj Finale i izgradnju Spačvina pogona u Županji. Zahvaljujući tomu Spačva je izrasla u najvećega prerađivača slavonske hrastovine i jasenovine te najvećega izvoznika drvnih proizvoda toga vremena. Na svemu što je učinio za Spačvu zahvalne su mu brojne generacije spačvanaca i njihovih obitelji.

Njegova svestranost dolazila je do izražaja u podržavanju mnogobrojnih društvenih, kulturnih i sportskih aktivnosti. Bio je jedan od osnivača i predsjednik Društva in-

ženjera i tehničara šumarstva i drvene industrije u Vinkovcima (danas Hrvatsko šumarsko društvo). Također je bio predsjednik Radničkoga kulturno-umjetničkog društva Šumari, koje i danas prinosi slavu i obilježja ovoga kraja u tradicijskoj kulturi, folkloru i pjesmi. Bio je osnivač i predsjednik Sportskoga društva Spačva i aktivist u mnogim drugim područjima života.

Od mnogobrojnih stručnih i društvenih priznanja najvrjedniji je Orden rada, kojim je odlikovan 1984. godine.

Đuka Babogredac bio je velik autoritet, a iznad svega dobar i plemenit čovjek, koji je imao razumijevanja za svakoga i koji je u svakom trenutku bio spremam pomoći onima kojima je pomoći bila potrebna.

Njegov odlazak velik je gubitak, kako za obitelj, tako i za njegove mnogobrojne prijatelje i kolege.

Najvažniji objavljeni radovi:

Melioracija degradiranih sastojina u bosutskom području. ŠL 1952., str. 153–160.

Utvrđivanje kvalitetne vrijednosti stabala i sastojina. ŠL 1953., str. 118–127.

Josip Filipović

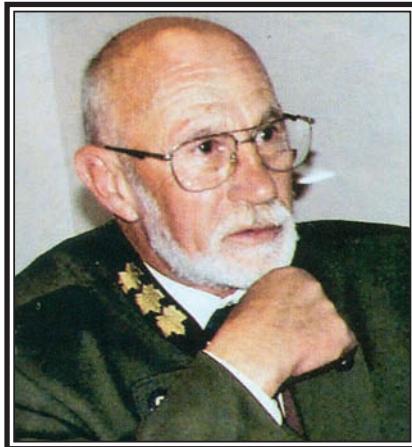
DUŠKO GRGIČEVIĆ, šum. tehn. (1933 -2009)

Dana 1. travnja 2009. god. zatекla je nas šumare te poklonike lovstva i lova, ali i sve prijatelje, štovatelje i poznanike našeg Duška spoznaja, da je napustio ponajprije svoju obitelj i rodbinu, ali i nas ostale, te da je istrgnut još jedan list s grane dalmatinske šumarske krošnje krećući na put "tamo gdje se za vazda odlazi".

Napustio nas je nakon nedavno preminulih kolega Branimira Barčevića i Josipa Đurđevića još jedan dobri duh šumara Dalmacije, iskreni kolege i prijatelj, vječiti optimist u stručnom radu i životu, pun životnih radosti, veseljak, duhovit u dosjetkama i šalama, po čemu će se posebice naš društveni život i zajedništvo mjeriti zasigurno danom, prije i nakon Duška. Nakon 57 godina poznanstva, pripala mi je i tužna zadaća oprostiti se s poštovanim Duškom na splitskom gradskom groblju Lovrinc u ime kolega iz Uprave šuma Podružnice Split, Hrvatskog šumarskog društva Ogranak Dalmacija Split, kojemu je vrijedno i radno pripadao, kao i u svoje osobno.

Otac našeg Duška, Antun rođen na otoku Braču, ali podrijetlom Hvaranin, upravitelj pošte u gradu Hvaru a zatim u Sućurju, gdje je upoznao svoju suprugu Terezu s kojom sklapa brak. Po dekretu odlazi na mjesto upravitelja pošte u Virje gdje je 6. ožujka 1933. god. rođen naš Duško (uz sestru Mariju i braću Andriju i Mladena), dakle s genima mora, a po prvom plaču Podravac. Godine 1936. otac mu je s obitelji premješten u Zagreb za upravitelja poštanskog ureda na Srebrnjaku (iz osobnog zadovoljstva otac mu se bavio prijevodima spomeničke baštine s grčkog i latinskog jezika, prijateljujući još iz srednje škole hvarske dana s akademikom Grgom Novakom).

