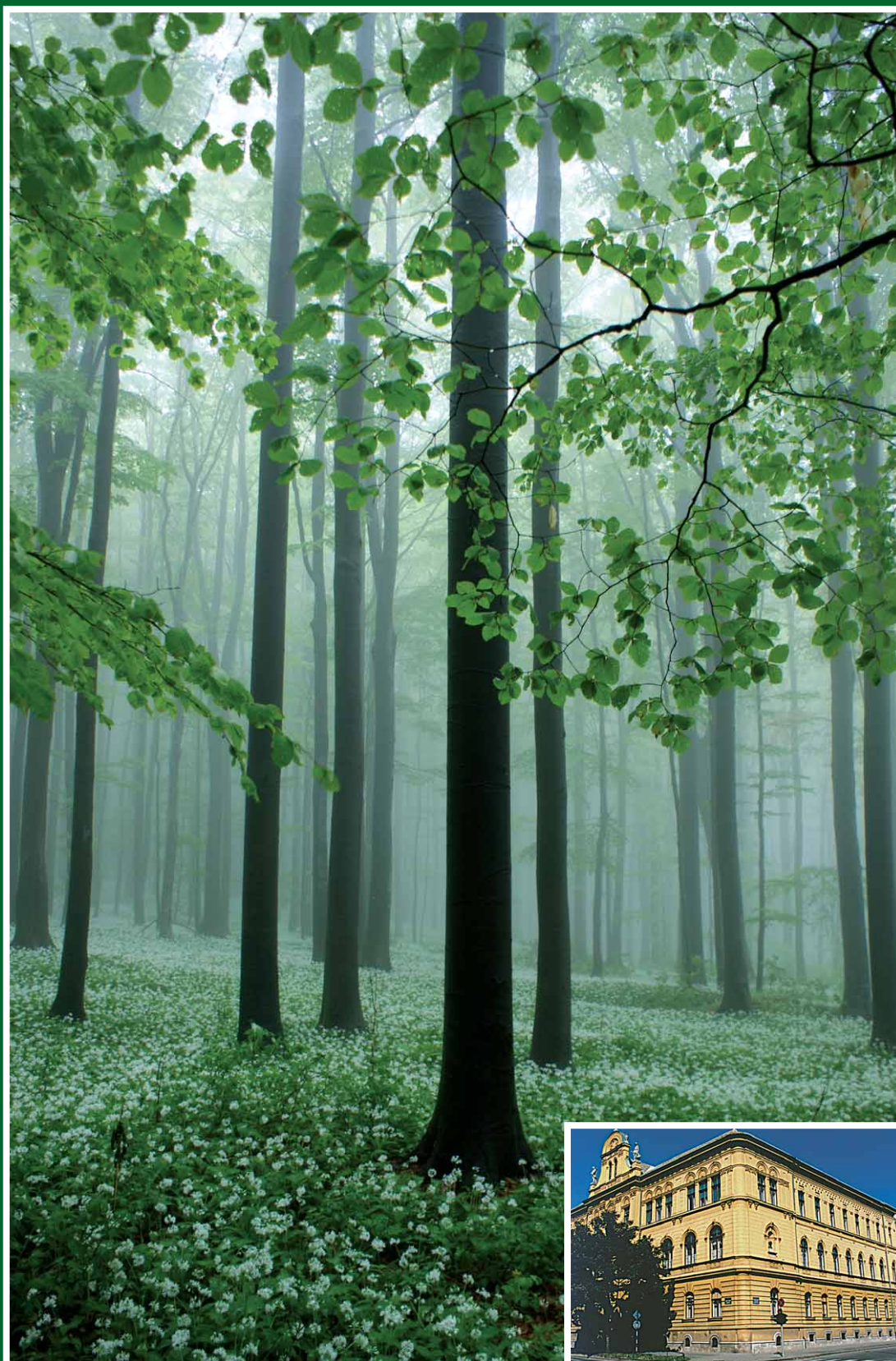


ŠUMARSKI LIST

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO



UDC 630*
ISSN
0373-1332
CODEN
SULIAB



5-6

GODINA CXXXVI
Zagreb
2012



HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO

CROATIAN FORESTRY SOCIETY

O DRUŠTVU
više

ČLANSTVO

stranice ogranaka:
BJ DE GO KA SI SP ZA

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

AKADEMIJA ŠUMARSKIH ZNANOSTI



aktivna karta
Zagreb

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



www.sumari.hr

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO

164 godine djelovanja
19 ogranaka diljem Hrvatske
3000 članova

IMENIK HRVATSKIH ŠUMARA

13982 osoba
22132 biografskih činjenica
14706 bibliografskih jedinica

ŠUMARSKI LIST

136 godine neprekidnog izlaženja
1046 svezaka na 77966 stranica
15055 članaka od 2041 autora

DIGITALNA ŠUMARSKA BIBLIOTEKA

3870 naslova knjiga i časopisa
na 24 jezika od 2670 autora
izdanja od 1732. do danas

IMENIK HRVATSKIH ŠUMARA



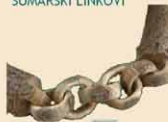
ŠUMARSKI LIST



DIGITALNA BIBLIOTEKA



ŠUMARSKI LINKOVI



EFN HŠ ŠF HŠI
HKISD DHMZ

Uredništvo ŠUMARSKOGA LISTA

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

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

Naslovna stranica – Front page:

Bukova šuma na Papuku – u carstvu medvedeg luka.
Beech forest on Papuk – in the realm of wild garlic.

(Foto – Photo: Joso Vukelić)

Naklada 2650 primjeraka

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: LASERplus d.o.o. – Zagreb

Tisak: EDOK d.o.o. – Samobor

ŠUMARSKI LIST

Znanstveno-stručno i staleško glasilo Hrvatskoga šumarskog društva

Journal of the Forestry Society of Croatia – Zeitschrift des Kroatischen Forstvereins

– Revue de la Societe forestierecroate

Uređivački savjet – Editorial Council:

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

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

1. Šumski ekosustavi – Forest Ecosystems

Prof. dr. sc. Joso Vukelić,
urednik područja – *Field Editor*
Šumarska fitocenologija – *Forest Phytocoenology*

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

Prof. dr. sc. Jozo Franjić,
šumarska botanika i fiziologija šumskoga drveća
Forest Botany and Physiology of Forest Trees

Prof. dr. sc. Marilena Idžojtić,
dendrologija – *Dendrology*

Dr. sc. Joso Gračan,
genetika i oplemenjivanje šumskoga drveća –
Genetics and Forest Tree Breeding

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

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

2. Uzgajanje šuma i hortikultura – Silviculture and Horticulture

Akademik Slavko Matić,
urednik područja – *Field Editor*
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

Akademik Igor Anić,
uzgajanje prirodnih šuma, urbane šume –
Natural Forest Silviculture, Urban Forests

Izv. prof. dr. sc. Ivica Tikvić,
ekologija i njega krajolika, općekorisne funkcije šuma –
Ecology and Landscape Tending, Non-Wood Forest Functions

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

Prof. dr. sc. Željko Španjol,
zaštićeni objekti prirode, hortikultura –
Protected Nature Sites, Horticulture

3. Iskorištavanje šuma – Forest Harvesting

Prof. dr. sc. Ante Krpan,
urednik područja – *Field Editor*

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

Izv. prof. dr. sc. Dragutin Pičman,
Šumske prometnice – *Forest Roads*

Prof. dr. sc. Dubravko Horvat,
mekanizacija u šumarstvu – *Mechanization in Forestry*

Prof. em. dr. sc. Marijan Breznjak,
pilanska prerada drva – *Sawmill Timber Processing*

Izv. prof. dr. sc. Slavko Govorčin,
nauka o drvu, tehnologija drva –
WoodScience, Wood Technology

4. Zaštita šuma – Forest Protection

Dr. 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

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

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

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

5. Izmjera i kartiranje šuma – Forest Mensuration and Mapping

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

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

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

Doc. dr. sc. Ante Seletković,
izmjera terena s kartografijom –
Terrain Mensuration with Cartography

Izv. prof. dr. sc. Anamarija Jazbec,
biometrika u šumarstvu – *Biometrics in Forestry*

6. Uređivanje šuma i šumarska politika – Forest Management and Forest Policy

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

Doc. dr. sc. Boštjan Košir, Slovenija – *Slovenia*
Prof. dr. sc. Milan Saniga, Slovačka – *Slovakia*
Dr. sc. Martin Schneider-Jacoby, Njemačka – *Germany*
Prof. dr. sc. Iztok Winkler, Slovenija – *Slovenia*

Glavni i odgovorni urednik – Editor in Chief

Prof. dr. sc. Boris Hrašovec

Lektor – Lector

Dijana Sekulić-Blažina

Tehnički urednik i korektor – Technical Editor and Proofreader

Hranislav Jakovac, dipl. ing. šum.

Znanstveni članci podliježu međunarodnoj recenziji. Recenzenti su doktori šumarskih znanosti u Hrvatskoj, Slovačkoj i Sloveniji, a prema potrebi i u drugim zemljama zavisno o odluci uredništva.

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

Časopis referiraju: Science Citation Index Expanded, CAB Abstracts, Forestry Abstracts, Agricola, Pascal, Geobase, SCOPUS, Portal znanstvenih časopisa Republike Hrvatske (Hrčak) i dr.

Scientific articles are subject to international reviews. The reviewers are doctors of forestry sciences in Croatia, Slovakia and Slovenia, as well as in other countries, if deemed necessary by the Editorial board.

Based on the opinion of the Ministry of Science, Education and Sport of the Republic of Croatia, "Forestry Journal" is classified as a scientific magazine and is subject to 0-rate VAT (Article 57)

Articles are abstracted by or indexed in: Science Citation Index Expanded, CAB Abstracts, Forestry Abstracts, Agricola, Pascal, Geobase, SCOPUS, Portal of scientific journal of Croatia (Hrčak) et al.

SADRŽAJ

CONTENTS

Izvorni znanstveni članci – Original scientific papers

UDK 630* 165 (001)

Kajba, D., I. Andrić:

Procjena genetske dobiti, produktivnosti i fenotipske stabilnosti klonova topola na području istočne Hrvatske
– Estimation of genetic gain, productivity and phenotypic stability of poplar clones in the area of eastern Croatia . . . 235

UDK 630*453 (*Cameraria ohridella*) (001)

Mešić, A., T. Miličević, D. Grubišić, B. Duralija, A. Marić, A. Popović:

Suzbijanje kestenovog moljca minera (*Cameraria ohridella*) tretiranjem lišća – Foliar treatments against horse chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella*) 245

UDK 630*181.1 + 111 (*Quercus pubescens* Willd.) (001)

Šestan, Lj.:

Simulacijski model utjecaja temperature zraka na lisne fenofaze hrasta medunca na otoku Pagu – Simulation model of the effect of air temperature on the leaves phenophases of the pubescent oak on the island of Pag 253

UDK 630*165 (*Fraxinus excelsior* L.) (001)

Westergren, M., K. Jarni, R. Brus, H. Kraigher:

Implications for the use of forest reproductive material of common ash (*Fraxinus excelsior* L.) in Slovenia based on the analysis of nuclear microsatellites – Prijedlozi za upotrebu šumskog reprodukcijanskog materijala običnog jasena (*Fraxinus excelsior* L.) 263

UDK 630*561 +161 (001)

Pilipović, A., S. Orlović, N. Nikolić, M. Borišev, B. Krstić, S. Rončević:

Growth and plant physiological parameters as markers for selection of poplar clones for crude oil phytoremediation
– Rast i fiziološki parametri kao markeri pri selekciji klonova topola za fitoremedijaciju nafte 273

Pregledni članci – Reviews

UDK 630*304 + 964

Goglia, V., J. Suchomel, J. Žgela, I. Đukić:

Izloženost vibracijama šumarskih radnika u svjetlu Directive 2002/44/EC – Forestry workers' exposure to vibration in the context of Directive 2002/44/EC 283

Zaštita prirode – Nature protection

Arač, K.:

Crveni mukač (*Bombina bombina* L.) 290

Izazovi i suprotstavljanja – Challenges and oppositions

Delač, D.:

"Naježda parazita u Hrvatskim šumama" 291

Aktualno – Current news

Glavaš, M.:

Prof. dr. sc. Igor Anić – novi redoviti član Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti 293

Znanstveni i stručni skupovi – Scientific and profesional meetings

Franjić, J., D. Krstonošić:

Zanimljivosti s Prespanskoga jezera 296

Knjige i časopisi – Books and journals

Frković, A.:

Davor Martić – Lov poljskih koka. 302

Grospić, F.:

L'Italia forestale e montana (časopis o ekonomskim i tehničkim odnosima – izdanje Akademije šumarskih znanosti – Firenze) 304

Novi doktori znanosti – New doctors of science

Glavaš, M.:

Dr. sc. Andrija Vukadin. 307

Novi magistri znanosti – New masters of science

Grubešić, M.:

Mr. sc. Damir Matošević. 310

Međunarodna suradnja – International cooperation

Dundović, J.:

Austrijski dani šumarstva – 2012. 312

Iz Hrvatskog šumarskog društva – From the Croatian forestry association

Frković, A.:

U znaku sjećanja na preminule članove. 316

In memoriam

Ivančević, V.:

Kruno Vrgoč, dipl. ing. šum. (1934–2011) 319

Tomić, I.:

Ivan Đukić, dipl. ing. šum. (1946–2012) 320

Frković, A.:

Nikola Spudić, dipl. ing. šum. (1928–2012) 321

Hasan, M.:

Prof. dr. sc. Radovan Despot (1955–2012) 322

RIJEČ UREDNIŠTVA

ODNOS ŠUMARSTVA I PRERADE DRVA

Za odvijanje, te posebice poboljšanje stanja u bilo kojoj gospodarskoj djelatnosti, potrebno je imati najmanje dva pokazatelja, trenutno stanje kao polazište i mogući cilj koji se želi dostići, a da se poštuju sva načela struke. To se zove Strategija ili u šumarstvu Šumarska politika, koje, kao što smo već na ovome mjestu pisali, nemamo (ako ne računamo onu Vlade iz 2003. god.). No, gospodareći po načelu potrajnosti kroz 2,5 stoljeća, očuvana je kvaliteta, prirodnost i bioraznolikost hrvatskih šuma. Taj obnovljivi prirodni resurs kroz drveni proizvod, posebice kao sirovinu za drvo-tehnološku obradu te općekorisne funkcije koje osigurava društvu, ostvaruje određeni finansijski prihod kojim pokriva ulaganja u tu gospodarsku granu privrede, a još se iz upitno ostvarenog profita uplaćuju i određena sredstva u državni proračun. Zašto kažemo iz upitno ostvarenoga profita? S jedne strane šumski drveni proizvodi nisu tržišno vrednovani, a s druge strane tražeći profit kojega je moguće ostvariti upravo zanemarivanjem načela potrajnoga gospodarenja, kao na primjer uštedama na odgađanju ili neizvršenju Gospodarskom osnovom propisanih uzgojnih radova, povećanjem etata, pa i "kvalitativnome sječom" (figurativno, furnirci naprijed, ostali stoji). Da li je moguće da smo do toga došli ili ćemo uskoro doći, ako nastavimo šutjeti ne ukazujući na činjenično stanje? A činjenično stanje je ponajprije netržišno vrednovanje drvnih sortimenata i drastično smanjenje finansijskih sredstava namijenjenih za očuvanje općekorisnih funkcija šuma (OKFŠ) koje trebaju plaćati svi korisnici. Osnovom gospodarenja propisani su ciljevi i rokovi izvršenja pojedinih radova. Kada je riječ o drvnim sortimentima, zadaća je u sastojinama odrediti buduće nositelje proizvodnje i njima kroz uzgojne, uređivačke i zaštitarske radove pogodovati u daljnjem razvoju, s ciljem dobivanja najkvalitetnijih sortimenata. Primjerice kod hrasta to se čini i do 160 godina starosti sastojine, što će reći tijekom rada četiri generacije šumarskih stručnjaka. Pitamo se, čemu činiti sve to, ako taj visoko vrijedni drveni proizvod ne postiže pravu cijenu. Kada bi drvoprerađivač za njega platio pravu cijenu, tada bi npr. hrastov furnirski trupac završio na furnirskome nožu (rezan na 0,8 mm debljine), a ne u pilani rezan u samice ili još gore u "planke", koje će onda inozemni drvoprerađivači "doraditi" u furnir. Mnogima nije jasno da je ovakav negospodarski odnos prema šumskim drvnim sortimentima rasipanje nacionalnog bogatstva, kojega, nažalost Država (politika) kao najveći vlasnik toga bogatstva podržava pogodujući privatnome kapitalu, nasjedajući na neprestanu kuknjavu drvoprerađivača o previsokim cijenama drvnih sortimenata, a koje su u prosjeku upola niže

od onih na europskom tržištu i najniže u neposrednom okruženju. Na nedavno održanom savjetovanju drvoprerađivača u Opatiji "svirana je ista melodija", a mjerodavni šumarnici po običaju šute. Nitko, uz već prethodno rečeno, nije postavio pitanje, primjerice: drvo kao osnovna sirovina u visoko finaliziranom proizvodu sudjeluje s oko 14 do maksimalno 20 % vrijednosti proizvoda – zašto je onda samo najavljivano minimalno povećanje cijena šumskih proizvoda prema njihovim stvarnim vrijednostima problem, a ostali troškovi proizvodnje ne? Ili drugo pitanje: kako to da se isplati proizvoditi pelete iz sirove a ne već suhe biomase kao otpada iz finalne obrade drva, kako se to u svijetu radi, ako je cijena šumskih proizvoda realna? U ekonomici je poznat termin "renta položaja" – upravo tu rentu položaja imaju naši drvoprerađivači – nekima trupac, uvjetno rečeno, pada gotovo na samo stovarište trupaca – kako to da nisu konkurentniji od onih koji imaju velike troškove transporta? Izraditi visoko kvalitetni drveni proizvod, s velikom dodanom vrijednošću (što omogućava veću zaposlenost) i konkurentan na svjetskom tržištu danas zahtijeva znanje, stručnost radnika i tehnološku opremljenost proizvođača. Pitanje je koliko se ulaže u znanje, potiče stručnost i ulaže u nove tehnologije obrade drva, ili se primjerice u trci za lakom i kratkoročnom zaradom ulaže izvan osnovne djelatnosti (npr. stanogradnju), ostajući dužnikom dobavljačima, tražeći prolongiranje plaćanja, pa i otpis dugovanja za drvo kao osnovnu sirovinu proizvodnje? Načelno, privatni poduzetnici kažu da su plaće u realnom sektoru niže od onih u javnom sektoru, što je prema dostupnim podacima točno, no upitno je da li su u realnom sektoru to stvarne ili samo "prijavljene", plaće kako bi porezi i doprinosi bili manji. Sredstva uložena u OKFŠ pripomažu dobivanju FSC certifikata za hrvatske šume, a njega koriste isključivo drvoprerađivači, pozivajući se kod prodaje svojih proizvoda na korištenje sirovine iz certificiranih šuma – zašto onda traže njihovo smanjenje, pa i potpuno ukidanje? Da li se obostrano poštuju ugovori o isporuci određenih količina drvene sirovine, ili se od šumarstva traži još više sirovine kada je konjunktura, a kada ona padne ne preuzimaju se niti ugovorene količine? Pitanja bi bilo još, a ova smo naveli kao poticaj mjerodavnima za razmišljanje. Ipak još samo jedno ali bitno pitanje: ne pile li drvoprerađivači granu na kojoj sjede? No, naravno, sva ova pitanja ne tiču se na žalost malog broja korektnih drvoprerađivača, nego većine onih koji su zalutali u drvoprerađivačke vode, želeći brzu zaradu bez obzira na posljedice za šume, a za svoju nesposobnost i neznanje traže opravdanje svugdje, samo ne kod sebe.

Uredništvo

EDITORIAL

THE RELATIONSHIP BETWEEN FORESTRY AND WOOD PROCESSING

There are at least two indicators that are needed in order to develop and improve the condition of any economic activity: the current condition as a starting point, and the goal to be achieved. It goes without saying that all the principles of the profession should be strictly followed. This is called Strategy or Forest Policy in forestry, which, as we have already mentioned in an earlier column, is sadly missing (not counting the 2003 policy set forth by the Government). Still, the quality, naturalness and biodiversity of Croatian forests have been preserved by strict adherence to the principle of sustainability applied for two and a half centuries. This renewable natural resource makes a certain amount of profit by providing wood products, raw material for wood-technological processing and non-market forest functions. Not only is this modest financial profit used to cover investments in this economic branch, but a certain amount is also paid into the state budget. Why do we say "modest profit"? On the one hand, forest wood products do not have their market value, yet on the other, it is required that they make profit. Profit can be made if the principles of sustainable management are neglected, e.g. savings are made by postponing or even eliminating silvicultural activities from the Management Plan, increasing the annual cut and carrying out "qualitative felling" (figuratively: veneer producers advance, the others halt!). Is it possible that we have reached, or will soon reach this situation if we keep silent and not raise our voice against the current state of affair? The current state of affair primarily involves non-market evaluation of wood assortments and drastic cuts in the financial means intended for the preservation of non-market forest values. These means should, according to the law, be paid by all the users. The goals and terms of completion of silvicultural activities are prescribed by the Management Plan. In terms of wood assortments, it is necessary to identify future bearers of production in the stands. In order to obtain the best quality assortments, the bearers should be favoured through management and protection activities. For example, in the case of oak, these activities may last until a stand reaches 160 years of age, or in other words, for four generations of forestry experts. We may well ask ourselves if this is at all worthwhile if such a high quality wood product does not achieve an adequate price on the market. If wood processing companies were forced to pay a proper price, then an oak veneer log would end up under the veneer knife (cut to 0.8 mm thickness) and not in a sawmill cut into unedged boards or even worse, into planks, which a foreign wood processor would then "upgrade" into veneer.

In a matter of fact, there are still many who do not realize that such an uneconomic attitude towards forest wood assortments squanders the country's national resources. Sadly, it is the State (politics) as the major owner of this resource, that supports this attitude by favouring private capital and by falling for the incessant complaints of wood processing companies about excessive prices of wood assortments (which are cheaper by half than those on the European market and the lowest in the nearest environ-

ment). "The same old tune" was played at a recently held conference of wood processing companies in Opatija; at the same time, the competent foresters, as usual, did not say a word. There was nobody to raise any questions, such as, for example: why does the announced minimal increase in price relates only to forest products and not to other production costs when wood as the basic resource participates in the highly finalized product with about 14 to maximally 20% of the product value? Or: how come that it is profitable to produce pellets from raw material and not from the already dry biomass resulting from final wood processing? In the rest of the world, where the price of forest products is realistic, pellets are normally produced from waste biomass.

There is a term in economics known to many – "position rent". It is precisely this rent that our wood processing companies possess – to some of them, logs, conditionally said, fall straight to the depot – how come they are not more competitive than those who have high transportation costs? The production of a high quality wood product that has high additional value (which leads to higher employment) and is competitive on the world market requires knowledge, expertise, worker skills and technologically equipped producers. How much is invested in knowledge, expertise and new wood processing technologies? Or maybe, in the race for easy and short-term profit, companies invest money outside the basic activity (e.g. housing), while at the same time remaining in debt to the suppliers and requiring prolongation of payment or even write offs of debts for wood as the basic raw material. In principle, private entrepreneurs say that salaries in the real sector are lower than salaries in the public sector. According to the available data, this is true, but whether these are real salaries or only "reported" salaries so as to pay lower taxes and levies is doubtful.

The means invested in non-market forest functions help obtain FSC certification for Croatian forests. These are used exclusively by wood processing companies which sell their products by stressing that their raw material comes from certified forests. Why then do they support the reduction and even elimination of these means? Are contracts on the delivery of certain quantities of wood raw material mutually honoured, or are more raw materials required from forestry only at the time of favourable market rise, but when the conditions worsen then not even the contracted quantities are accepted?

There are many more issues to discuss, but we mentioned the few above in order to provide the authority with food for thought. There is one more vital question: are wood processing companies sawing off the branch they are sitting on? Naturally, these questions do not refer to an, unfortunately, small number of correct wood processing companies, but to the majority of those who have sauntered in wood processing waters, seeking easy profit regardless of the consequences for the forests. They look for the justification for their incompetence and ignorance everywhere else but at their own doorstep.

Editorial Board

PROCJENA GENETSKE DOBITI, PRODUKTIVNOSTI I FENOTIPSE STABILNOSTI KLONOVA TOPOLA NA PODRUČJU ISTOČNE HRVATSKE

ESTIMATION OF GENETIC GAIN, PRODUCTIVITY AND PHENOTYPIC STABILITY OF POPLAR CLONES IN THE AREA OF EASTERN CROATIA

Davorin KAJBA¹ i Ivan ANDRIĆ¹

Sažetak

Procjena genetskih parametara, produktivnosti i fenotipske stabilnosti za 14 klonova topola u plantažnoj dobi od 2+5 godina utvrđena je u pet klonskih testova na području istočne Hrvatske. Za istih osam klonova topola, u tri eksperimentalne plohe, izvršena su istraživanja adaptabilnosti i interakcije genotip $\times$ okolina. Na osnovi veličine regresijskih koeficijenata i regresijske analize možemo utvrditi da se testirani klonovi mogu podijeliti s obzirom na fenotipsku stabilnost i produktivnost na tri grupe: a) fenotipski stabilne klonove, osrednje produktivnosti sa tendencijom adaptabilnosti na sve okoline ('I-214', 'M 1', 'S 6-36', 'S 6-20'); b) srednje stabilni klonovi, osrednje produktivnosti, a pokazuju tendenciju adaptabilnosti na sve okoline ('710', 'Bl Constanzo', 'Pannonia'); c) fenotipski vrlo nestabilni klonovi, visoke produkcijske sposobnosti, sa specifičnom adaptacijom na optimalna staništa ('S 1-8'). Utvrđivane su i vrijednosti nasljednosti (h^2) za svojstvo drvene zalihe, a genetska dobit (DG) procijenjena je na osnovi selekcije pet ili jednog najboljeg klona. Očekivana genetska dobit uspoređena je s ostvarenim eksperimentalnim podacima. U svakom od pojedinih klonskih testova utvrđena je statistički značajna međuklonska varijabilnost u produkciji i preživljavanju. Vrijednosti procjene nasljednosti (h^2) kretale su se od 0,40 do 0,90, što nam ukazuje da je svojstvo produkcije i adaptabilnosti pod visokim stupnjem genetske kontrole. Ostvarena genetska dobit u produkciji drvene zalihe za selekcioniranih pet najboljih klonova bila je nešto veća od očekivanih, a kretala se od 15,30 do 45,12 %, dok je kod selekcije jednog najboljeg klona iznosila od 30,88 do 81,03 %. Kako bi se smanjio rizik monoklonskog uzgoja i povećala stabilnost ekosustava, prednost ćemo dati uzgoju smjese od pet klonova divergentne genetske konstitucije.

KLJUČNE RIJEČI: klonovi topole, genetski parametri, interakcija genotip $\times$ okolina, adaptabilnost.

Uvod

Introduction

Interakcija određenog genotipa i različitih okolina u kojima genotip (klon) može ekzistirati, rezultira različitim fenotipovima, što zapravo predstavlja stupanj reakcije određenog genotipa na intenzitet vanjskih čimbenika. Stupanj reakcije određenog klona genetski je determiniran, čime je odre-

đena njegova fenotipska stabilnost ili nestabilnost genotipa. Pod fenotipski stabilnim genotipom podrazumijevamo klon čije su fenotipske vrijednosti za određeno svojstvo u nizu okolina vrlo slične. Genotip posjeduje određenu normu reakcije koja mu omogućuje da ostvari fenotipske promjene djelovanjem čimbenika okoliša tijekom njegovog ontogenetskog razvoja. Što je genetička determinacija pojedinih svojstava složenija (pod kontrolom većeg broja nasljednih

¹ Prof. dr. sc. Davorin Kajba, Ivan Andrić mag. ing. silv., Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, 10 000 Zagreb, davorin.kajba@zg.t-com.hr

osnova), kao što je slučaj kod gospodarskih kvantitativnih svojstava, utoliko je značajniji i utjecaj okoline na ispoljavanje određenog svojstva. Uporabna vrijednost klon ne ovisi samo o njegovoj maksimalnoj produktivnosti, već i o njegovoj sposobnosti da određena svojstva zadrži na relativno visokoj razini i u različitim okolinama. Interakcija genotip $\times$ okolina (GEI) definira određeni klon ili smjesu klonova koji odgovaraju određenom staništu, ali ne moraju zadovoljiti produkcijom i adaptacijom na nekom drugom. Iz tih se razloga osnivaju serije eksperimenata na više potencijalnih kontrastnih ekoloških niša, s obzirom na tip tla i vodni režim. Interakcija genotip $\times$ okolina definirana je kao varijabilnost između genotipova u njihovoj reakciji na različite stanišne uvjete. Genotipovi s dobrom adaptacijskom sposobnošću na različite okoline i visokom produktivnošću predstavljat će idealan model (Krstinić, 1984, Krstinić i Kajba 1993, Bisoffi i Gullberg 1966, Ballian i Kajba 2011), a cilj su uzgajanja i selekcije klonova topola na području Osječkih i Valpovačkih podravskih šuma.

Procjene genetskih parametara imaju važnu ulogu u programima gospodarenja šumama i oplemenjivanja šumskog drveća, posebice za gospodarski važna svojstva. U tehnici oplemenjivanja šumskog drveća – genetsku dobit, u smislu produkcije, moguće je ostvariti koristeći odgovarajući klon ili smjesu klonova adaptiranu na određene stanišne uvjete. Na temelju procjene stupnja nasljednosti određenog svojstva i selekcijskog diferencijala u određenoj populaciji, možemo predvidjeti genetsko poboljšanje putem oplemenjivanja selekcijom u sljedećoj generaciji (Wright 1976, Falconer 1981, Kang 1985). Genetska dobit (ΔG) je prosječno poboljšanje u potomstvu u odnosu na srednju vrijednost roditelja ili roditeljske generacije, a ovisi o intenzitetu selekcije (i), genetskoj varijabilnosti, te nasljednosti (h^2). Genetska dobit ostvarena u klonskim testovima predstavlja prosječno poboljšanje smanjenog broja klonova ili pojedinog klona u odnosu na srednju vrijednost ukupnog broja testiranih klonova, a ovisi o intenzitetu selekcije, genetskoj varijabilnosti i nasljednosti. Genetska dobit predstavlja produkt selekcijskog diferencijala, odnosno intenziteta selekcije i nasljednosti, a najčešće se ponajprije misli na neaditivnu genetsku varijancu koju je moguće sačuvati i reproducirati samo klonskim putem. Kod šumskog drveća ta je metoda vrlo uspješna kod vrsta s rutinskim autovegetativnim razmnožavanjem, kao što su topole i vrbe, uz mogućnost ostvarenja dodatne genetske dobiti selekcijom najboljih klonova (Kajba 1991, Kajba i Bogdan 1999).

Jedan od ciljeva u ovom istraživanju bilo je utvrđivanje razine genetske kontrole produkcije drvene zalihe u mladim klonskim testovima crnih topola te utvrđivanje varijabilnosti parametara nasljednosti (h^2), dok je dodatno genetsko poboljšanje (ΔG) procijenjeno na temelju selekcije pet ili jednog najboljeg klona. Očekivana dodatna genetska dobit uspoređena je s ostvarenim eksperimentalnim podacima.

Materijal i metode rada

Material and methods

Podaci u ovim istraživanjima korišteni su iz izmjera u pet mladih klonskih testova crnih topola koji su osnovani na području Šumarija Osijek i Valpovo (UŠP Osijek). Klonski testovi su osnovani s razmakom sadnje 6×6 m, u randomiziranom rasporedu sa po 16 biljaka u plohi u četiri ponavljanja. Starost sadnog materijala kod osnivanja eksperimentalnih ploha bila je 1/2 i 2/3 godine, a ukupno je bilo uključeno u testiranje 14 klonova američkih crnih topola i njihovih hibrida. Pri plantažnoj starosti od 2 + 2, 2 + 3 i 2 + 4 god. izvršene su izmjere preživljavanja i visinskog prirasta, dok je u dobi od 2 + 5 ili 1 + 5 godina izvršena i izmjera prsnih promjera, volumena srednjeg stabla, kao i procjena drvene zalihe (m^3/ha) s obzirom na preživljavanje klona. Volumen srednjeg stabla dobiven je interpolacijom talijanskih tablica za topole I.F.N.I (Castellani i sur. 1984). Za osam klonova u dobi od 2 + 5 godina izvršena su istraživanja fenotipske stabilnosti, adaptabilnosti i interakcije genotip $\times$ okolina, a u testiranja su uključena tri pokusa na lokalitetima Šumarije Osijek (Osječke podravske šume 7k i 5g), te Šumarije Valpovo, (Valpovačke podravske šume 25 b). Testirani su klonovi *P. $\times$ canadensis* ('Pannonia', 'Bl Constanzo', 'I-214', 'M 1'), te klonovi *P. deltoides* ('710', 'S 6-36', 'S 6-20', 'S 1-8'). Obrada podataka provedena je uz pomoć programskih paketa IBM SPSS Statistics 19.0.0. i Excel.

Različita smjesa klonova u eksperimentima uvjetovala je da se izvrši procjena genetskih parametara za pojedini eksperiment. U svakom testu bilo je devet ili deset klonova, a za analizu varijance korištene su aritmetičke sredine po ponavljanjima. Stupanj nasljednosti (h^2) za pojedino istraživano svojstvo dobiven je raščlanjivanjem njegove sveukupne varijabilnosti na međuklonsku varijabilnost i varijabilnost unutar jedinki istoga klona. Metodom analize klonskih testova dobivene su vrijednosti za nasljednost u širem smislu.

Nasljednost je računata po sljedećoj formuli:

$$h^2 \text{ (u širem smislu)} = \frac{\delta_c^2}{\frac{\delta_c^2}{r} + \delta_c^2}; \text{ (po Wrightu 1976)}$$

U gornjim formulama d_c^2 je varijanca klona, d^2 je varijanca greške, a r je broj ponavljanja u pojedinom pokusu.

Procjena genetskog poboljšanja selekcijom računata je po formuli:

$$DG = i \times d_{ph} \times h^2 \text{ (Falconer 1981),}$$

gdje je i intenzitet selekcije (Becker 1984), d_{ph} je standardna devijacija za fenotipske vrijednosti uzgojenih klonova, a h^2 je nasljednost za pojedino svojstvo.

Kada je selekcija bazirana na prosjecima klonova, tada formula za očekivanu genetsku dobit iznosi:

$$\Delta G = i \frac{\delta_c^2}{\sqrt{\delta^2 / r + \delta_c^2}} ; (\text{Randall i Cooper 1973}).$$

Očekivano genetsko poboljšanje za svojstvo drvene zalihe obračunato je glede selekcije pet ili jednog najboljeg klona u pojedinom klonskom testu, te je uspoređeno s ostvarenim eksperimentalnim podacima.

Rezultati istraživanja i rasprava

Results of research and discussion

Izmjera totalnih visina i preživljavanja u pet klonskih testova topola izvršeno je tijekom 2009. i 2010. godine pri plantažnoj starosti od 2 + 3 i 2 + 4 godine, odnosno 1 + 3 i 2 + 2 godine, a zavisno od starosti sadnica pri osnivanju pokusnih ploha. Tijekom 2011. godine, u dobi kultura od 2 + 4, 1 + 5 ili 2 + 5 godina, osim izmjera totalnih visina i preživljavanja izvršene su izmjere i prsnih promjera, napravljena je procjena volumena srednjeg stabla i drvene zalihe klonova, zavisno od njihova preživljavanja (tablica 1 i slika 1).



Slika 1: Klonski test topola, Osječke podravske šume 7k, Plantažna starost 2 + 5 godina

Figure 1: Poplar clonal test, Osječke podravske šume 7k, Plantation age 2 + 5 years

U svakom od pojedinih klonskih testova utvrđena je statistički značajna međuklonska varijabilnost u produkciji proizvodnosti drvene zalihe i preživljavanju. Prosječna vrijednost

Tablica 1. Drvna zaliha i preživljavanje testiranih klonova topola

Table 1 Volume stock and survival of tested poplar clones

Red. br. No.	Klon Clone	Botanički naziv Botanical name	Šumarija / Odjel, odsjek Forestry office / Management unit									
			Osijek 7k		Osijek 5g		Osijek 5g		Valpovo 25b		Valpovo 26d	
			Drvna zaliha (V) m³/ha/kom / Preživljavanje (%) / Plantažna starost (god) Volume Stock (V) m³/ha/no / Survival (%) / Plantation age (yrs)									
			2+5 god. / yrs		1+5 god. / yrs		2+5 god. / yrs		2+5 god. / yrs		2+4 god. / yrs	
			V	%	V	%	V	%	V	%	V	%
1.	‘710’	<i>P. deltoides</i>	17,6	92	2,9	70	21,3	97	2,6	62	3,3	80
2.	‘79/41’	<i>P. × canadensis</i>	9,7	94	–	–	–	–	–	–	–	–
3.	‘S 6-36’	<i>P. deltoides</i>	10,5	81	4,9	74	18,1	92	3,2	76	1,8	44
4.	‘Pannonia’	<i>P. × canadensis</i>	17,3	92	–	–	22,1	98	3,4	81	3,8	92
5.	‘S 6-20’	<i>P. deltoides</i>	7,2	69	6,5	88	20,5	98	3,2	78	2,9	70
6.	‘Bl Constanzo’	<i>P. × canadensis</i>	15,7	94	7,9	74	26,4	94	3,5	84	3,9	93
7.	‘I-214’	<i>P. × canadensis</i>	9,2	88	2,6	63	15,4	91	3,1	75	2,9	70
8.	‘S 1-8’	<i>P. deltoides</i>	11,4	63	9,4	82	35,8	98	3,4	81	2,6	62
9.	‘275/81’	<i>P. × canadensis</i>	5,9	64	–	–	–	–	–	–	2,9	69
10.	‘M1’	<i>P. × canadensis</i>	15,5	94	8,9	80	17,6	97	3,5	84	3,1	75
11.	‘Triplo’	<i>P. × canadensis</i>	–	–	2,4	58	26,7	93	0,9	22	2,9	72
12.	‘S 1-3’	<i>P. deltoides</i>	–	–	2,1	50	–	–	–	–	2,5	59
13.	‘S 1-5’	<i>P. deltoides</i>	–	–	4,2	77	–	–	–	–	–	–
14.	‘182/81’	<i>P. deltoides</i>	–	–	–	–	19,5	93	–	–	–	–
Prosjek / Average			12,00	83	5,18	72	22,34	95	2,98	71	2,96	71

drvene zalihe za pojedinu pokusnu plohu kretala se od 3,0 m³/ha kod klonskih testova Valpovo 25b i 26d, do 20,4 m³/ha u klonskom testu Osijek 5g. Prosječno preživljavanje u klonskim testovima iznosilo je od 71 % do 95 %, iako je bila prisutna statistički značajna varijabilnost između klonova unutar pojedinog lokaliteta i kretala se od 22 do 98 %. Kod klonskih testova u istoj dobi od 2 + 5 godina prosječna drvena zaliha klonova kretala se od 0,9 kod klona 'Triplo' (uz preživljavanje od 22 %, test Valpovo 25b) do 35,8 m³/ha za klon 'S 1-8' (kod preživljavanja od 98 % na plohi Osijek 5g).