Položivši malu maturu u Zagrebu šk. god. 1948./49., upisuje se u Srednju Šumarsku školu za krš u Splitu, u kojoj uspješno stječe dipl-



mu šumarskog tehničara šk. god. 1951./52. Kraće vrijeme radi na poslovima uređivanja šuma na području Šumarije Šibenik zajedno s Davorinom Prginom dipl. ing. šum., Nikšom Vučetićem, dipl. ing. šum. (kasnije profesorom Srednje šumarske škole za krš u Splitu), prof. dr. sc. Šimom Meštrovićem (u to vrijeme šum. tehničarem) u Sekciji za uređivanje šuma sa sjedištem u Splitu, koju je vodio poznati vinkovački šumarnik i uređivač Stjepan Marković dipl. ing. Godine 1953. odlazi na odsluženje vojnog roka u školu rezervnih oficira u Vipavu u Sloveniji, a po povratku iz vojske 1954. direktor Šumarije Hvar dipl. ing. šum. Bičanić primio ga je na stručne revirničke poslove gdje radi sve do 1956. godine. Iste godine sklapa brak s gospođicom Zdenkom Majer, koja ga je vjerno pratila u brojnim životnim i egzistencijalnim teškoćama, posebice nakon preživljjenog moždanog udara prije dvije godine. Radi teškoća financiranja šumarstva u Dalmaciji pedesetih godina prošlog stoljeća, dokidanjem Fonda za unapređenje šumarstva (FUŠ-a), Duško s obitelji 1956. god. odlazi u Zagreb, zaposlivši se u ŽTP Zagreb na poslovima preuzimanja željezničkih pragova u izgradnji i održavanju željezničkih pruga.

Godine 1957. zapošljava se u Šumskom gazdinstvu Zavidovići u BiH na poslovima revirnika, a s po-

sebitim zadovoljstvom i zanosom prihvata ponuđene poslove rukovoditelja lovišta, stječući iskustva o gospodarenju i uzgoju divljači, što će mu u buduće biti radni i životni sadržaj i hobi.

Želeći povratak u Hrvatsku prima 1960. god. posao upravitelja lovišta u Šumariji Petrinja, gdje s već stečenim iskustvom i spoznajama o lovnom gospodarstvu uspješno radi na razvoju lovstva do 1964. god., kada se ponovno na kratko vraća u Split u Šumsko gospodarstvo Split, zatim je predstavnik DIP-a Postojna iz Slovenije za područje Dalmacije, a potom predstavnik Tvornice računskih strojeva iz Zagreba (TRS Zagreb), te do početka Domovinskog rata prije prijevremenog umirovljenja 1990. godine radi u predstavništvu "Eksportdrala" Zagreb. U mirovini se povlači u rodno mjesto svoje majke Sučuraj na otoku Hvaru gdje ga zatiče rat i gdje 20. kolovoza 1991. smisleno organizira obranu istočnog područja otoka Hvara ustrojavanjem prve postrojbe ZNG s ponajviše domoljubne mladeži s otoka, darujući postrojbi svih svojih pet lovačkih pušaka. U obrani Domovine Hrvatske ostaje sve do 20. siječnja 1992., kada dobiva pisano priznanje Odsjeka za obranu RH – Uprave za obranu Split, kao hrvatski branitelj i dragovoljac Domovinskog rata.

Iste godine prihvata od Hrvatskih šuma Uprave šuma Split – Odjela za uređivanje šuma, poslove na ispomoći u izradi Programa gospodarenja šumama i šumskim zemljištima za GJ-e: "Sv. Nikola" i "Plame" na otoku Hvaru, te sa zadovoljstvom izradu Programa uzgoja divljači za otok Šćedro, Šumarije Hvar. Tijekom 1994. surađuje na trasišanju i izradi šumskih prosjeka na Šćedru. Dana 1. rujna 1994. mirovinu stavlja u stanje mirovanja, prihvata radno mjesto revirnika u HŠ u