Kod svih plantažnih starosti za svojstvo totalnih visina (u dobi od 1 + 3 do 2 + 4 god.) i za drvenu zalihi (u dobi 2 + 5 god.) u pet klonskih testova topola, provedenom analizom varijanci, dobivena je statistički značajna razlika između testiranih klonova u svim klonskim testovima osnovanim sa sadnicama starosti 2/3 godine, osim u klonskom testu osno-

vanom sa sadnicama 1/2 god. (Osijek 5g), kako je prikazano u tablici 2. U ovoj prvoj izmjeri, pri plantažnoj starosti 1 + 3 god., još nije došlo do diferencijacije dinamike prirasta između klonova (tablica 2). Također je u većini klonskih testova, pri različitoj dobi izmjera, utvrđena statistički značajna razlika između blokova unutar pojedinog eksperimenta, što ukazuje na značajnu heterogenost tla unutar pokusnih ploha, a što je bitno utjecalo na vrijednosti greške eksperimenta.

Ista smjesa klonova u testu Osijek 5g osnovana sa sadnicama 1/2 god. imala je znatno slabije rezultate od pokusa u istom odsjeku osnovanom sa sadnicama starosti 2/3 godine. Prosječno preživljavanje u klonskom testu osnovanom sa sadnicama 1/2 god. iznosilo je u prosjeku 72 %, dok je u testu sa sadnicama 2/3 god. ono iznosilo 95 %, što ukazuje na značajnu prednost korištenja sadnica starosti 2/3 godina na ovim staništima.

Tablica 2. Analiza varijance za klonove topola kod različite plantažne starosti
Table 2 Analysis of variance for poplar clones at different plantation age

Redni broj / No.	Šumarija / Forest office	Gospodarska jedinica / Locality	Odjel – Odsjek / Management unit	Broj klonova / No. of Clones	F – vrijednost / F – Value		
					Plantažna starost (god.) / Plantation age (yrs.)		
					2009	2010	2011
1.	Osijek	Osiječke podravске šume	7k	10	4,51 (2+3)	5,57 (2+4)	1,65 ^{NS} (2+5)
2.	Osijek	Osiječke podravске šume	5g	10	0,79 ^{NS} (1+3)	–	2,41 (1+5)
3.	Osijek	Osiječke podravске šume	5g	10	2,30 (2+3)	2,91 (2+4)	3,29 (2+5)
4.	Valpovo	Valpovačke podravске šume	25b	9	2,38 (2+3)	2,39 (2+4)	10,47 (2+5)
5.	Valpovo	Valpovačke podravске šume	26d	10	8,20 (2+2)	7,62 (2+3)	3,68 (2+4)

Tablica 3. Analiza varijance za testiranih osam klonova na tri različita staništa
Table 3 Analysis of variance for the eight poplar clones tested on three different sites

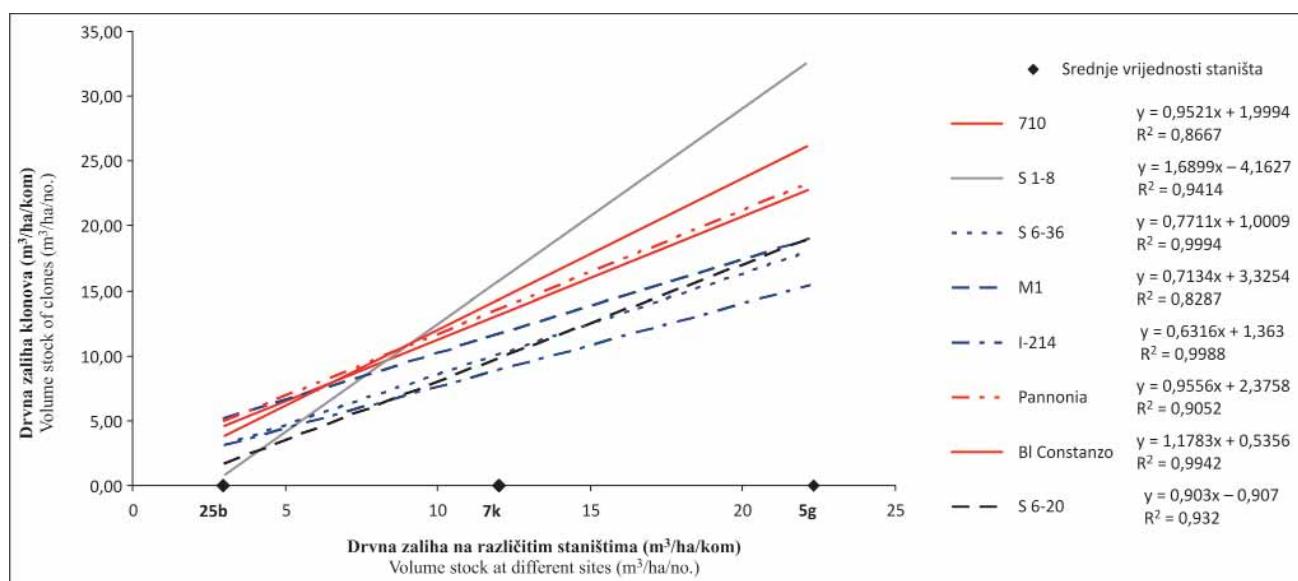
Izvor / Source	Suma kvadrata / Sum of Squares	Stupnjevi slobode / Degrees of Freedom	F	Signifikantnost / Significant
Model / Model	7334,751a	23	6,326	0,000
Lokaliteti / Localities	5729,564	2	56,826	0,000
Klonovi / Clones	594,696	7	1,685	0,126
Lokaliteti × Klonovi / Localities × Clones	1010,491	14	1,432	0,161
Greška / Error	3629,732	72		
Ukupno / Total	26724,603	96		

Za osam istih klonova topola, koji su zastupljeni na tri pokusne plohe izvršeno je istraživanje fenotipske stabilnosti i adaptabilnosti za svojstvo drvene zalihe, a u istraživanja su uključena četiri klonova *P. ×canadensis* i četiri klonova *P. deltoides*. Za te su klonove, na tri različita lokaliteta, dobivene statistički značajne razlike, dok interakcija klonovi × stanište u ovoj dobi nije utvrđena (tablica 3).

Iz slika 2. i 3. vidljivo je kako je bonitet staništa uvjetovao modifikacije prosječnih vrijednosti u produkciji klonova, te kolika se drvena zaliha može očekivati u smjesi tih klonova ili pri uzgoju pet ili jednog najboljeg klona. Kao najpodesniji klonovi s uzgojnog stajališta, u pravilu su klonovi visoke fenotipske nestabilnosti, čiji je uzgoj opravdan na optimalnim staništima, kao i na manje povoljnim staništima uz primjenu agrotehničkih mjera, te adekvatnih mjera zaštite.

S obzirom na dobivene rezultate, ponajprije na osnovi veličine regresijskih koeficijenata i regresijske analize, možemo utvrditi da se testirani klonovi pri ovoj plantažnoj dobi mogu podijeliti s obzirom na fenotipsku stabilnost i produktivnost na tri grupe:

- fenotipski stabilne klonove, osrednje produktivnosti sa tendencijom adaptabilnosti na sve okoline ('I-214', 'M1', 'S 6-36', 'S 6-20');
- srednje stabilni klonovi, osrednje produktivnosti, a pokazuju tendenciju adaptabilnosti na sve okoline ('710', 'Bl Constanzo', 'Pannonia');
- fenotipski vrlo nestabilni klonovi, visoke produkcijske sposobnosti, sa specifičnom adaptacijom na optimalna staništa ('S 1-8').

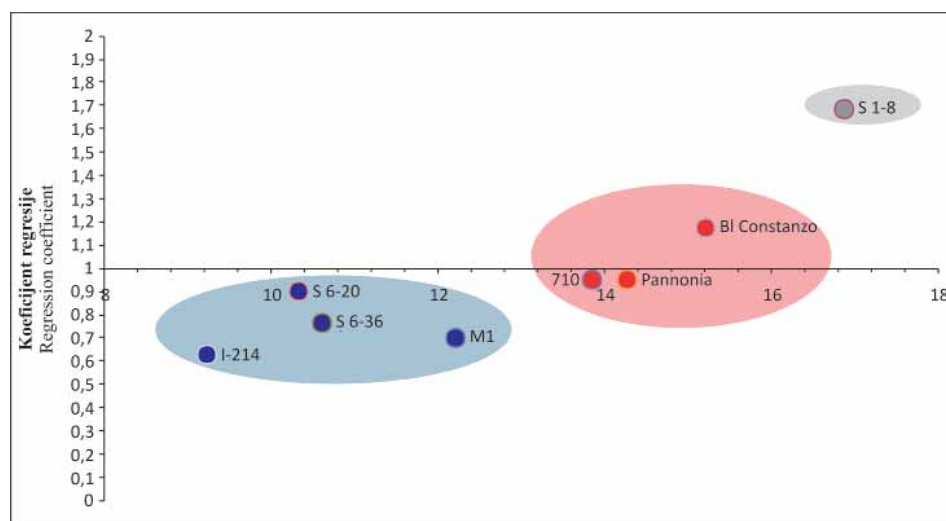


Slika 2: Fenotipska stabilnost i produktivnost nekih klonova topola na tri različita staništa (m³/ha/kom)

Figure 2: Phenotypic stability and productivity of some poplar clones at three different sites (m³/ha/no.)

Slika 3: Odnos koeficijenta regresije i produktivnosti nekih klonova topola testiranih na različitim staništima (m³/ha/kom.)

Figure 3: Relation between regression coefficient and productivity of some clones poplar tasted on different sites (m³/ha/no.)



Pri ovoj juvenilnoj plantažnoj starosti od 2 + 5 god., možemo ukazati da klon 'S 1-8', iako pri vrhu prema dobivenim rezultatima na istraživanim plohama, iskazuje tendenciju fenotipske nestabilnosti i adaptabilnosti s obzirom na preživljavanje i drvenu zalihi. To je posebice vidljivo u neoptimalnim uvjetima (preživljavanje od 63 % u pokusu 7k, odnosno 62 % u pokusu 26d). Iako je biljnohranidbeni status bolji na tim staništima, izgleda da je odlučujuću ulogu za preživljavanje i produkciju imala razina podzemne vode unutar aktivnog profila tla.

Dobiveni rezultati preživljavanja novotestiranih klonova 'S 1-3' i 'S 1-5', u klonskom testu osnovanom sa sadnim materijalom starosti 1/2 godine, u Šumariji Osijek, odjel/odsjek 5g, iznosili su 50 i 77 %. Klon 'S 1-3' bio je i među najslabijim klonovima u produkciji u testu Šumarije Valpovo, 26d pri dobi od 2 + 4 godina (tablica 1). Ovi klonovi imali su i znatno manju masu lišća, uz najveće koncentracije dušika u lišću, u odnosu na kontrolni klon 'S 1-8' (Potočić 2010, usmeno priopćenje). Odnos utrošenog hraniva i produkcije bit će od važnosti za daljnje testiranje ovih klonova u starijoj dobi te za njihovu selekciju i adaptaciju.

Procjena nasljednosti u klonskim testovima topola za svojstvo produkcije drvene zalihe u različitim pokusnim plohama i kod različite plantažne starosti, prikazana je u tablici 4. Vrijednosti procjene nasljednosti (h^2) kretale su se od 0,40 do 0,90, što nam ukazuje da je to svojstvo pod visokim stupnjem genetske kontrole. No dobivene vrijednosti ukazuju da ne postoji stabilnost istraživanog svojstva na testiranim lokalitetima, odnosno da je prisutan različit genetski heterogenitet, s obzirom na različitu smjesu klonova u pojedinom eksperimentu. Vrijednosti nasljednosti obično se povećavaju s plantažnom dobi klonova, jer ontogenetskim starenjem dolazi do većeg izražaja genetski heterogenitet smjese genotipova (Kajba 1991). Iako su istraživana svojstva pod visokim stupnjem genetske kontrole, utjecaj smjese fenotipski nestabilnih klonova, kroz veći broj ponavljanja i dobivena razlika između blokova, može imati znatan utjecaj na procjenu nasljednosti, posebice u dobi intenzivne dinamike prirasta, kao što je slučaj u ovim mladim kulturama topola. Visoke procjene vrijednosti nasljednosti kod topola i vrba utvrđene su i u drugim istraživanjima (Krstinić 1967, Mohan i Randall 1971, Randall i Cooper 1973, Kajba 1991, Pichot i Teissier du Cros 1988, Lin i Zsuffa 1993, Kajba i Bogdan 1999, Singh i sur. 2001, Isik i Toplu 2004, Pliura i sur. 2007, Dhillon i sur. 2010, Sharma i sur. 2011). Prosječne vrijednosti nasljednosti ukazuju da neka gospodarski važna svojstva, iako su u većoj mjeri uvjetovana nasljeđem, podliježu i znatnim utjecajima okoline. Modifikacije će biti posebno prisutne kod genotipova koji posjeduju genetsku konstituciju za veću reakcijsku normu (tzv. fenotipsku plastičnost, fenotipski nestabilni klonovi), a iskazat će pozitivne modifikacije u produkciji, kao što je slučaj s klonom 'S 1-8' u ovim istraživanjima. U odnosu na tip adaptabilno-

sti i produktivnosti pojedinog klona određuje se i njegova namjena, pa će se tako na lošijim staništima osnivati multi-klonske kulture (mozaik smjese klonova), koje imaju visoku fenotipsku stabilnost i prosječnu produktivnost sa dobrim preživljavanjem i adaptacijom, a to su u ovom slučaju 'Pannonia', 'Bl Constanzo' i '710'. Procjene produkcije u mladim klonskim plantažama topola obrađeni su i u drugim zemljama, kao što je npr. Kanada (Pliura i sur. 2007, Bradley i sur., 2010), Švedska (Christersson 2010) ili Finska (Yu i Pulkkinen 2003).

U tablici 4 prikazane su očekivane i ostvarene genetske dobiti u produkciji drvene zalihe selekcijom pet i jednog najboljeg klona. Očekivana genetska poboljšanja uspoređena s ostvarenim eksperimentalnim vrijednostima drvene zalihe, po pojedinačnim pokusnim plohama, iskazala su odstupanja u korist ostvarenih vrijednosti u četiri od pet pokusnih ploha. Vrijednost ostvarene genetske dobiti bila je nešto manja od procijenjene samo u testu Valpovo 25b, na staništu s najlošijim hranidbenim i vodnim statusom. Novija istraživanja kod topola doprinose afirmaciji uloge kalcija u kontroliranju vodnog statusa kod šumskog drveća, pa i kod njegovog odziva na gnojdbu različitih vrsta i klonova topola (Potočić 2006), budući je utvrđeno da je odnos N/Ca vrlo važan. Na staništima topola donje Podravine, gdje u tlu imamo niske koncentracije hraniva i nedostatkom vode u vegetacijskom razdoblju, osjećaju se posljedice na rast biomase, pa je tako i nedostatna opskrbljenost kalcijem utvrđena za klonove u testu Valpovo 25b (Potočić, usmeno priopćenje). Najlošiji rezultati u produkciji i preživljavanju klonova topola u ovom testu Valpovo 25b izravno su utjecali i na dobivene manje vrijednosti ostvarene genetske dobiti od očekivanih, kako za pet klonova od 14,23 %, odnosno 18,15 % za jedan najbolji klon (tablica 4).

Ostvarena dodatna genetska dobit u produkciji drvene zalihe za selekcioniranih najboljih pet klonova bila je nešto veća od očekivanih i kretala se od 15,30 do 45,12 %, dok je kod selekcije jednog najboljeg klona ona iznosila od 30,88 do 81,03 % (tablica 4). Usporedbom ostvarene produkcije drvene zalihe i dodatnog genetskog poboljšanja selekcijom pet ili jednog najboljeg klona u pokusnim plohama s istom smjesom genotipova, različite starosti, a uz isti intenzitet selekcije, dobiveni su različiti postoci poboljšanja, što nam dokazuje da su genetski parametri vrlo heterogeni i mijenjanju se tijekom ontogenetskog razvoja.

Budući da su procjene ostvarenog genetskog poboljšanja veće od očekivanih, svrsishodnije je utvrđivanje procjene nasljednosti i genetske dobiti (DG) u starijoj plantažnoj dobi, kada u većoj mjeri do izražaja dolazi genetski heterogenitet za svojstva od gospodarskog značenja. Kako bi se smanjio rizik uzgoja jednog klona (monoklonski uzgoj) i povećala stabilnost ekosustava prednost dajemo uzgoju smjese od pet klonova divergentne genetske konstitucije, neovisno o većoj ostvarenoj produkciji i genetskoj dobiti kod uzgoja jednog klona.

Tablica 4. Procjena genetskih parametara u klonskim testovima topola
Table 4 Estimation of genetic parameters in poplar clonal tests

Redni broj / No.	Gospodarska jedinica / Locality	Odjel - Odsjek / Management unit	Plantazna starost (god.) / Plantation age (yrs.)	Broj klonova / No. of Clones	Nasljednost (h^2) / Heritability (h^2)	ΔG 5 najboljih klonova / 5 best clones				ΔG 1 najbolji klon / 1 best clone			
						5 najboljih klonova / 5 best clones	očekivano / Expected	ostvareno / Achieved	%	1 najbolji klon / best clone	očekivano / Expected	ostvareno / Achieved	%
1	Osiječke podravške šume	7k	2+5	10	0,40	710, Pannonia, B.Constanzo, S 1-8, M1	13,24	15,51	10,24	710	14,58	17,61	21,39
2	Osiječke podravške šume	5g	1+5	10	0,57	Bl.Constanzo, S 6-36, S 1-8, S 6-20, M1	6,39	7,55	22,87	S 1-8	7,68	9,42	47,66
3	Osiječke podravške šume	5g	2+5	10	0,70	710, S 1-8, Pannonia, Triplo., Bl.Constanzo	25,39	26,45	13,65	S 1-8	28,92	35,79	29,46
4	Valpovačke podravške šume	25b	2+5	9	0,90	M1, S 1-8, Pannonia, S 6-20, Bl.Constanzo	3,46	3,40	16,41	M1	4,08	3,51	37,31
5	Valpovačke podravške šume	26d	2+4	10	0,72	710, M1, Pannonia, Triplo., Bl.Constanzo	3,32	3,43	11,86	Bl.Con.	3,66	3,89	23,13
													30,88

Zaključci Conclusions

1. U većini klonskih testova utvrđena je statistički značajna međuklonska varijabilnost u produkciji i preživljavanju.
2. Za istih osam klonova topola, u tri eksperimentalne plohe, izvršena su istraživanja njihove adaptabilnosti i interakcije genotip $\times$ okolina. Na osnovi veličine regresijskih koeficijenata i regresijske analize utvrđeno je da se testirani klonovi, s obzirom na fenotipsku stabilnost i produktivnost, mogu podijeliti na tri grupe: a) fenotipski stabilne klonove, osrednje produktivnosti sa tendencijom adaptabilnosti na sve okoline ('I-214', 'M 1', 'S 6-36', 'S 6-20'); b) srednje stabilni klonovi, osrednje produktivnosti, a pokazuju tendenciju adaptabilnosti na sve okoline ('710', 'Bl Constanzo', 'Pannonia'); c) fenotipski vrlo nestabilni klonovi, visoke produkcijske sposobnosti, sa specifičnom adaptacijom na optimalna staništa ('S 1-8').
3. Vrijednosti procjene nasljednosti (h^2) kretale su se od 0,40 do 0,90, što nam ukazuje da su svojstva produkcije i adaptabilnosti pod visokim stupnjem genetske kontrole.
4. Ostvarena genetska dobit (DG) u produkciji drvene zalihe za selekcioniranih najboljih pet klonova bila je nešto veća od očekivanih, a kretala se od 15,30 do 45,12 %, dok je kod selekcije jednog najboljeg klona ona iznosila od 30,88 do 81,03 %. Kako bi se smanjio rizik uzgoja jednog klona (monoklonski uzgoj) i povećala stabilnost ekosustava prednost ćemo dati uzgoju smjese od pet klonova divergentne genetske konstitucije.