Upravi šuma Podružnica Split u Šumariji Hvar do kraja 1996., kada prelazi u Šumariju Split na poslove revirnika za područje GJ "Borovača" u Muću. U njoj mu se povjeravaju pored revirničkih poslova srcu prirasli mu poslovi gospodarenja Lovištem "Borovača", uz njegovu životnu vodilju i geslo "da je lovstvo uzgoj divljači, a lov selekcija i ispomoć razvoju divljači u prirodi". Sudjeluje u ispomoći trasiranja šumske ceste područja južnih padina planine Mosor. Ne miruje umirovljenjem 1998., već sudjeluje u izradi Programa gospodarenja za Gj "Kozica" Šumarije Vrgorac. Taj zdravi duh, entuzijazam i stručnost, izraženi ljudskom dobrotom, kolegjalnošću, prijateljstvom, urođenih manira gospodina s nezaboravnom siluetom čovjeka s hubertusom, lovačkim šeširom i upaljenom cigaretom u podužem cigaršpicu, s izričajem zagrebačkog žargona, proizašla je njegova posebnost svesrdno prihvaćena od kolega, nadređenih mu upraviteљa ili voditelja odjela i svih u njegovom okruženju.

U veljači 2007. god. naš Duško ponešto narušenog zdravlja povlači se sa suprugom u Mirovni dom "Zenta" od kud mu s prozora dopire pogled nazirući svoje korjene u orisima obala otoka Hvara, a u zaleđu kontinenta sve što je ponajviše radom i marom ostavio u svom životnom trajanju. Svojom osobnošću, znanjem i spoznajama o lovstvu, prihvaćen je i u krugovima lovaca koji su ga dostoјno i častno ispratili na počinak, s počasnom stražom u svečanim odorama uz kovčeg, s dirljivim riječima oproštaja predsjednika Lovačke udruge

"Split" gosp. Mladana Vidovića dipl.iur, toplim izričajima Duškovog trpnog i trnovitog, ali čestitog životnog putovanja, uz pratnju prigodnih melodija lovačkih trublja i polaganjem grančica ružmarina lovaca u grobište.

U prigodnom sjećanju na Duška glavni urednik mjesečnika za lovce, ljubitelje pasa i prirode "Dobra kob" iz Splita, gosp. Davor Martić istaknuo je u časopisu: "Otišao je naš član Duško, stalni stručni suradnik Dobre kobi, lovac etičar, vrhunski lovno-šumarski stručnjak, odgajatelj naraštaja lovaca, pisac i koautor udžbenika "Lovački poučnik". Duško Grgičević bio je kamen temeljac hrvatskog lovstva, napose u davnim godinama poslije Drugog svjetskog rata. Svojim znanjem i iskustvom, uvijek voljan da svakome pomogne, Duško je bio začetnik svih značajnijih projekata u Splitu i Dalmaciji. Prije svega sproveo je tzv. češki umjetni uzgoj pernate divljači, napose fazana, a značajno je njegovo iskustvo u uzgoju jarebice kamenjarke."

U svezi svojih spoznaja i iskustva iz lovog gospodarstva i lovstva tijekom svojega rada zasluzio je biti nagrađen i prihvaćen kao:

- predsjednik Lovačke udruge "Split",
- predsjednik povjerenstva za ocjenu lovačkih trofeja u Lovačkoj udruzi "Split", ranijim nazivom "Kozjak",
- stručni suradnik za odobravanje i provedbu lovno-gospodarskih osnova,
- stalni suradnik časopisa Dobra kob i Jadranski lovac, izdanja N.K. Slobodna Dalmacija,

- član povjerenstva za polaganje lovačkih ispita,
- predavač na Lovačkoj školi Hrvatskog lovačkog saveza i Pučkog otvorenog učilišta "Hubert" u Splitu,
- jedan od koautora priručnika "Lovački poučnik" u izdanju Otvorenog učilišta u Splitu.

Za svoj predani rad u šumarstvu i lovstvu dobio je niz priznanja i odličja, a posljednje je pred kraj svog trpno-samozatajnog života zasluzio u prigodi proslave obljetnice 100 godina od dana osnivanja DIT-a u Splitu, danas nazivom (ZUIS-a) Zajednice udruga inženjera Splita, označene svečanom akademijom u HNK Split, 30. studenog 2008. god., javnim priznanjem na prijedlog Hrvatskog šumarskog društva Ogranak Dalmacija Split, dodjelom ZAHVALNICE za požrtvovan rad u Zajednici udruga inženjera Splita i iznimanim doprinos razvoju tehničke stuke i gospodarstva općenito.