Zahvala Acknowledgement

Ovaj rad rezultat je istraživačkog projekta "Mogućnost obnove nasada topola nakon višekratnih ophodnji" kojega su financirale "Hrvatske šume" d.o.o. Zagreb. Veliku zahvalnost dugujemo kolegama UŠP Osijek na pomoći pri terenskim radovima i susretljivosti, i to ponajprije inženjerima Dragi Vračeviću, Stanku Antunoviću, Draženu Košutiću, Daliboru Toncu i Tomislavu Paukoviću.

Literatura References

- Ballian, D., D. Kajba, 2011: Oplemenjivanje šumskog drveća i očuvanje njegove genetske raznolikosti. 299 str., Šumarski fakultet Sarajevo, Šumarski fakultet Zagreb, Sarajevo-Zagreb.
- Becker, W. A., 1984: Manual of Quantitative Genetics. Academic Enterprises, Pullman, 188 str., Washington.
- Bisoffi, S., U. Gullberg, 1996: Poplar breeding and selection strategies in: Stettler, R. F., Bradshaw, H. D., Jr., Heliman, P. E., and Hinckley, T. M., (ed.), Biology of Populus and its implications for management and conservation. NRC Research Press, 539 str., Ottawa, Ontario, Canada.

- Bradley, P., T. Barb, N. Bélanger, 2010: Predicting the productivity of a young hybrid poplar clone under intensive plantation management in northern Alberta, Canada using soil and site characteristics. *New Forests* 39(1): 89–103.
- Castellani, C., G. Scrinzi, G. Tabacchi, V. Tosi, 1984: *Inventario Forestale Nazionale Italiano (I.F.N.I.)*, Tavola di cubatura a doppia entrata, 85–111, Trento.
- Christersson L., 2010: Wood production potential in poplar plantations in Sweden, *Biomass & Bioenergy*, Vol. 34: 1289–1299, Uppsala
- Dhillon, G. P. S., A. Singh, D. S. Sidhu, 2010: Variation, inheritance and correlation of growth characteristics of *Populus deltoides* Bartr. At various ages in the central plain region of Punjab, India. *Forestry Studies in China*. Vol. 12 (3): 126–136
- Falconer, D. S., 1981: *Introduction to quantitative genetics*, Longman Group Ltd., 340 str., London.
- Isik F., F. Toplu, 2004: Variation in juvenile traits of natural black poplar (*Populus nigra*) clones in Turkey, *New Forests* 27: 175–187.
- Kajba, D., 1991: Procjena genetskog heterogeniteta-nasljednosti i genetske dobiti za neka gospodarski važna svojstva u klonskim testovima stablastih vrba. *Šum. list* 10–12: 449–460.
- Kajba, D., S. Bogdan, 1999: Procjena genetskih parametara u klonskim testovima crnih topola (Sekcija *Aigeiros*). *Šum. list* 10–12: 3–10.
- Kang, H., 1985: Juvenile Selection in Tree Breeding: Some mathematical models, *Silvae Genetica* 34(2-3): 75–84.
- Krstinić, A., 1967: Procjena stupnja nasljednosti visina i promjera za bijelu vrbu (*Salix alba* L.) izračunata iz klonskog testa kod starosti biljaka 1/1. *Šum. list* 91: 48–54.
- Krstinić, A., 1984: Fenotipska stabilnost, adšptabilnost i produktivnost nekih klonova stablastih vrba. *Glas. šum. pokuse*. Pos. izd. 4: 5–24.
- Krstinić, A., Kajba, D., 1993: Oplemenjivanje brzorastućih lištača, *Glas. šum. pokuse*, pos. izd. 4: 59–72, Zagreb.
- Lin, J. Z., L. Zsuffa, 1993: Quantitative genetic parameters for seven characters in a clonal trial of *Salix eriocephala*. II. Genetic and environmental correlations and efficiency of indirect selection. *Silvae Genetica*, Vol. 42 (2-3): 126–131.
- Mohan, C. A., W. K. Randall, 1971: Inheritance and correlation of growth characters in *Populus deltoides*. *Silvae Genetica*, Vol. 20 (5-6): 182–184
- Pichot Ch., E. Teissier du Cros, 1988: Estimation of genetic parameters in the European black poplar (*Populus nigra* L.). Consequence on the breeding strategy, *Ann. Sci. For.*, Vol. 45 (3): 223–238.
- Pliura, A., S. Y. Zhang, J. MacKay, J. Bousquet, 2007: Genotypic variation in wood density and growth traits of poplar hybrids at four clonal trials. *Forest Ecology and Management* 238: 92–106.
- Potočić, N. 2006: Utjecaj gnojidbe dušikom na rast i razvoj klonova nekih vrsta topola (*Populus* spp.) u porječju Drave kod Vražđina. *Disertacija*, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Randall, W. K., D. T. Cooper, 1973: Predicted genotypic gain from cottonwood clonal tests. *Silvae Genetica*, Vol. 22 (5-6): 165–167.
- Sharma, Jp., Nb. Singh, Hp. Sankhyan, P. Chaughary, Sk. Huse, 2011: Estimates of genetic parameters of newly introduced tree willow clones in Himachal Pradesh, India, Vol. 43 (3): 487–501.
- Singh, N. B., D. Kumar, G. S. Rawat, R. K. Gupta, K. Singh, S. S. Negi, 2001: Clonal evaluation on poplar (*Populus deltoides* Bartr.) in eastern Uttar Pradesh. II-estimates of genetic parameters in field testing. *Indian Forester*, Vol. 127 (2): 163–172.
- Wright, J. W., 1976: *Introduction to Forest Genetics*. Academic Press, 463 str., New York.
- Yu, Q., P. Pulkkinen, 2003: Genotype-environment interaction and stability in growth of aspen hybrid clones, *Forest Ecology and Management*, Vol. 173: 25–35.

Summary

research into phenotypic stability, adaptability and productivity of poplar clones at younger plantation was conducted in the lower course of the River Drava and the tributary of the River Danube in the eastern Croatia. In this area, the construction of river infrastructure has led to severe changes in the water regime. It is for this reason that the selected poplar clones should be adapted to the specific new condition of low groundwater levels. The assessment of genetic parameters, productivity and phenotypic stability for 14 poplar clones at plantation age of 2+5 years were evaluated in five clonal trials in the area of Eastern Croatia. The tests were set up at planting distances of 6 × 6 m randomized with 16 plants per block and four repetitions. At the moment of experimental plot establishment, the planting material was 1/2 and 2/3 years old. Statistically significant inter-clonal variability in production and survival was found in particular clonal tests. Mean survival in the clonal test established with plants aged 1/2 years was 72 % on average, whereas it was 95 % in the test with plants aged 2/3 years, which suggests that using of planting material at age 2/3 years is much more successful. Research on adaptability and genotype × environment interaction were conducted for the same eight poplar clones in three trials. From a silvicultural standpoint, the most suitable clones for generating optimal modifications, as a rule, were those of high phenotypic instability. Their cultivation is justified on optimal sites, as well as on less favourable sites when are provided agrotechnical measures and applied adequate protection measures. Based on the size of regression coefficients and regression analysis, it can be concluded that the tested clones can be divided, in terms of phenotypic stability and productivity, into three groups: a) phenotypically stable clones

of medium productivity and a tendency to adapt to all environments ('I-214', 'M 1', 'S 6-36', 'S 6-20'; b) moderately stable clones, of moderate productivity which manifest a tendency to adapt to all environments ('710', 'Bl Constanzo', 'Pannonia'); and c) phenotypically very instable clones of high production capacity, with specific adaptation to optimal sites ('S 1-8'). Levels of the genetic control for the growing stock, heritability values (h^2) and genetic gain (ΔG) were assessed on the basis of selecting five or one of the best clones. The expected genetic gain was compared with the obtained experimental data. Assessment of the heritability values (h^2) ranged from 0.40 to 0.90, which indicates that the traits of production and adaptability is under a high degree of genetic control. The obtained genetic gain (ΔG) in growing stock production for the best five selected clones was somewhat higher than expected and ranged from 15.30 to 45.12 %, whereas it was between 30.88 and 81.03 % for one best selected clone. In order to minimize the risk of cultivating one clone (monoclonal culture) and increase plantations stability, we will favour the cultivation of a mixture of five clones of divergent genetic constitution. The results of this research confirm that even at such a young plantation age the quality of a particular habitat has conditioned modifications in average clone values of growing stock and survival. They also indicate the amount of production to be expected from the mixture of these clones or from the cultivation of a particular clone.

KEY WORDS: poplar clones, genetic parameters, genotype $\times$ environment interaction, adaptability.



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. MATOŠEĆA 3
10090 ZAGREB

TEL: 01/3730-036

FAX: 01/3735-178

geoteha@zg.htnet.hr

SUZBIJANJE KESTENOVOG MOLJCA MINERA (*CAMERARIA OHRIDELLA*) TRETIRANJEM LIŠĆA

FOLIAR TREATMENTS AGAINST HORSE CHESTNUT LEAF MINER (*CAMERARIA OHRIDELLA*)

Aleksandar Mešić¹, Tihomir Miličević², Dinka Grubišić³, Boris Duralija⁴, Ante Marić⁵ i Anamarija Popović⁶

Sažetak

Kestenov moljac miner (*Cameraria ohridella*) najznačajniji je štetnik divljeg kestena (*Aesculus hippocastanum*), koji je sastavni dio europskih parkova. Štetnik se redovito javlja u velikim populacijama i čini značajne štete na listovima. Suzbija se tretiranjem lišća (folijarno) ili ubrizgavanjem insekticida u deblo (endoterapeutska metoda).

Rad prikazuje rezultate pokusa suzbijanja kestenovog moljca minera tretiranjem krošnja divljeg kestena gradskih parkova. Pomoću lednog motornog orošivača tretirana su stabla viša od 15 m. Korišteni su regulatori rasta kukaca, imidakloprid, spinosad i *Bacillus thuringiensis*, uz utrošak škropiva od 3 l po stablu.

Najbolji rezultati u suzbijanju kestenovog moljca minera postignuti su tretiranjem listova u dva navrata (razmak između dvije aplikacije približno 43 dana) s insekticidom imidakloprid (91,4–97,2 % učinkovitosti) i regulatorima razvoja kukaca – diflubenzuron (89,5–94,9 %), heksaflumuron (84,6–96,3 %), metoksifenoizid (85,6–94,9 %) i lufenuron (85,8–94,4 %). Nije zabilježena statistički značajna razlika u učinkovitosti suzbijanja gusjenica kestenovog moljca minera nakon jednokratne primjene imidakloprida (88,9–97,7 %) i diflubenzurona (85,9–95,3 %) u odnosu na dva tretiranja istim insekticidima u jednoj vegetaciji. Učinkovitost spinosada bila je značajno niža (67,4–89,3 %), dok je učinkovitost pripravka na osnovi *B. thuringiensis* bila još niža, neovisno da li je provedeno tretiranje samo s *B. thuringiensis* (30,3–87,1 %) ili je primijenjen *B. thuringiensis* u kombinaciji s imidaklopridom (52,4–91,6 %).

Rezultati provedenog petogodišnjeg istraživanja pokazuju kako je moguće postići zadovoljavajuću zaštitu divljeg kestena od kestenovog moljca minera tretiranjem listova ukoliko se provede u vrijeme izlaska gusjenica prve generacije iz jaja. Za to su najprikladniji regulatori razvoja kukaca, dok je imidakloprid manje prikladan zbog više toksičnosti. Insekticid na osnovi *B. thuringiensis* pokazao je dobro inicijalno djelovanje, ali vrlo slabo rezidualno, te ga je potrebno koristiti češće nego dva puta u jednoj sezoni.

KLJUČNE RIJEČI: zaštita divljeg kestena, folijarna aplikacija, regulatori razvoja kukaca, imidakloprid, *Bacillus thuringiensis*, spinosad, učinkovitost

¹ Doc.dr.sc. Aleksandar Mešić (amesic@agr.hr), Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet

² Prof.dr.sc. Tihomir Miličević (tmilicevic@agr.hr), Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet

³ Doc.dr.sc. Dinka Grubišić (djelinic@agr.hr), Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet

⁴ Doc.dr.sc. Boris Duralija (bduralija@agr.hr), Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet

⁵ Dipl.ing. Ante Marić (poljoprivreda@petrinja.hr), Grad Petrinja

⁶ Dipl.ing. Anamarija Popović (anamarija.popovic@sisak.hr), Grad Sisak

Uvod

Introduction

Osnovu parkova i drvoreda u većini europskih radova čine divlji kesten (*Aesculus hippocastanum* L.), platana (*Platanus × acerifolia* Willd.), javor (*Acer spp.* L.), breza (*Betula pendula* Roth), bagrem (*Robina pseudoacacia* L.), lipa (*Tilia spp.* L.) i dr., pri čemu je divlji kesten jedna od najzastupljenijih vrsta (Chiesura 2004; Konijnendijk i sur., 2005; Chaudhry, 2008, James i sur., 2009). Na zdravstveno stanje i vrijedost gradskog zelenila utječu različiti štetni biotički i abiotički čimbenici (Hrašovec i sur., 2003; Daws i sur., 2004; Matošević i sur., 2006).

Kako je divlji kesten značajan dio parkova i drvoreda, njegov najznačajniji štetnik kestenov moljac miner (*Cameraria ohridella* Deschka et Dimić) veliki je problem u urbanoj hortikulturi. Populacije kestenovog moljca minera redovito su vrlo visoke, tako da mogu uzrokovati prijevremenu defolijaciju divljeg kestena već u kolovozu. Takvo drveće ima smanjenu fotosintezu i tvorbu plodova, te često ponovo cvate i stvara nove listove u listopadu i ulazi nespremno u zimu (Tomiczek i Krehan, 1998; Harapin, 1999; Freise i sur., 2001; Guichard i Augustin, 2002; Thalmann i sur., 2003; Matošević, 2004; Matošević, 2004a; Diminić i Hrašovec, 2005; Tomiczek i sur., 2008; Matošević i sur., 2009; Mešić i sur., 2010).

Kestenov moljac miner u središnjoj Hrvatskoj razvija četiri, rjeđe tri generacije godišnje (Mešić i sur., 2010).

Zaštita divljeg kestena od gusjenica kestenovog moljca minera provodi se aplikacijom insekticida na dva različita načina – ubrizgavanjem izravno u deblo (endoterapeutska metoda) ili aplikacijom izravno na listove divljeg kestena (folijarna metoda). Endoterapeutska metoda temelji se na izravnom ubrizgavanju sistemskih insekticida u deblo, uslijed čega je izbjegnuta rizik kontaminacije ljudi i okoliša insekticidima, ali postoji rizik oštećenja tretirane biljke (Mešić i sur., 2008). Folijarnom metodom listovi se izravno tretiraju pomoću u orošivača, kapljicama škropiva promjera obimno manjeg od 150 µm. Dva glavna nedostatka folijarne metode zaštite divljeg kestena u urbanom prostoru su ograničeni maksimalni vertikalni doseg opreme za aplikaciju pesticida i rizik kontaminacije ljudi i okoliša uslijed zanošenja pesticida pri aplikaciji (Nejmanova i sur., 2006; Ferracini i Alma, 2008; Mešić i sur., 2008; Mešić i sur., 2010). Ženke prve generacije kestenovog moljca minera odlaze jaja pretežito na listove donje trećine krošnje, koja je u dosegu većine leđnih motornih orošivača. Na toj činjenici temelji se mogućnost suzbijanja gusjenica kestenovog moljca minera folijarnom metodom. Rizik kontaminacije ljudi i okoliša moguće je smanjiti izborom manje opasnih insekticida (Mešić i sur., 2010).

Optimalan rok za suzbijanje gusjenica kestenovog moljca minera je vrijeme izlaska gusjenica prve generacije iz jaja (Šefrová, 2001; Brendler i Bechmann, 2005; Mešić i sur., 2010), odnosno vrijeme cvatnje divljeg kestena (Johns i sur., 2003).

U našem radu predstavljeni su rezultati petogodišnjeg istraživanja mogućnosti suzbijanja gusjenica kestenovog moljca minera tretiranjem listova divljeg kestena različitim insekticidima.

Materijal i metode

Material and methods

Lokacija i način postavljanja pokusa: Pokusi su provedeni u razdoblju od 2006–2010. godine u Sisku (45°48' N, 16°36' E), gdje su klimatski uvjeti slični većini srednjoeuropskih gradova. Pokusi su postavljeni po shemi slučajnog blokno rasporeda u četiri ponavljanja, pri čemu je jedno stablo predstavljalo jedno ponavljanje. Sva stabla divljeg kestena bila su viša od 15 m i promjera debla većeg od 100 cm. Postavljeni su u javnom gradskom parku, gdje su ranijih godina zabilježene značajne štete od kestenovog moljca minera.

Doza insekticida i utrošak škropiva: U pokusima je primijenjeno sedam različitih insekticida (Tablica 1), od kojih četiri regulatora razvoja kukaca – diflubenzuron, heksaflumuron, metoksifenozyd i lufenuron, te po jedan biološki insekticid – *Bacillus thuringiensis* ssp. *kurstaki*, jedan naturalit – spinosad i jedan kemijski sintetizirani insekticid – imidakloprid.

Svake godine pokusi su sadržavali 12 varijanti. U tri varijante pokusa provedeno je samo jedno tretiranje godišnje, dok je u ostalih osam varijanti provedeno dva tretiranja godišnje s razmakom od približno 43 dana između dva ponovljena tretiranja. Posljednja varijanta je netretirana kontrola.

Oprema: Za aplikaciju insekticida korišten je leđni motorni orošivač "Stihl SR 400". Struja zraka koju stvara ventilator ovog uređaja proizvodi kapljice škropiva promjera manjeg od 150 µm.

Tablica 1. Insekticidi primijenjeni u pokusima

Table 1. Insecticides used in the trials

Insekticid (Insecticide)	Sadržaj (Content)	Pripravak (Product name)
Diflubenzuron (Diflubenzuron)	480 g/l	Dimilin SC 480
Heksaflumuron (Hexaflumuron)	100 g/l	Sonet 100 EC
Metoksifenozyd (Methoxyfenozide)	240 g/l	Runner 240 SC
Lufenuron (Lufenurone)	50 g/l	Match 050 EC
<i>B. t. ssp. kurstaki</i> (<i>B. t. ssp. kurstaki</i>)	16000 IU/mg	Biobit WP
Spinosad (Spinosad)	240 g/l	Laser
Imidakloprid (Imidaclopride)	200 g/l	Confidor SL 200

Tablica 2. Datum aplikacije insekticida**Table 2.** Dates of insecticides application

Godina (Year)	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.
Prvo tretiranje (First treatment)	03.05.	02. 05.	30. 04.	03. 05.	02. 05.
Drugo tretiranje (Second treatment)	17. 07.	15. 07.	10. 07.	14. 07.	15. 07.

Određivanje roka aplikacije: Optimalni rok aplikacije određen je prema broju ulovljenih mužjaka kestenovog moljca минера na feromonskim klopama mađarskog proizvođača "Csalomon". Kritični broj za prvu aplikaciju bio je 100 ulovljenih leptira po jednoj klopci, a nastao je kao rezultat naših prethodnih istraživanja (Mešić i sur., 2010). Detaljan prikaz datuma aplikacije insekticida naveden je u tablici 2.

Očitavanje rezultata i statistička analiza: Rezultati su izračunati nakon detaljnog pregleda listova divljeg kestena, pri

čemu je praćen broj mina koje su načinile gusjenice kestenovog moljca минера. Svake godine mine na listovima divljeg kestena brojane su pet puta nakon aplikacije insekticida. Pri svakom brojanju pregledano je 400 listova po jednoj varijanti pokusa (100 listova po stablu u četiri ponavljanja) pri čemu je zabilježen broj mina koje su gusjenice kestenovog moljca минера načinile na jednom listu. Nakon završetka praćenja broja mina provedena je statistička analiza pomoću kompjutorskog programa Agriculture Research Manager 7.0.5 software (GDM Inc.), uz vjerojatnost pogreške od 5%. Varijanca je stabilizirana pomoću log (1+x) transformacije. Nakon dokazivanja homogenosti varijance pomoću F-testa, provedena je ANOVA. Nakon što je dokazana statistički opravdana razlika uz vjerojatnost pogreške do 5%, proveden je Duncanov test. Učinkovitost različitih insekticida izračunata je prema Abbottovoj formuli (Abbott, 1925). Vrijednosti rezultata označene istim slovom nisu statistički značajno različite uz vjerojatnost pogreške do 5%.

Rezultati

Results

Intenzitet napada na različitim varijantama pokusa prikazan je u tablicama 3–7.

Tablica 3. Zaraza (broj mina /list) divljeg kestena tretiranog različitim insekticidima u 2006. godini**Table 3.** Infestation (number of mines / leaf) on horse chestnut treated with different insecticides in 2006

Date of examination	20.05.	05.06.	20.06.	20.07.	20.08.
Diflubenzuron (Diflubenzuron)	1,1a	1,1a	4,1a	7,5ab	11,7ab
Diflubenzuron (2×) (Diflubenzuron, 2×)	1,1a	1,3a	4,0a	5,4a	8,7ab
Heksafkumuron (2×) (Hexaflumuron 2×)	0,8a	1,2a	3,6a	6,9a	12,8b
Metoksifenozyd (2×) (Methoxyfenozide 2×)	1,1a	1,2a	3,8a	6,5a	12,0ab
Lufenuron (2×) (Lufenurone 2×)	1,3a	1,2a	3,9a	7,0a	11,8ab
Imidakloprid (Imidaclopride)	0,5a	0,7a	3,9a	6,2a	9,2ab
Imidakloprid (2×) (Imidaclopride 2×)	0,6a	0,8a	3,7a	5,0a	7,1a
Imidakloprid + B. t. k. (Imidaclopride + B. t. k.)	1,9b	2,8b	8,5b	14,9c	39,5d
B. t. ssp. Kusrstaki (B. t. ssp. Kusrstaki)	3,4c	3,3b	21,0d	31,0e	57,9e
B. t. ssp. Kusrstaki (2×) (B. t. ssp. Kusrstaki, 2×)	3,7c	3,2b	12,0c	17,7d	39,7d
Spinosad (2×) (Spinosad, 2×)	2,4b	3,0b	8,0b	14,9c	27,1c
Netretirana kontrola (Untreated)	22,4d	25,1c	44,9e	67,0f	83,0f
LSD	0,7	0,8	1,5	2,3	4,9

Legenda: (2×) označava dvije aplikacije tijekom jedne vegetacije
Vrijednosti označene istim slovom nisu statistički značajno različite ($p < 0,05$)

Legend: (2×) means two treatments in one season
Values followed by the same letter are not significantly different ($p < 0,05$)

Tablica 4. Zaraza (broj mina /list) divljeg kestena tretiranog različitim insekticidima u 2007. godini**Table 4.** Infestation (number of mines / leaf) on horse chestnut treated with different insecticides in 2007

Date of examination	21.05.	05.06.	21.06.	19.07.	20.08.
Diflubenzuron (Diflubenzuron)	1,0a	1,1a	4,4a	7,7a	12,1a
Diflubenzuron (2×) (Diflubenzuron, 2×)	1,1a	1,3a	4,2a	6,0a	9,2a
Heksafkumuron (2×) (Hexaflumuron 2×)	1,1a	1,3a	4,4a	6,8a	13,2a
Metoksifenozyd (2×) (Methoxyfenozide 2×)	1,4a	1,5a	4,5a	6,6a	12,8a
Lufenuron (2×) (Lufenurone 2×)	1,4a	1,4a	4,7a	7,0a	12,0a
Imidakloprid (Imidaclopride)	1,1a	1,3a	4,6a	7,3a	13,8a
Imidakloprid (2×) (Imidaclopride 2×)	1,0a	1,2a	4,7a	6,8a	12,4a
Imidakloprid + B. t. k. (Imidaclopride + B. t. k.)	1,4a	3,0b	8,8b	15,3b	41,2c
B. t. ssp. Kusrstaki (B. t. ssp. Kusrstaki)	3,6c	3,6b	20,1c	32,3d	62,1d
B. t. ssp. Kusrstaki (2×) (B. t. ssp. Kusrstaki, 2×)	3,5c	3,5b	21,2c	19,8c	41,4c
Spinosad (2×) (Spinosad, 2×)	2,6b	3,1b	9,2b	16,2b	29,0b
Netretirana kontrola (Untreated)	22,9d	26,2c	46,1d	69,2e	84,2
LSD	0,8	1,0	1,9	2,5	5,1

Tablica 5. Zaraza (broj mina /list) divljeg kestena tretiranog različitim insekticidima u 2008. godini

Table 5. Infestation (number of mines / leaf) on horse chestnut treated with different insecticides in 2008

Datum pregleda Date of examination	19.05.	04.06.	21.06.	20.07.	20.08.
Diflubenzuron (Diflubenzuron)	1,1a	1,1a	4,2a	6,9a	11,6a
Diflubenzuron (2×) (Diflubenzuron, 2×)	1,0a	1,2a	3,9a	5,8a	8,7a
Heksafumuron (2×) (Hexaflumuron 2×)	1,2a	1,3a	4,0a	6,0a	12,6a
Metoksifenozyd (2×) (Methoxyfenozide 2×)	0,9a	1,2a	4,1a	6,0a	12,2a
Lufenuron (2×) (Lufenurone 2×)	1,2a	1,1a	4,4a	6,4a	11,9a
Imidakloprid (Imidaclopride)	1,2a	1,4a	4,2a	6,6a	13,2a
Imidakloprid (2×) (Imidaclopride 2×)	1,2a	1,4a	4,5a	6,8a	12,2a
Imidakloprid + <i>B. t. k.</i> (Imidaclopride + <i>B. t. k.</i>)	1,0a	1,2a	8,2b	15,3b	38,8c
<i>B. t. ssp. Kusrstaki</i> (<i>B. t. ssp. Kusrstaki</i>)	3,3c	3,6b	19,4c	30,0d	60,4d
<i>B. t. ssp. Kusrstaki</i> (2×) (<i>B. t. ssp. Kusrstaki</i> , 2×)	3,5c	3,7b	19,3c	18,4c	40,0c
Spinosad (2×) (Spinosad, 2×)	2,4b	3,0b	9,0b	15,2b	28,0b
Netretirana kontrola (Untreated)	22,5d	25,5c	44,5d	64,5d	82,2e
LSD	0,7	0,9	1,4	2,2	4,8

Tablica 6. Zaraza (broj mina /list) divljeg kestena tretiranog različitim insekticidima u 2009. godini

Table 6. Infestation (number of mines / leaf) on horse chestnut treated with different insecticides in 2009

Datum pregleda Date of examination	20.05.	04.06.	21.06.	20.07.	20.08.
Diflubenzuron (Diflubenzuron)	0,8a	1,0a	4,0a	6,8a	11,2ab
Diflubenzuron (2×) (Diflubenzuron, 2×)	0,8a	1,0a	4,2a	5,7a	8,6ab
Heksafumuron (2×) (Hexaflumuron 2×)	1,0a	1,2a	4,0a	5,8a	8,0a
Metoksifenozyd (2×) (Methoxyfenozide 2×)	1,0a	1,0a	4,2a	6,0a	8,2ab
Lufenuron (2×) (Lufenurone 2×)	0,9a	1,1a	4,2a	5,7a	7,9a
Imidakloprid (Imidaclopride)	0,8a	1,0a	4,1a	6,4a	12,8b
Imidakloprid (2×) (Imidaclopride 2×)	0,9a	1,0a	4,0a	6,0a	8,8ab
Imidakloprid + <i>B. t. k.</i> (Imidaclopride + <i>B. t. k.</i>)	1,1a	1,1a	8,1b	15,1b	37,6d
<i>B. t. ssp. Kusrstaki</i> (<i>B. t. ssp. Kusrstaki</i>)	3,2c	3,3b	18,8c	28,9d	60,0e
<i>B. t. ssp. Kusrstaki</i> (2×) (<i>B. t. ssp. Kusrstaki</i> , 2×)	3,6c	3,6b	18,6c	17,8c	41,4d
Spinosad (2×) (Spinosad, 2×)	2,2b	3,2b	8,8b	15,0b	27,8c
Netretirana kontrola (Untreated)	22,4d	24,6c	42,6d	62,4e	80,8f
LSD	0,7	0,8	1,3	2,1	4,6

Prosječna učinkovitost suzbijanja izračunata prema Abbottu (1925) iz rezultata prikupljenih u razdoblju od 2006–2010. godine prikazana je u tablici 8.

Diskusija

Discussion

Usporede li se zbirni rezultati učinkovitosti suzbijanja gusjenica kestenovog moljca minera s dinamikom populacije istražene u Sisku i Zagrebu tijekom razdoblja od 2001–2008. godine (Mešić i sur., 2010), prva dva datuma očitavanja (kraj svibnja i početak lipnja) provedena su u vrijeme razvoja gusjenica prve generacije, dok je očitavanje krajem lipnja obuhvatilo drugu generaciju, a očitavanje u rujnu treću generaciju (Tablice 3–8).

Insekticidi primijenjeni u ovom istraživanju mogu se svrstati u tri kategorije prema iskazanoj učinkovitosti u suzbijanju gusjenica kestenovog moljca minera. Njihova učinkovitost smanjivala se od prvog prema posljednjem očitavanju u vegetaciji, prateći porast zaraze na listovima netretirane kontrole (Tablice 3–7).

Prvu grupu čine insekticidi s najvećom zabilježenom učinkovitošću, zbog čega se mogu preporučiti za zaštitu divljeg kestena od kestenovog moljca minera. Najbolji rezultati u suzbijanju kestenovog moljca minera postignuti su nakon tretiranja lišća u dva navrata (razmak između dvije aplikacije približno 43 dana) s insekticidom imidakloprid (88,9–97,7% učinkovitosti) i regulatora razvoja kukaca – diflubenzuron (89,5–94,9%), heksaflumuron (84,6–96,3%), metoksifenozyd (85,6–94,9%) i lufenuron (85,8–94,4%). Odlični rezultati zabilježeni su i nakon samo jednog tretiranja insekticidima na osnovi aktivnih tvari imidakloprid (88,9–97,7%) i diflubenzuron (85,9–95,3%) (Tablica 8). Pritom je značajno istaknuti da je prodaja insekticida heksaflumuron u Hrvatskoj zabranjena krajnjim korisnicima nakon 1.1.2009. godine (Ministarstvo poljoprivrede, 2007).

Osrednja učinkovitost u suzbijanju gusjenica kestenovog moljca minera zabilježena je nakon tretiranja listova u dva navrata insekticidom spinosad (67,4–89,3%) i jednokratne aplikacije kombinacijom insekticida na osnovi aktivnih tvari imidakloprid i *B. thuringiensis* (52,4–91,6%) (Tablica 8).

Tablica 7. Zaraza (broj mina /list) divljeg kestena tretiranog različitim insekticidima u 2010. godini

Table 7. Infestation (number of mines / leaf) on horse chestnut treated with different insecticides in 2010

Datum pregleda Date of examination	20.05.	04.06.	21.06.	20.07.	20.08.
Diflubenzuron (Diflubenzuron)	1,2a	1,4a	4,4a	7,0a	12,2ab
Diflubenzuron (2×) (Diflubenzuron, 2×)	1,0a	1,0a	4,0a	6,1a	9,0a
Heksafkumuron (2×) (Hexaflumuron 2×)	1,1a	1,3a	4,2a	6,2a	9,2ab
Metoksifenozid (2×) (Methoxyfenozide 2×)	0,9a	1,3a	4,4a	6,1a	9,4ab
Lufenuron (2×) (Lufenurone 2×)	1,3a	1,2a	4,2a	6,3a	9,3ab
Imidakloprid (Imidaclopride)	1,2a	1,5a	4,6a	6,8a	13,7b
Imidakloprid (2×) (Imidaclopride 2×)	1,2a	1,4a	4,3a	6,2a	9,3ab
Imidakloprid+B. t. k. (Imidaclopride+B. t. k.)	1,5a	1,8a	8,5b	15,6b	39,0d
B. t. ssp. Kusrstaki (B. t. ssp. Kusrstaki)	3,4c	3,8b	19,8d	30,1d	61,8e
B. t. ssp. Kusrstaki (2×) (B. t. ssp. Kusrstaki, 2×)	3,2c	3,7b	18,0d	19,8c	42,5d
Spinosad (2×) (Spinosad, 2×)	2,2ab	3,5b	9,2c	16,2b	28,4c
Netretirana kontrola (Untreated)	23,0d	25,2c	43,2e	64,4e	82,2f
LSD	0,7	0,9	1,4	2,2	4,6

Najslabija učinkovitost zabilježena je nakon tretiranja insekticidom na osnovi *B. thuringiensis*, pri čemu je viša učinkovitost zabilježena nakon tretiranja u dva navrata (52,2–83,7%) nego nakon samo jednog tretiranja u vegetaciji divljeg kestena (30,3–84,7%) (Tablica 8). Iz takve razlike moguće je zaključiti kako *B. thuringiensis* ima dobro inicijalno a kratko rezidualno djelovanje.

Zbog niske ekotoksičnosti *B. thuringiensis* (Grisolia i sur., 2009) prikladan je za folijarnu primjenu i u gradu, ali je nakon njegove primjene zabilježeno dobro inicijalno djelovanje, dok je učinkovitost naglo opadala već nekoliko dana nakon aplikacije (Tablice 3–8). Taj nedostatak rezidualnog djelovanja moguće je nadomjestiti višekratnim tretiranjem, jer je u pokusu zabilježena statistički značajna razlika u učinkovitosti nakon jedne i dvije aplikacije *B. thuringiensis* u jednoj vegetaciji. Bolju učinkovitost i dovoljno dugo rezidualno djelovanje iskazali su regulatori razvoja kukaca i imidakloprid (Tablice 3–8). Osim visoke učinkovitosti, regulatori razvoja kukaca predstavljaju tek ograničeni rizik za kontaminaciju gradske sredine (Frank, 2012). Unatoč od-

Tablica 8. Prosječna učinkovitost (%) različitih insekticida u suzbijanju gusjenica *Cameraria ohridella* u razdoblju od 2006–2010. godine

Table 8. Average efficacy (%) of different insecticides in *Cameraria ohridella* control during period of 2006–2010

Varijanta pokusa (Trial variant)		Učinkovitost, % (Efficacy,%)				
		Prosječni dan očitavanja (± 3 dana) (Average date of examination, ± 3 days)				
Insektid(i) (Insecticide(s))	Koncentracija (Concentration)	25.05.	05.06.	25.06.	25.07.	05.09.
Diflubenzuron (Diflubenzuron)	0,1%	95,3a	95,6a	90,9a	88,8a	85,9ab
Diflubenzuron (2×) (Diflubenzuron, 2×)	0,1%	94,9a	94,8a	91,1a	91,9a	89,5ab
Heksafkumuron (2×) (Hexaflumuron 2×)	0,2%	96,3a	95,2a	91,9a	89,7a	84,6b
Metoksifenozid (2×) (Methoxyfenozide 2×)	0,6%	94,9a	95,2a	91,5a	90,3a	85,6ab
Lufenuron (2×) (Lufenurone 2×)	0,5%	94,4a	95,2a	91,3a	89,5a	85,8ab
Imidakloprid (Imidaclopride)	0,1%	97,7a	97,2a	91,3a	90,8a	88,9ab
Imidakloprid (2×) (Imidaclopride 2×)	0,1%	97,2a	96,8a	91,7a	92,6a	91,4a
Imidakloprid+B. t. k. (Imidaclopride+B. t. k.)	0,05% +0,1%	91,6b	89,0b	81,1b	77,7b	52,4d
B. t. ssp. Kusrstaki (B. t. ssp. Kusrstaki)	0,15%	84,7c	86,7b	53,3d	53,8c	30,3e
B. t. ssp. Kusrstaki (2×) (B. t. ssp. Kusrstaki, 2×)	0,15%	83,7c	87,1b	73,2c	73,6b	52,2d
Spinosad (2×) (Spinosad, 2×)	0,5%	89,3b	87,9b	82,2b	77,8b	67,4c
LSD (p<0,05)		3,0	4,8	5,1	5,5	6,1

Legenda: (2×) označava dvije aplikacije tijekom jedne vegetacije
Vrijednosti označene istim slovom nisu statistički značajno različite (p<0,05)

Legend: (2×) means two treatments in one season
Values followed by the same letter are not significantly different (p<0,05)

ličnoj učinkovitosti, glavni ograničavajući činbenici folijarne primjene imidakloprida je njegova visoka ekotoksičnost i rizik od kontaminacije ljudi i životinja koji obitavaju u gradu (Tomlin, 2011). Poseban problem predstavlja visoka toksičnost za pčele (Decourtye i Devillers, 2010), pri čemu treba voditi računa kako i polen divljeg kestena može izazvati trovanje pčela (Lolin, 1991).

U provedenim pokusima nije zabilježena statistički značajna razlika u učinkovitosti zaštite divljeg kestena od gusjenica kestenovog moljca minera nakon jedne i dvije primjene imidakloprida, odnosno regulatora razvoja kukaca (Tablice 3–8).

U provedenim istraživanjima zabilježili smo visoku učinkovitost insekticida diflubenzuron, čime su potvrđeni rezultati koje su ranije zabilježili Blümel i Hausdorf (1996),

Šefrová (2001), te Nejmanova i sur. (2006). Nejmanova i sur. (2006) zabilježili su i perzistentnost diflubenzurona na listovima i do četiri mjeseca nakon tretiranja, što tumači vrlo malu razliku u učinkovitosti suzbijanja gusjenica kestenovog moljca minera s jednim, odnosno dva tretiranja u razmaku od približno 43 dana (Tablice 3–8). Visoka učinkovitost zabilježena je i nakon tretiranja listova insekticidom imidakloprid ("Confidor SL 200") što se podudara s rezultatima koje su Kuldová i sur. (2007) zabilježili nakon tretiranja s pripravkom "Confidor 70 WG" na osnovi iste aktivne tvari.