Na kraju rastanka s dragim Duškom zamolili smo suprugu g-đu Zdenku, sina Željka sa suprugom Marinom i milom mu unukom Hanjom, kao i nazočnu rodbinu, te sve one koji su ga poštivali, imali ga za dragog kolegu, prijatelja, sugovornika, da prihvate izraze naših iskreñih suosjećanja i sućuti šumara Dalmacije, pohranjujući ga Hrvatskoj grudi, kamenu Lovrinca i dalmatinskom kršu u kojem je našao svoj životni put i cilj, dajući sebe u obrani toga i slobodne mu Domovine Hrvatske, pored nebu upetih čempresa molitvom Svevišnjemu da mu udijeli zasluzujući miran počinak te spokoj i u nebeskim lovištima.

Porin Schreiber, dipl. ing. šum.

UPUTE AUTORIMA – INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

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 autoreve zamisli u stručnu praksu, budući da je šumarska znanost primjenjiva. U rubrikama časopisa donose se napisi o zaštiti prirode povezane uz šume, o obljetnicama, znanstvenim i stručnim skupovima, knjigama i časopisima, o zbivanjima u Hrvatskom šumarskom društvu, tijeku i zaključima sjednica Upravnoga odbora te godišnje i izvanredne skupštine, obavijesti o ograncima Društva i dr.

Svi napisi koji se dostavljaju Uredništvu, zbog objavljanja 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 električnom adresom (E-mail). Stranice treba brojati.

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

Priloge opisati dvojezično (naslove priloga, glave tablica, mjerne jedinice, nazive osi grafikona, slika, karata, fotografija, legende i dr.) u fontu Times New Roman 10 (po potrebi 8). Drugi jezik je u kurzivu. U tekstu označiti mesta gdje se prilozio 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 poglavљa, 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)

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)



Sl. 1. *Corymbia fulva* (Degeer).
Fig. 1 *Corymbia fulva* (Degeer).



Sl. 2. *Leptura maculata* Poda.
Fig. 2 *Leptura maculata* Poda.



Sl. 3. *Stenurella septempunctata* (Fabricius).
Fig. 3 *Stenurella septempunctata* (Fabricius).



Sl. 4. *Stenurella melanura* (Linnaeus).
Fig. 4 *Stenurella melanura* (Linnaeus).

(Tekst i fotografije: B. Hrašovec)

Kasno proljeće i ljeto doba su kad na šumskim proplancima i uz rubove šumske cesta na evačuem bilju nalazimo velik broj kukaca različite taksonomske pripadnosti. Uz leptire, opnokrilce i dvokrilce, brojna su i imagi cvilidreta koje zajednički možemo prozvati cvjetnim cvilidretama. Ovdje predstavljamo neke vrste potporodice Lepturinae čija imaga najčešće nalazimo na cvatovima štitarki (Apiaceae). Zanimljivo je pritom da se njihove ličinke razvijaju u odumrlim, već dobrano natrulim drvenastim dijelovima šumskog drveća. Najčešće su to tanje grane, panjevi manjih dimenzija i plitko položeno odumrlo korijenje. Razvoj do imaga može potrajati i do tri godine, a s obzirom na supstrat u kojem se razvijaju možemo ih smatrati vrijednim pokazateljem prirodnosti naših šuma.

Late spring and summer is the period when forest openings and forest margins along roads abound with various insects aggregating on the plethora of flowering plants. Together with butterflies, hymenopterans and dipterans, numerous are the adults of some cerambycids which we can justifiably call Flower Longhorns. On these pages we present some species from the subfamily Lepturinae which are commonly found on the inflorescences of the Apiaceae family. It is important to mention that their larvae develop in the partly rotten wooden debris, namely thin branches, small diameter stumps and thin roots. It takes up to three years until they reach adult stage. Concerning the substrate they develop in, these longhorns can be regarded as a valuable indicator of the naturalness of our forests.

IZDAVAČ: HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO uz financijsku pomoć
Ministarstva znanosti i tehnologije Republike Hrvatske i Hrvatskih šuma d.o.o.

Publisher: Croatian Forestry Society – Editeur: Société forestière croate –
Herausgeber: Kroatischer Forstverin

Grafička priprema: ŽUPANČIĆ HR d.o.o. – Zagreb
Tisk: EDOK – Zagreb