Tijekom istraživanja nije zabilježena značajna razlika u učinkovitosti suzbijanja gusjenica kestenovog moljca minera između varijanti u kojima je istim insekticidom tretirano jedan ili dva puta u jednoj vegetaciji (Tablica 8). Razlog takvim rezultatima vjerojatno je u činjenici da je očitavanje napada provedeno isključivo u donjoj trećini krošnje na čije listove jaja odlažu ženke prve generacije. Kako je na to lišće izvršena kvalitetna distribucija kapljica škropiva insekticida, tako je uspješno suzbijena većina gusjenica prve generacije. Ukoliko je došlo do završetka razvoja dijela gusjenica prve generacije u kukuljice, izlegnute ženke druge, treće i četvrte generacije odlagale su jaja pretežito na listove viših dijelova krošnje (Mešić i sur., 2010), koji nisu obuhvaćeni očitavanjem intenziteta napada.

Prema vlastitim opažanjima tijekom višegodišnjeg istraživanja, uočeno je kako se tretiranjem svih stabala divljeg kestena na širem području (kako bi se spriječio dolet leptira s netretiranog područja) može uspješno suzbiti prvu generaciju kestenovog moljca minera, čije ženke odlažu jaja u donjoj trećini krošnje, što je u dosegu lednih orošivača. Uspješnim suzbijanjem prve od tri do četiri generacije štetnika na širem području, značajno se smanjuje potencijal razvoja idućih generacija, a time i intenziteta šteta koje one čine.

Zaključci Conclusions

Folijarnom metodom moguće je postići uspješnu zaštitu divljeg kestena od gusjenica kestenovog moljca minera. Uspjeh suzbijanja ovom metodom temelji se na činjenici da ženke prve generacije odlažu jaja na listove donje trećine krošnje odraslih stabala, što je u dosegu lednih motornih orošivača. Za uspješno suzbijanje gusjenica prve generacije potrebno je provesti tretiranje u vrijeme njihova izlaska iz jaja.

Najviša učinkovitost u suzbijanju ovog štetnika postignuta je primjenom regulatora razvoja kukaca i imidakloprida. Nakon primjene spinosada, *B. thuringiensis* i kombinacije imidakloprida s *B. thuringiensis* nije zabilježena zadovoljavajuća učinkovitost u suzbijanju gusjenica kestenovog moljca minera. Tijekom istraživanja nije zabilježena statistički opravdana razlika u učinkovitosti insekticida primi-

jenjenih u jednom ili u dva roka aplikacije, osim kod primjene *B. thuringiensis*, koji je iskazao brzo inicijalno a kratko rezidualno djelovanje.

Unatoč visokoj učinkovitosti imidakloprida u suzbijanju gusjenica kestenovog moljca minera, prednost za primjenu u gradskoj sredini treba dati regulatorima razvoja kukaca koji su niže ekotoksičnosti.

Zahvala Acknowledgment

Istraživanje je provedeno u suradnji s Gradom Siskom, na čijim površinama su provedeni pokusi. Posebno zahvaljujemo gradskom poduzeću "Komunalac Sisak" i dipl. ing. Koraljki Pejnović.

Literatura References

- Abbott, W. S., 1925: A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18: 265–267.
- Blümel, S., H. Hausdorf, 1996: Versuche zur Bekämpfung der Roßkastanienminiermotte. *Gärtner & Florist.* 10: 4–6.
- Brendler, Ch., W. Bechmann, 2005: Pestizideinsatz gegen die Roskastanien-Miniermotte (*Cameraria ohridella*) im Stadtgebiet Potsdam – Rückstandsanalytik 2005. Postprints der Universität Potsdam Mathematisch-Naturwissenschaftliche Reihe.
- Chaudhry, P., 2008: Role of urban greenery in attracting residents & tourists. *Tourism Review.* November, 2008: 35–36.
- Chiesura, A., 2004: The role of urban parks for the sustainable city. *Landscape and Urban Planning*, 68 (1): 129–138.
- Daws, M. I., E. Lydall, P. Chmielarz, O. Leprince, S. Matthews, C. A. Thanos, H. W. Pritchard, 2004: Developmental heat sum influences recalcitrant seed traits in *Aesculus hippocastanum* across Europe. *New Phytologist* 162 (1): 157–166.
- Diminić, D., B. Hrašovec, 2005: Uloga bolesti i štetnika pri odabiru drveća u krajobraznoj arhitekturi. *Agronomski glasnik*, 2–4: 309–325.
- Decourtye, A., J. Devillers, 2010: Ecotoxicity of Neonicotinoid Insecticides to Bees. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 683: 85–95.
- Ferracini, C., A. Alma, 2008: How to preserve horse chestnut trees from *Cameraria ohridella* in the urban environment. *Crop Protection*, 27 (9): 1251–1255.
- Frank, S. D., 2012: Reduced Risk Insecticides to Control Scale Insects and Protect Natural Enemies in the Production and Maintenance of Urban Landscape Plants. *Environmental Entomology*. 41 (2): 377–386.
- Freise J., W. Heitland, I. Tosevski, 2001: Parasitism of the horse-chestnut leaf miner. *Cameraria ohridella* Deschka & Dimić (Lep., Gracillariidae). in Serbia and Macedonia. *Journal of Pest Sciences*. 75: 152–157.
- Grisolia, C. K., E. C. Oliveira-Filho, F. R. Ramos, M. C. Lopes, D. H. F. Muniz, R. G. Monnerat, 2009: Acute toxicity and cytotoxicity of *Bacillus thuringiensis* and *Bacillus sphaericus* strains on fish and mouse bone marrow. *Ecotoxicology*. 18 (1): 22–26.

- Guichard, S., S. Augustin, 2002: Acute spread in France of an invasive pest, the horse chestnut leafminer *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic (Lep., Gracillariidae). *Anzeiger für Schädlingsskunde-Journal of Pest Science*. 75(6):145–149
- Harapin, M., 1999: Kestenov moljac miner (*Cameraria ohridella* Deschka et Dimić) opasan štetnik u Europi. *Šumarski list*. 123 (3–4): 129–132.
- Hrašovec, B., Diminić, D., Franjević, D., Matošević, D., 2003: *Cameraria*, *Gugnardia* or drought, how much of an impact? Second Int. Symposium on plant health in urban horticulture, Berlin, Germany, 27–29 August 2003. *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft*, Heft 394: 66–71.
- James, P., K. Tzoulas, M. D. Adams, A. Barber, J. Box, J. Breuste, T. Elmqvist, M. Frith, C. Gordon, K. L. Greening, J. Handley, S. Haworth, A. E. Kazmierczak, M. Johnston, K. Korpela, M. Moretti, J. Niemelä, S. Pauleit, M. H. Roe, J. P. Sadler, C. Ward Thompson, 2009: Towards an integrated understanding of green space in the European built environment. *Urban Forestry & Urban Greening*. 8 (2): 65–75.
- Johne, B., K. Földner, B. Weissbecker, S. Schütz, 2003: Kopplung der phänologischen Entwicklung der Rosskastanie [*Aesculus hippocastnum* L.] mit Lebenszyklus und Verhalten der Kastanienminiermotte [*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic] (Lepidoptera: Gracillariidae). *Nachrichtenblatt des Deutschenschuttdienstes*. 55 (10): 213–220.
- Konijnendijk, C. C., K. Nilsson, T. B. Randrup, J. Schipperijn, 2005: *Urban Forests and Trees*. Springer Berlin Heidelberg, pp. 520
- Kuldová, J., I. Hrdy, P. Janšta, 2007: The Horse Chestnut Leafminer *Cameraria ohridella*: Chemical Control and Notes on Parasitisation. *Plant Protect. Sci.* 43 (2): 47–56.
- Lolin, M., 1991: Bolesti pčela. Udžbenik za studente Veterinarske medicine. Drugo izdanje. Naučna knjiga, Beograd. 115 pp.
- Matošević, D., 2004: Štetni kukci drvenastih biljnih vrsta zelenila Zagreba. *Radovi Šumarskog instituta Jastrebarsko*. 39 (1): 37–50.
- Matošević, 2004a: Štetna entomofauna drvoreda i parkova grada Zagreba. *Agronomski glasnik*. 3–5: 309–326.
- Matošević, D., M. Pernek, M. Županić, 2006: Utjecaj štetne entomofaune na zdravstveno stanje urbanog zelenila Zagreba. *Radovi Šumarskog instituta Jastrebarsko*. 41 (1–2):141–146
- Matošević, D., M. Pernek, T. Dubravac, B. Barić, 2009: Istraživanje faune lisnih minera drvenastog bilja u Hrvatskoj. *Šumarski list*, 7–8: 381–390.
- Mešić, A., J. Barić, J. Igrc Barić, T. Miliević, B. Duralija, T. Gotlin Čuljak, 2008: A Low Environmental Impact Method to Control Horse Chestnut Leaf Miner *Cameraria ohridella* (Deschka et Dimić). *International Journal of Food, Agriculture and Environment*, 6 (3–4): 421–427.
- Mešić, A., T. Miliević, T. Gotlin Čuljak, 2010: Dinamika populacije invazivne vrste *Cameraria ohridella* Deschka et Dimić (Lepidoptera: Gracillariidae) u središnjoj Hrvatskoj [Population dynamics of invasive species *Cameraria ohridella* Deschka et Dimić (Lepidoptera: Gracillariidae) in central Croatia]. *Šumarski list*. 7–8: 387–394.
- Ministarstvo poljoprivrede, 2007: Rješenje o zabrani prometa sredstvima za zaštitu bilja koja sadrže određene aktivne tvari i Tablica stanja prema Rješenju. Ministarstvo poljoprivrede [online]. Dostupno na: <http://www.mps.hr/default.aspx?id=4082> [Pristupljeno 01.02. 2012.].
- Nejmanova, J., J. Cvacka, I. Hrdy, J. Kuldova, J. Mertelik, A. Muck, P. Nesnerova, A. Svatos, 2006: Residues of diflubenzuron on horse chestnut (*Aesculus hippocastanum*) leaves and their efficacy against the horse chestnut leafminer. *Cameraria ohridella*. *Pest management science*. 62 (3): 274–278.
- Šefrová, H., 2001: Control possibility and additional information on the horse chestnut leafminer *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic (Lepidoptera, Gracillariidae). *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 49 (5): 121–127.
- Thalmann, C., J. Freise, W. Heitland, S. Bacher, 2003: Effects of defoliation by horse chestnut leafminer (*Cameraria ohridella*) on reproduction in *Aesculus hippocastanum*. *Trees*. 17 (5): 383–388.
- Tomiczek, Ch., H. Krehan, 1998: The horse chestnut leafmining moth (*Cameraria ohridella*): a new pest in central Europe. *Journal of Arboriculture*. 24: 144–148.
- Tomiczek, Ch., D. Diminić, T. Cech, B. Hrašovec, H. Krehan, M. Pernek, B. Perny, 2008: Bolesti i štetnici urbanog drveća. Šumarski institut Jastrebarsko i Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 374 pp.
- Tomlin, C. D. S., 2011: The pesticide manual: A World compendium. British Crop Protection Council, 1457 pp.

Summary

Horse chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella*) is the most important pest of horse chestnut (*Aesculus hippocastanum*), common tree in European parks. The pest regularly develops high populations of larvae which damage leaves. It could be controlled with foliar spraying or with trunk injections of insecticides (endotherapeutical method).

The paper presents results of in-city trials with foliar treatments against horse chestnut leaf miner's larvae. Knapsack mist-blower was used for insecticides application (dates of applications are presented in Table 2) on trees higher than 15 m. Insect growth regulators (IGRs), imidaclopride, spinosad and *Bacillus thuringiensis* (Table 1) were applied with liquid rate of 3 l per one tree.

Each year, leaves were examined five times; each time 400 leaves were examined for each trial variant and numbers of mines per leaf were counted and statistically analyzed.

The best results were achieved after two applications in one season (with average period between two applications of 43 days) with imidaclopride (91.4–97.2 % efficacy) and insect growth regulators (IGRs) – diflubenzuron (89.5–94.9%), hexaflumuron (84.6–96.3 %), methoxyfenozyde (85.6–94.9 %) and lufenurone (85.8–94.4 %). Single application of imidaclopride (88.9–97.7%) and diflubenzuron (85.9–95.3 %) did not achieved statistically different efficacy in horse chestnut leafminer control than two applications in one season. Efficacy of spinosad (67.4–89.3%) and combination of *B. thuringiensis* and imidaclopride (52.4–91.6 %) did not satisfy. Even lower efficacy was achieved after two applications of *B. thuringiensis* in one season (52.2–83.7 %) and after single application in one season (30.3–84.7 %) (Table 8). In this period untreated control trees were infected with average of 22.4 –84.2 larvae/leaf (Tables 3–7), depending on date of examination.

Results of those five-year trials results show that is possible to protect horse chestnuts if foliar insecticides application is provided in period of first generation's larvae hatching. The most suitable insecticides were insect growth regulators (IGRs), while imidaclopride is not appropriate in urban area due to its high toxicity. *B. thuringiensis* provides very good initial protection, but it has very poor residual effect so it is advisable to apply *B. thuringiensis* twice or more times in one season (Tables 3–8).

KEY WORDS: horse chestnut protection, foliar threatment, insect growth regulators, IGRs, imidaclopride, *Bacillus thuringiensis*, spinosad, efficacy

SIMULACIJSKI MODEL UTJECAJA TEMPERATURE ZRAKA NA LISNE FENOFAZE HRASTA MEDUNCA NA OTOKU PAGU

SIMULATION MODEL OF THE EFFECT OF AIR TEMPERATURE ON THE LEAVES PHENOPHASES OF THE PUBESCENT OAK ON THE ISLAND OF PAG

Ljiljana ŠESTAN¹

Sažetak

Istraživanje utjecaja najznačajnijeg klimatskog čimbenika – temperature zraka na lisne fenofaze provedeno je razvojem simulacijskog modela sustava fenofaza. Zatim su na prethodno vrednovanom modelu provedeni eksperimenti s različitim vrijednostima temperature zraka. Fenološki podaci prikupljeni su na pokusnoj plohi u šumi medunca (*Quercus pubescens*, Willd.) na otoku Pagu, gdje su od šumarije Pag tijekom razdoblja od 1993. do 2005. godine vršena sustavna fenološka motrenja. Podaci o kretanju temperature zraka u promatranom razdoblju dobiveni su od Državnog hidrometeorološkog zavoda. Razvoj jasnog i jednostavnog modela prirodnih sustava, kao što je sustav fenofaza, svojevrstan je izazov i zahitjeva dobro poznavanje i samog sustava i metodologije. Problematika istraživanja prirodnih sustava ogleda se u njihovoj dinamičnosti i složenosti, koju je teško opisati i analizirati uz pomoć klasičnih metoda istraživanja, uglavnom temeljenih na linearnim vezama između elemenata nekog promatranog sustava. Osim toga, u prirodnim procesima je uvijek prisutna i određena razina nesigurnosti koju je potrebno ugraditi u model. U ovom istraživanju primijenjen je sustavsko-dinamički pristup uz pomoć kojega je razvijen model sustava lisnih fenofaza. Rezultati provedenih simulacijskih scenarija potvrdili su ključni utjecaj temperature zraka na lisne fenofaze šumskog drveća, ali i da sve fenofaze ne reagiraju jednako na temperaturne promjene, što je ujedno i predmet istraživanja ovoga rada.

KLJUČNE RIJEČI: fenologija, fenofaze, klimatske promjene, modeliranje, simulacija, sustavsko-dinamički pristup, hrast medunac

UVOD

Introduction

Fenologija² kao znanost koja proučava pojave bioloških ciklusa i njihovu povezanost s klimom, doživjela je, u kontekstu klimatskih promjena, preporod. Klimatske promjene bitno utječu na vremena pojavljivanja i trajanja godišnjih

doba koja se manifestiraju kroz izmjenu stanja lišća. Zamijećeno je da se vegetacijsko razdoblje produžuje te da proljeće započinje u prosjeku ranije, a zima sve kasnije (Menzel, 2000). Stoga, praćenje dužine vegetacijske sezone može otkriti klimatske promjene i pridonijeti razumijevanju kako vegetacija odgovara na klimatska kolebanja. Fenološka motrenja vrše se na izabranim opažачkim mjestima, fenološkim

¹ Dr. sc. Ljiljana Šestan, Hrvatske šume d.o.o., Zeleni put bb, 53 291 Novalja, e-mail: ljiljana.sestan@hrsume.hr

² (grč. *Fainomai* – pojavljujem se, logos – pojam, *niječ*, misao, razum; engl. *phenology*, njem. *Fenologie*)

postajama, gdje se opaža određena biljna vrsta, te se bilježi dan pojave određene fenofaze. Razlikujemo lisne fenofaze i generativne fenofaze.

Proučavanje i praćenje fenofaza, koje su usko vezane za klimatske parametre, omogućilo je ekološka istraživanja putem modeliranja, analize i izrade studija o klimatskim promjenama (Jaagus i Ahas 2000). Većinom su dosadašnja istraživanja ove problematike vezana za klasične statističke metode, kao što su deskriptivna statistika, linearna regresija, korelacija, multipla regresija (Ahas i sur. 2000 i 2002, Broadmeadow i sur. 2005, Chmielewski i Rötzer 2001, Scheffinger 2002, Jaagus i Ahas 2000, Menzel 2000, Tikvić i sur. 2006), te u pojedinima slučajevima metoda kanoničke korelacijske analize (Chmielewski i Rötzer 2002). Najčešće korištena metoda linearne regresije pretpostavlja linearne veze između pojava, međutim odnosi između elemenata kompleksnih prirodnih sustava nisu uvijek linearni, te stoga primjena metode linearne regresije nije dostatna za razvoj modela cjelokupnog procesa bez gubljenja specifičnosti komponenti i uključujući utjecaj okoline (Šestan, 2010).

Važno je naglasiti da u istraživanju ove problematike, unatoč brojnim studijama, nije primijenjen sustavni pristup, već su pojedine vegetativne faze istraživane pojedinačno, te zatim uspoređivane (Menzel 2000, Ahas i sur. 2000). Sustavni pristup koji promatra cjelinu kao dio neke veće cjeline, odnosno proučava sustav i njegovu povezanost s okolinom, omogućava istraživanje veza između pojedinih fenofaza (elemenata sustava), kao i utjecaj okoline na sustav.

Podaci i metode

Data and methods

Da bi model oponašao stvarni sustav, izgradnja modela započinje analizom stanja u promatranom sustavu, odnosno izabranom objektu istraživanja (Lončar i sur. 2006). Istraživanje je obuhvatilo pokusnu plohu na otoku Pagu na kojoj su u 15-godišnjem razdoblju vršena sustavna fenološka motrenja. Pokusna ploha je smještena u okviru zaštićenog krajolika, posebnog rezervata šumske vegetacije "Dubrava-Hanzina", u neposrednoj blizini grada Paga. Radi se o ostatku autohtone vegetacije – panjači hrasta medunca s mjestimičnim crnim grabom, koja raste na smeđem tlu na vapnencu i dolomitu. S obzirom da se predmetna ploha nalazi na sjeveroistočnoj ekspoziciji, značajno je izložena buri i posolici. Stabla medunca su malih dimenzija, te je promjer srednje plošnog stabla 14,5 cm, a prosječna visina oko 6 m.

Važno je napomenuti da prilikom analize podataka fenoloških motrenja treba voditi računa da je sama lokacija fenološke plohe pod utjecajem lokalne klime i mikroklimе, što također utječe na pojavu fenofaza. Osim toga, fenološki ciklusi ovise o biljnoj vrsti i o genetskoj konstituciji biljke (Tikvić i sur. 2006). Prikupljeni su i obrađeni podaci fenoloških motrenja i podaci o temperaturama zraka.

Podaci fenoloških motrenja – Phenological observation data

Podaci o fenološkim motrenjima prikupljeni su od "Hrvatskih šuma" d.o.o. Motrenja su obavljena u razdoblju od 1.4.1993. do 31.12.2005. godine, u razmacima od 7 dana te su u datom razdoblju izvršena 666 puta. Na plohi je praćeno 10 stabala podjednake dimenzije, starosti i položaja u sastojini. Tijekom razdoblja motrenja došlo je do promjene u klasifikaciji fenofaza. Od 1993. do 2001. je praćeno deset, a od 2002. do 2005. sedam fenofaza. Različiti broj fenofaza objedinjen je na način da su podaci svake fenofaze pojedinačno promatrani i klasificirani prema novoj klasifikaciji. Na taj način je izdvojeno 6 fenofaza, koje su označene s F₀ do F₅:

1. Mirovanje, svi su listovi otpali (F₀),
2. Početak listanja (F₁),
3. Lišće je potpuno razvijeno (F₂),
4. Lišće počinje mijenjati boju (F₃),
5. Lišće je potpuno promijenilo boju (F₄),
6. Lišće počinje opadati (F₅).

Prikupljanjem i organizacijom podataka fenoloških motrenja dobiveni su relevantni pokazatelji dinamike sustava fenofaza: učestalost pojedinih fenofaza, prosječno vrijeme pojave u godišnjem ciklusu i prosječna duljina trajanja tijekom godišnjeg ciklusa (tablica 1).

Kako bi se analizirala dinamika sustava, na temelju sistematiziranih podataka fenoloških motrenja utvrđene su, kao razlike stanja susjednih fenofaza, frekvencije prijelaza stabla iz fenofaze u fenofazu. Frekvencije prijelaza izražene su brojem stabala u jedinici vremena – tjedan (BS/tj). Nazvane su brzine prijelaza i označene s BP0-1, BP1-2, BP2-3, BP3-4, BP4-5 i BP5-0. Prijelaz stabala odvija se u različitim vremenskim intervalima, odnosno u godišnjim ciklusima. Stabla prelaze iz jedne u drugu fenofazu, kada nastanu uvjeti za prijelaz, odnosno kada ih na to potakne događaj iz okoline, u ovom slučaju – određena vrijednost temperature zraka. Nakon što sva stabla prijeđu u sljedeću fenofazu, na

Tablica 1. Učestalost, vrijeme pojave i duljina trajanja fenofaza
Table 1 Frequency, time of occurrence and duration of phenophases

Fenofaza Phenophase	Broj opažanja Frequency	Vrijeme pojave (mjesec) Time of occurrence (in month)	Duljina trajanja (tijekom mjeseca) Duration (during months)
F0	248	12	1,2,3
F1	79	4	4
F2	348	4–poč.5	5,6,7,8,9
F3	83	10	10
F4	75	10–11	11
F5	64	11–12	11,12

Tablica 2 Prosječne brzine prijelaza veće od nule**Table 2** Average speed of transitions larger than 0

BP0-1	BP1-2	BP2-3	BP3-4	BP4-5	BP5-0
BS/tj					
3,17	3,71	3,25	3,1	2,7	7,5

primjer iz F_0 u F_1 , brzina prijelaza iz F_0 u F_1 (BP0-1) je 0, odnosno stabla više te godine ne prelaze, nego tek u iduću. Na temelju prikupljenih podataka izdvojene su brzine prijelaza veće od 0 te je izračunat prosječan broj stabla koji u tim intervalima tjedno prelazi (tablica 2).

Za potrebe razvoja simulacijskog modela sustava fenofaza, a na temelju prethodne analize podataka, može se utemeljeno tvrditi da je dinamika sustava u razdoblju od 1.1. do 1.4.1993. godine, kada su fenološka motrenja službeno počela, odgovarala stanju mirovanja. Na taj način dobiven je cjeloviti godišnji ciklus, što je značajno za razvoj modela i kasnije provođenje eksperimenata.

Podaci o temperaturama zraka – Data on air temperatures

Relevantni vanjski čimbenik koji značajno utječe na sustav fenofaza je temperatura zraka, koja bilježi značajne promjene tijekom proteklog 20. stoljeća. Utvrđeno je da se tijekom dvadesetog stoljeća srednja globalna temperatura zraka povisila u prosjeku za 0,6 °C (Ahas i sur. 2002). Oscilacije temperature zraka posebno su značajne tijekom zime i proljeća, što značajno utječe na proljetne fenofaze (Ahas 2000). Za potrebe ovoga rada DHMZ je ustupio podatke o srednjim dnevnim temperaturama zraka na po-

dručju grada Paga za razdoblje od 1.1.1993. do 31.12.2005. (4748 podataka). Na temelju prikupljenih podataka izračunato je da je prosječna temperatura zraka u promatranom razdoblju iznosila 16,02 °C, a prosječne mjesečne temperature zraka iznosile su kako je prikazano u tablici 3.

Srednje dnevne temperature zraka osnova su za izračunavanje srednjih tjednih temperatura zraka, jer je vremenski korak modela 1 tjedan. Proveden je postupak određivanja karakterističnih distribucija, uz pomoć alata Statistica 7, za srednje tjedne temperature zraka za sve fenofaze, kada su one prisutne, odnosno kada je stanje fenofaze veće od 0. Navedene srednje tjedne temperature zraka pripadajućih fenofaza označene su: TZF0, TZF1, TZF2, TZF3, TZF4 i TZF5 te je za njih utvrđena i deskriptivna statistika (tablica 4.)

Prema rezultatima χ^2 i Kolmogorov-Smirnov (KS) testa u tablici 5, uz razinu signifikantnosti $\alpha=0.05$, sve distribucije srednjih tjednih temperatura zraka kada su fenofaze prisutne odgovaraju normalnoj distribuciji. Na taj su način utvrđene karakteristične distribucije.

Razvoj i vrednovanje simulacijskog modela – Development and validation of simulation model

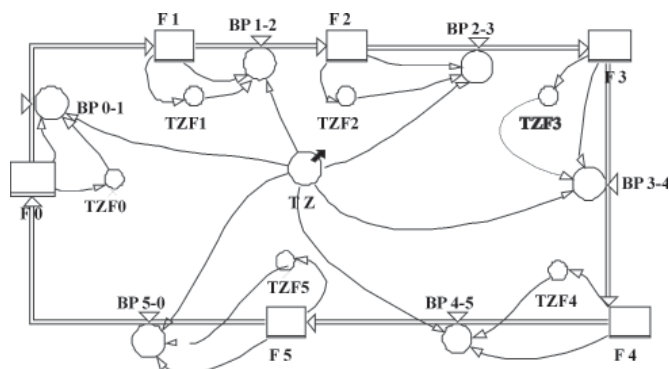
Razvoj simulacijskog modela uz pomoć kojega će se istražiti utjecaj temperature zraka na sustav lisnih fenofaza, započinje razvojem verbalnog modela, kojim je u nastavku opisan promatrani sustav. Pretpostavka je da je dinamika pojedinih fenofaza pod ključnim utjecajem temperature zraka. Stanje fenofaza kreće se u rasponu od 0 do 10, jer je na pokusnoj plohi praćeno 10 stabala. Znači da stanje fenofaza ne može biti veće od 10 niti manje od 0. Na stanje fenofaze utječe prijelaz stabala iz prethodne fenofaze

Tablica 3. Prosječne mjesečne temperature u promatranom razdoblju °C**Table 3** Average monthly air temperatures in observed period (°C)

Mjesec / Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	x
°C	7,2	7,5	10,4	13,7	19,5	23,5	25,9	26,0	20,7	17,1	12,2	8,6	16,02

Tablica 4. Deskriptivna statistika za TZF0–TZF5**Table 4** Descriptive statistics for TZF0...TZF5

Deskriptivna statistika Descriptive statistics	Srednje tjedne temperature zraka fenofaza (°C) Average week air temperatures (°C)					
	TZF0	TZF1	TZF2	TZF3	TZF4	TZF5
Aritmetička sredina / arithmetic mean	9,2	15,2	21,8	15,1	11,4	9,9
Medijan / median	9,2	15,0	22	15,0	10,4	9,4
Standardna devijacija / standard deviation	3,1	3,3	4,4	3,8	3,5	3,3
Broj podataka / number of data	246	77	346	81	74	59
Min.	1,8	8,9	8,9	5,7	5,7	3,0
Max.	18,8	23,4	30,3	26,9	20,2	20,2



Slika 1: Dijagram toka sustava fenofaza

Figure 1: Flowchart of the system of phenophases

i prijelaz u sljedeću fenofazu. Prijelaz u sljedeću fenofazu ovisi o utjecaju srednje mjesečne temperature zraka i prosječne temperature zraka prethodne fenofaze. Znači kad su zadovoljeni određeni uvjeti, vezano za vrijednosti srednje mjesečne temperature zraka i prosječne temperature zraka prethodne fenofaze, dolazi do prijelaza u sljedeću fenofazu. Prijelaz stabala u sljedeću fenofazu dovodi do povećanja stanja te sljedeće fenofaze i smanjenja stanja prethodne fenofaze, što znači da je uzročno-posljedična veza negativna. Postoji i veza između prosječne temperature zraka pojedine fenofaze i stanja fenofaze. Kad je fenofaza prisutna, prisutna je i njezina prosječna temperatura zraka, a kada je stanje fenofaze jednako 0, onda je i prosječna temperatura zraka pojedine fenofaze jednaka 0.

Za razvoj simulacijskog modela promatranog sustava fenofaza odabran je objektno orijentiran program POWERSIM Studio Academic 2003. Osnovni koraci razvoja modela: planiranje simulacijskog projekta, izbor kalendara, definiranje mjernih jedinica, definiranje i izgradnja varijabli, veza i tokova (dijagrama toka), definiranje postavki simulacijskog eksperimenta, provođenje eksperimenata i izrada prikaza i analiza rezultata simulacije (dijagrama, grafikona, tablica, itd). Dijagram toka i računalni model gradimo uz pomoć simbola, koji označavaju: jednađbe stanja razine sustava (Level), jednađbe promjene stanja razine sustava (Rate), pomoćne jednađbe (Auxiliary), jednađbe konstanti (Constants) i jednađbe početnih vrijednosti. Razine, konstante, jednađbe promjene stanje i pomoćne jednađbe se povezuju tokovima (Šestan i Dušak, 2011). Vremenski korak modela je 1 tjedan (1 week = wk) i odgovara vremenskom intervalu u kojemu su vršena fenološka motrenja. Odabran je kalendar *bank* i definirane su potrebne mjerne jedinice. Stanje fenofaza izraženo je brojem stabala te je stoga dodana jedinica BS. Model je prikazan na slici 1.

Razine u modelu prikazanom na slici 1 su stanja fenofaza od F₀ do F₅, koja su pod utjecajem brzine prijelaza stabala iz fenofaze u fenofazu (BP0-1, BP1-2,...,BP5-0). Granične temperature zraka u jednađbama brzina prijelaza utvrđene su na temelju analize i usklađivanja poznatih stanja feno-

faza, kretanja temperatura zraka i modela. Brzina prijelaza ovisi o vrijednosti varijable TZ – srednje mjesečne temperature zraka, koja je definirana unosom realnih vrijednosti po jedinici vremena i vrijednosti slučajnih varijabli TZF0, TZF1,...,TZF5 za koje su utvrđene normalne distribucije. Izuzetak je brzina prijelaza BP5-0, koja je definirana stanjem fenofaze F₅, jer čim stablima počne opadati lišće ona prelaze u mirovanje. Početna stanja razina sustava su jednaka zabilježenom stanju fenofaza na dan 1.1.1993. godine, koja su izražena brojem stabala (BS). S obzirom da se radi o mirovanju vegetacije, početno stanje fenofaze F0 je 10 (BS), a ostalih fenofaza iznosi 0 (BS).

Rad s programskim alatom POWERSIM omogućuje transfer podataka s programom EXCEL, te je radi vrednovanja modela, praćenja stanja sustava i usporedbe dinamike prosječnih temperatura zraka stvarnog sustava i modela, model nadopunjen pomoćnim jednađbama. Ukupno stanje temperatura zraka fenofaza definirano je sljedećom pomoćnom jednađbom (1):

$$UTZF = \text{sum}(TZF0;TZF1;TZF2;TZF3;TZF4;TZF5)(1)$$

Jednađbom (2) definiran je broj prisutnih temperatura zraka, gdje funkcija COUNTGT daje broj elemenata u nizu, čija je vrijednost veća od 0.

$$BTZF = \text{COUNTGT}(\{TZF0;TZF1;TZF2;TZF3;TZF4;TZF5\};0) \quad (2)$$

Jednađbom (3) definiran je tjedni prosjek temperatura zraka fenofaza:

$$PTZF = UTZF / BTZF \quad (3)$$

Da bi se utvrdilo reprezentira li model na zadovoljavajući način stvarni sustav, kontinuirano se provodi postupak

Tablica 5. Rezultati χ^2 i Kolmogorov-Smirnov testa

Table 5 The results of the Chi-square and Kolmogorov-Smirnov tests

	χ^2 -test <i>Chi square-TEST</i>		Kolmogorov-Smirnov test <i>KS test</i>		H_0/H_1
	χ^2 max	Granična vrijednost χ^2 za 0,05 Border (critical) Value χ^2 for 0,05	D max	Granična vrijednost D za 0,05 Border (critical) value D for 0,05	
TZF0	0,990	9,49	0,029	0,086	H_0
TZF1	1,149	9,49	0,068	0,155	H_0
TZF2	12,78	12,6	0,068	0,073	H_0
TZF3	1,867	9,49	0,082	0,151	H_0
TZF4	8,466	12,6	0,122	0,158	H_0
TZF5	5,182	7,81	0,139	0,177	H_0

stvaranja povjerenja u simulacijski model, kroz verifikaciju i validaciju modela. U slučaju modela sustava fenofaza, postupak stvaranja povjerenja u model zahtijevao je u više navrata modifikaciju modela, i to kroz izmjenu strukture modela i izmjenu definicija pojedinih varijabli. Primjena programskog paketa POWERSIM Studio 2003 Academic olakšava prijelaz na računalski model, jer se programski kod generira paralelno s izgradnjom dijagrama toka. Znači da se već kroz paralelnu izgradnju dijagrama toka i računalskog modela, a na temelju strukturalnog dijagrama, vrši verifikacija usklađenjem strukture, dijagrama toka i matematičko-računalskog modela (Šestan i Čavlović, 2007). Verifikacija je provedena i izvođenjem eksperimenata s različitim sjemenom za korištenje slučajnih brojeva (u jednadžbama TZF1,...,TZF5 za koje su utvrđene normalne distribucije) kao i ponavljanjem eksperimenata s istim sjemenom.

Postupak vrednovanja modela proveden je kao replikativno vrednovanje. Rezultati replikativnog vrednovanja (tablica 6), gdje je opaženo stanje uspoređeno sa simuliranim za razdoblje od 1.1.1993. do 31.12.2005. pokazuju da se dinamika dobivena simulacijom i dinamika realnog sustava signifikantno ne razlikuju. Razlike prisutne u slučaju fenofaza F_5 i F_0 vezane su za odabrani vremenski korak modela i kalendar simulacijskog projekta.

Izvršena je i usporedba realne srednje mjesečne temperature zraka (TZ) i simuliranog tjednog prosjeka temperatura zraka fenofaza (PTZF) provođenjem odgovarajućih testova: t-test za ovisne uzorke, Sign test i Wilcoxon Matched Pairs test, uz pomoć programa STATISTICA 7. Svi navedeni testovi koriste se za povezane uzorke, što odgovara potrebama usporedbe razlika između varijabli TZ i PTZF, jer se radi o varijablama koje potiču iz iste populacije temperatura zraka. Rezultati testova da razlika između TZ i PTZF nije signifikantna, prikazani su u tablici 7.

Simulacijski model treba zadovoljiti prihvatljivu razinu pouzdanosti, kako bi se zaključci na temelju ponašanja modela mogli tretirati kao ispravni i primjenjivi na stvarni sustav.

Tablica 6: Rezultati vrednovanja modela

Table 6: Results of the model validation

Fenofaze Phenophases	Prosječno vrijeme pojavljivanja (mjesec) Average time of occurrence (month)	
	Stvarno / Real	Simulirano / Simulated
F1	4	4
F2	4– poč.5	4
F3	10	10
F4	10–11	10–11
F5	11–12	11
F0	12	11–12

Tablica 7. Rezultati t-testa, Sign test i Wilcoxon Matched Pairs test

Table 7 Results of the t-test, Sign test i Wilcoxon Matched Pairs test

T-test				
Statistica 7	t_{tab}			
0,513507	1,98			
Par varijabli Pair of Variables	Sign Test Test je signifikantan kod $p < 0,05$ Marked tests are significant at $p < ,05000$			
	Broj nevezanih No. of Non-ties	Postotak Percent $v < V$	Z	p-vrijednost p-value
TZ i PTZF	156	49,35897	0,080064	0,936186
Par varijabli Pair of Variables	Wilcoxon Matched Pairs test Test je signifikantan kod $p < 0,05$ Marked tests are significant at $p < ,05000$			
	Broj važećih Valid N	T	Z	p-vrijednost p-value
TZ i PTZF	156	6026,000	0,171630	0,863729

S tim u skladu može se zaključiti da model sustava fenofaza dobro oponaša stvarni sustav i da se na temelju njegovog ponašanja, provođenjem simulacijskih eksperimenata, mogu donositi zaključci o ponašanju realnog sustava fenofaza.

Rezultati Results

Simulacijski eksperimenti – Simulation experiments

Način na koji pojedine fenofaze reagiraju na temperaturne promjene u okolini istražen je putem simulacijskih eksperimenata. Oni su, u skladu s dužinom promatranog razdoblja, provedeni za 13-godišnje razdoblje (od 1.1.2006. do 30.12.2018) te su uvrštene promjene temperature zraka koje

Tablica 8: Rezultati scenarija 1–6

Table 8 Results of the scenarios 1–6

Fenofaza Phenophase	Prosječno vrijeme pojavljivanja – mjesec The average time of appearance – month					
	Scenarij / Scenario					
	1	2	3	4	5	6
F1	4	4	3–4	3–4	3	4
F2	4	4	4	4	4	4–5
F3	10	10	10	10	10	10
F4	10–11	10–11	10–11	11	11	10
F5	11	11	11	11	11	11
F0	11–12	11–12	12–kraj 11	12	12	11

Tablica 9. Rezultati scenarija 1–6 na početku svake godine – stanje fenofaza (BS)**Table 9** Results of the scenarios 1–6 at the beginning of each year – state of phenophases (BS)

Scenario 1. State of phenophases (BS)						
Time	F 0	F 1	F 2	F 3	F 4	F 5
1.1.2006	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2007	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2008	9,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27
1.1.2009	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2010	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2011	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2012	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2013	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2014	2,80	0,00	0,00	0,00	1,07	6,13
1.1.2015	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2016	5,42	0,00	0,00	0,00	1,34	3,24
1.1.2017	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2018	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Non-commercial use only!

Scenario 2. State of phenophases (BS)						
Time	F 0	F 1	F 2	F 3	F 4	F 5
1.1.2006	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2007	8,93	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07
1.1.2008	9,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27
1.1.2009	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2010	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2011	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2012	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2013	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2014	2,80	0,00	0,00	0,00	1,07	6,13
1.1.2015	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2016	5,42	0,00	0,00	0,00	1,34	3,24
1.1.2017	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2018	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Non-commercial use only!

Scenario 3. State of phenophases (BS)						
Time	F 0	F 1	F 2	F 3	F 4	F 5
1.1.2006	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2007	7,92	0,00	0,00	0,00	0,00	2,08
1.1.2008	9,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27
1.1.2009	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2010	9,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,53
1.1.2011	3,10	0,00	0,00	0,00	0,00	6,90
1.1.2012	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2013	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2014	2,32	0,00	0,00	0,00	3,42	4,26
1.1.2015	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2016	5,42	0,00	0,00	0,00	1,87	2,71
1.1.2017	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2018	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Non-commercial use only!

Scenario 4. State of phenophases (BS)						
Time	F 0	F 1	F 2	F 3	F 4	F 5
1.1.2006	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2007	5,42	0,00	0,00	0,00	0,00	4,58
1.1.2008	9,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27
1.1.2009	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2010	9,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,53
1.1.2011	3,10	0,00	0,00	0,00	0,00	6,90
1.1.2012	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2013	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2014	2,28	0,00	0,00	0,00	3,52	4,20
1.1.2015	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2016	4,79	0,00	0,00	0,00	2,50	2,71
1.1.2017	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2018	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Non-commercial use only!

Scenario 5. State of phenophases						
Time	F 0	F 1	F 2	F 3	F 4	F 5
1.1.2006	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2007	2,71	0,00	0,00	0,00	0,00	7,29
1.1.2008	9,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27
1.1.2009	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2010	9,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,53
1.1.2011	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2012	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2013	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2014	0,00	0,00	0,00	0,00	6,13	3,87
1.1.2015	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2016	2,71	0,00	0,00	0,00	4,58	2,71
1.1.2017	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2018	8,40	0,00	0,00	0,00	0,00	1,60

Non-commercial use only!

Scenario 6. State of phenophases (BS)						
Time	F 0	F 1	F 2	F 3	F 4	F 5
1.1.2006	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2007	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2008	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2009	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2010	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2011	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2012	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2013	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2014	6,58	0,00	0,00	0,00	1,07	2,35
1.1.2015	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2016	7,33	0,00	0,00	0,00	0,00	2,67
1.1.2017	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1.2018	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Non-commercial use only!

su do sada zabilježene (povišenje globalne temperature zraka u prethodnom stoljeću u prosjeku za 0,6 °C) te promjene u skladu s klimatskim studijama Vlade Republike Hrvatske (Ministarstvo okoliša, 2006), gdje se predviđeni

porast temperature zraka u RH, kao i za područje Europe, kreće se od 0,1 do 0,4 °C po desetljeću, odnosno godišnje od 0,01 do 0,04 °C. Simulacijski scenariji 1–6 planirani su kako slijedi:

Scenarij 1: nepromijenjene vrijednosti temperature zraka.

Scenarij 2: prosječni porast temperature zraka od 0,01 °C godišnje. Prosječna TZ u simuliranom razdoblju se povećala s 16,02 °C na 16,15 °C.

Scenarij 3: prosječni porast temperature zraka od 0,04 °C godišnje. Prosječna TZ u simuliranom razdoblju se povećala s 16,02 °C na 16,54 °C.

Scenarij 4: prosječni porast temperature zraka od 0,06 °C godišnje. Prosječna TZ u simuliranom razdoblju se povećala s 16,02 °C na 16,80 °C.

Scenarij 5: prosječni porast temperature zraka od 0,13 °C godišnje. Prosječna TZ u simuliranom razdoblju se povećala s 16,02 °C na 17,71 °C.

Scenarij 6: pad temperature zraka od 1 °C tijekom simulacijskog razdoblja. Prosječna TZ u simuliranom razdoblju se smanjila s 16,02 °C na 15,02 °C.

Rezultati prethodno navedenih scenarija, u smislu prosječnog vremena pojave pojedine fenofaze prikazani su u tablici 8.

Iz podataka u tablici 8. može se zaključiti da prema scenariju 1 i 2 nema promjena u prosječnom vremenu nastupa fenofaza te da je porast temperature zraka doveo, u scenarijima 3, 4 i 5, do prosječno ranijeg pojavljivanja fenofaze F_1 i kasnijeg pojavljivanja fenofaza F_4 i F_0 . Planirani porast temperature zraka nije utjecao na prosječno vrijeme pojavljivanja fenofaza F_3 i F_5 . Pad temperature zraka (scenarij 6) utjecao je na kasnije prosječno pojavljivanje fenofaze F_2 i ranije pojavljivanje fenofaza F_4 i F_0 . Stoga se može zaključiti da promjene temperature zraka uključene u scenarije 2 do 6 utječu različito na pojedine fenofaze, s tim da su fenofaze F_3 i F_5 , u prosjeku manje osjetljive na utjecaj temperature zraka. Fenofaza F_1 je najosjetljivija na porast temperature zraka, a zatim i fenofaze F_4 i F_0 . Na pad temperature zraka su osjetljive fenofaze F_2 , F_4 i F_0 .

Stanje fenofaza na početku svake godine (prvog siječnja) simuliranog razdoblja u slučaju scenarija 1–6 prikazano je u tablici 9. Iz podataka je vidljivo da i minimalno povećanje temperature zraka od 0,01 °C godišnje dovodi do promjena u dinamici fenofaza, jer je u usporedbi 1 i 2 scenarija prisutna razlika u 2007 godini, odnosno zadržavanje stabala u fenofazi F_5 . Usporedbom rezultata dobivenih prema prvom scenariju s rezultatima 3, 4 i 5 scenarija vidljivo je da daljnje povećanje temperature zraka još više utječe na kasniji prijelaz stabala u fazu mirovanja. U slučaju pada temperature zraka stabla brže prelaze u fazu mirovanja, što proizlazi iz usporedbe rezultata 1 i 6 scenarija. U tablici 10 dana su vremena pojave fenofaza u zadnjoj godini simulacijskog razdoblja za scenarije 1 do 6. Prema podacima u tablici može se zaključiti da porast temperature zraka uključen u scenarije 2, 3 i 4 utječe u manjoj mjeri na dinamiku fenofaza na kraju simulacijskog razdoblja. Ekstremniji porast tempera-

Tablica 10. Vrijeme nastupa fenofaza u zadnjoj 2018. godini za scenarije 1–6

Table 10 Time of occurrence of phenophases in the last year 2018 for scenarios 1–6

	Scenarij / Scenario					
	1	2	3	4	5	6
F1	8.4.	8.4.	8.4.	8.4.	1.4.	15.4.
F2	29.4.	22.4.	22.4.	22.4.	15.4.	29.4.
F3	10.10.	17.10.	17.10.	17.10.	24.10.	10.10.
F4	24.10.	24.10.	24.10.	24.10.	1.11.	24.10.
F5	8.11.	8.11.	8.11.	8.11.	29.11.	8.11.
F0	29.11.	29.11.	29.11.	29.11.	20.12.	29.11.

ture zraka prema scenariju 5 bitno utječe na sustav i ima za posljedicu vremenski pomak u pojavljivanju svih fenofaza. Pad temperature zraka od 1 °C na kraju 13-godišnjeg razdoblja utjecao je na kasnije pojavljivanje fenofaze F_1 , ali nije utjecao na ostale fenofaze u zadnjoj godini simulacijskog razdoblja.

Zaključci Conclusions

U ovom slučaju prikazana metodologija omogućila je razvoj modela sustava lisnih fenofaza na temelju sustavske analize i sustavske dinamike. S razvijenim modelom provedeno je istraživanje utjecaja temperature zraka na lisne fenofaze kroz scenarije od 1 do 6. Rezultati tih istraživanja pokazali su da su na oscilacije temperature zraka, u prosjeku, najosjetljivije fenofaze F_1 (početak listanja), F_4 (lišće je potpuno požutilo) i F_0 (lišće je potpuno otpalo) i to ponajprije fenofaza F_1 , koja prva reagira na promjenu. Može se zaključiti da su biljke najosjetljivije na utjecaj temperature zraka na početku vegetacijskog ciklusa, što je u skladu s rezultatima dosadašnjih istraživanja (Ahaas i sur, 2002). Zanimljivo je i da su fenofaze F_3 i F_5 pokazale najmanju osjetljivost na promjene temperature, u smislu prosječnog vremena pojavljivanja. Takav rezultat simulacijskih eksperimenata ukazuje da su te fenofaze značajnije utjecane od strane nekog drugog čimbenika, čiji utjecaj nije ugrađen u model, kao što je na primjer vjetar koji bitno utječe na proces opadanja lišća.

Primjena modela fenofaza je višestruka. Osim praćenja utjecaja temperaturnih promjena na vegetacijski ciklus, on može poslužiti i za praćenje različitih drugih utjecaja na promatrani sustav, kao što su pojave različitih biljnih štetnika, čije djelovanje dovodi do promjena na lišću (golobrst) ili za proučavanje utjecaja proljetnog mraza na otpadanje lišća i pojavu sekundarnog listanja. Osnovne postavke modela su prenosive na druge plohe na kojima se vrše fenološka

motrenja, na kojima su takve pojave prisutne i registrirane, stoga bi model svakako trebalo iskoristiti i u analizi i prognozi zdravstvenog stanja šume.

Na kraju je važno naglasiti da se cjelokupni rad bazira na interdisciplinarnom znanstvenom pristupu. Sinteza matematičkih, statističkih, informatičkih i bioloških metoda rezultirala je novom znanstvenom interdisciplinarnom metodikom koju je moguće primijeniti na parametrizaciju i formalizaciju kompleksnih prirodnih sustava.

Literatura References

- Ahas R., A. Aasa, A. Menzel, V.G. Fedotova and H. Scheffinger. 2002: Changes in European spring phenology, *International Journal of Climatology*, No 22: 1727–1738.
- Ahas R., J. Jaagus, A. Aasa, 2000: The phenological calendar of Estonia and its correlation with mean air temperature, *International Journal of Biometeorology*, 44(4): 159–166.
- Broadmeadow M.S.J., D. Ray and C.J.A. Samuel, 2005: Climate change and the future for broadleaved tree species in Britain, *Forestry*, Vol 78, No.2:145–161., Oxford
- Chmielewski F.-M., T. Rötzer, 2001: Response of tree phenology to climate change across Europe, *Agricultural and Forest Meteorology*, 108: 101–112.
- Chmielewski F.-M., T. Rötzer, 2002: Annual and spatial variability of the beginning of growing season in Europe in relation to air temperature changes, *Climate Research* 19: 257–264.
- Jaagus J., R. Ahas, 2000: Space-time variations of climatic seasons and their correlation with the phenological development of nature in Estonia, *Climate Research* 15(3): 207–219.
- Lončar Lj., M. Hell, V. Dušak, 2006: A System Dynamics Model Of Forest Management, U: *Proceedings of the 28th International Conference on Information Tehnology, ITI 2006.*, Cavtat/Dubrovnik.
- Lucas N.S., P.J. Curran, 1999: Forest ecosystem simulation modelling, The role of remote sensing, *Progress in Physical Geography*, 23: 391.
- Menzel A., 2000: Trends in phenological phases in Europe between 1951 and 1996., *International Journal of Biometeorology*, 44(2): 76–81.
- Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog planiranja i graditeljstva, 2006: Nacional report of Republic Croatia according to the UN Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), Zagreb
- Tikvić, I., Z. Seletković, D. Ugarković, 2006: Odnos razvoja fenoforni hrasta lužnjaka i mikroklima šumskog tla, *Glasnik za šumske pokuse*, pos. izd 5, 91–104., Jastrebarsko
- Scheffinger, H., A. Menzel, E. Koch, C. Peter and R. Ahas. 2002: Atmospheric mechanisms governing the spatial and temporal variability of phenological phases in central Europe, *International Journal of Climatology*, 22: 1739–1755.
- Seila, A.F., V. Čerić, P. Tadikamalla, 2003: *Applied Simulation Modeling*, Thomson Books Cole, USA
- Šestan, Lj., 2010: Konceptualni model nelinearnih dinamičkih eko-sustava, *Disertacija, Fakulteta organizacije i informatike, Varaždin*
- Lj. Šestan, J. Čavlović, 2007: Razvoj simulacijskog modela regularne šume, *Radovi – Šumarski institut Jastrebarsko* 42 (1): 19–33.
- Šestan, Lj., V. Dušak, 2011: A system dynamics approach to the modelling of the complex natural systems, *25th European Conference on Modelling and Simulation, European Council for Modelling and Simulation*, 115., Krakow, Poland

Summary

The impact of climate change has been observed in case of occurrence and duration of seasons which in deciduous forest manifest through changing of the leaves. Monitoring changes in the development of leaves was carried out through phenological observations, where specific change corresponds to a particular phenophase. In researching this issue, despite numerous studies, phenophases have not been studied as a system, but individually and then compared (e.g. Ahas et al., 2002; Menzel, 2000). Most previous studies of this issue were related to classical statistical methods, such as descriptive statistics, linear regression, correlation, multiple regression (e.g. Ahas et al., 2002; Chmielewski and Rötzer, 2001; Menzel, 2000). The most commonly used method, the method of linear regression, assumes a linear relationship between phenomena. However, as relations between elements of complex natural system are not always linear, the application of the linear regression method is not sufficient for the development of a model of the entire process, without losing specific components and including the environmental influence (Šestan 2010). Therefore, in this study, to model and study the effect of air temperature on the system of phenophases, the system-dynamic principle was applied.

The research of the impact of the most important climatic factor – air temperature, on the phenophases, was conducted on experimental plot in the pubescent oak forest (*Quercus pubescens*) on the island of Pag (Adriatic Sea). Systematic phenological observations were carried out there during period 1993–2005. Six phenophases marked as F0, F1...F5, were distinguished:

1. Dormant vegetation, all the leaves have fallen (F0),
2. Leaves begin to develop (F1),
3. Leaves are fully developed (F2),
4. Leaves begin to change colour (F3),
5. Leaves have completely changed colour (F4),
6. The leaves begin to fall (F5).

The relevant indicators of the dynamics of phenophases were obtained by collecting and organizing data through phenological observations: average time of appearance in the annual cycle, the average duration of the annual cycle and the frequency of certain phenophases (table 1). Based on systematic observations of phenological data, the frequency of crossing between phenophases was determined as the neighbouring phenophases state differences (table 2). Data on the dynamics of air temperature were obtained from the State Meteorological and Hydrological Institute. The process of determining the characteristic distribution was carried out for the weekly mean air temperature for all phenophases when they are present, or when the state of phenophase is greater than 0 (table 5).

Gathered and processed data have allowed the building of the simulation model of the system of phenophases. Simulation model was based on system-dynamic approach (figure 1). In order to determine whether the model represents the real system satisfactorily, the process of model validation was carried out (table 6 and table 7).

The research of the influence of air temperature on leaf phenophases was conducted with the developed model, through different scenarios from 1 to 6. The results of the simulated scenarios (table 8, 9 and 10) confirmed the crucial influence of temperature on the leaves phenophases. The results of these studies have shown that on average, phenophases F1, F4 and F0, are the most sensitive on the fluctuations in air temperature, but above all F1 as first that reacts to change. However, they also showed that all phenophases are not equally responsive to temperature changes. It is interesting that phenophases F3 and F5 showed the least sensitivity to temperature changes, in terms of average time of occurrence. Such result of the simulation experiments indicates that those phenophases are significantly influenced by other factors.

KEY WORDS: phenology, phenophases, climate changes, modelling, simulation, system-dynamic approach, pubescent oak



HRVATSKA KOMORA
INŽENJERA ŠUMARSTVA
I DRVNE TEHNOLOGIJE

Prilaz Gjura Deželića 63, 10000 Zagreb

Telefon: ++385(1)376-5501

Telefax: ++385(1)376-5504

www.hkisdt.hr; info@hkisdt.hr

- vođenje imenika ovlaštenih inženjera šumarstva i drvne tehnologije
 - provođenje stručnih ispita
- izdavanje, obnavljanje, oduzimanje licenci za izvođenje radova iz područja šumarstva, lovstva i drvne industrije
 - stručno usavršavanje članova Komore

IMPLICATIONS FOR THE USE OF FOREST REPRODUCTIVE MATERIAL OF COMMON ASH (*FRAXINUS EXCELSIOR* L.) IN SLOVENIA BASED ON THE ANALYSIS OF NUCLEAR MICROSATELLITES

PRIJEDLOZI ZA UPOTREBU ŠUMSKOG REPRODUKCIJSKOG MATERIJALA OBIČNOG JASENA (*FRAXINUS EXCELSIOR* L.) U SLOVENIJI NA BAZI ANALIZE JEZGRINIH MIKROSATELITA

Marjana Westergren¹, Kristjan Jarni², Robert Brus³, Hojka Kraigher⁴

Summary

Assumption that forest reproductive material is better adapted to local conditions is the basis of current forest policy that promotes the use of local material. Genetic diversity and structure of two approved seed stands and three non-approved stands of *Fraxinus excelsior* L. were analysed with nuclear microsatellites to get genetically based support for the use of its reproductive material in Slovenia. Genetic diversity was high ($H_E = 0.80$) and differentiation between populations measured as F_{ST} ($F_{ST} = 0.018$) low to nonexistent when measured with genetic distances. Calculated allelic indices for seed stands were the same or a bit above the Slovenian average with two exceptions. Based on the analysis of five microsatellite loci, no restrictions for transferring forest reproductive material within the studied range can be presented. However, collection of forest reproductive material from seed stand Rodik should follow good seed collection practices to ensure high genetic diversity of reproductive material.

KEY WORDS: *Fraxinus excelsior*, common ash, Slovenia, microsatellites, genetic diversity, genetic structure, forest reproductive material

Introduction

Uvod

Common ash (*Fraxinus excelsior* L.) is the most widespread and commercially important of the three ash species in Slovenia. It grows from lowlands to the forest border,

even though it is rarely observed at elevations above 1 000 m (Brus 2008). It is a highly outcrossing wind pollinated species with complex polygamous breeding system. Trees with male, female and hermaphroditic flowers are observed (FRAXIGEN 2005). Although self-fertilisation in common

¹ Dr Marjana Westergren, Slovenian Forestry Institute, Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenia, marjana.pucko@gozdis.si

² Mag Kristjan Jarni, Department of Forestry and Renewable Forest Resources, Biotechnical faculty, University of Ljubljana, Večna pot 83, SI-1000 Ljubljana, Slovenia, kristjan.jarni@bf.uni-lj.si

³ Doc dr Robert Brus, Department of Forestry and Renewable Forest Resources, Biotechnical faculty, University of Ljubljana, Večna pot 83, SI-1000 Ljubljana, Slovenia, robert.brus@bf.uni-lj.si

⁴ Prof dr Hojka Kraigher, Slovenian Forestry Institute, Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenia, hojka.kraigher@gozdis.si

ash is possible, selfed seeds, which have lower genetic variability, may not survive because of inbreeding depression. Levels of selfing and seed set are similar in female and hermaphrodite trees. It is therefore unlikely that seed collection from hermaphrodite trees would result in the use of selfed seed or reduced levels of genetic diversity (FRAXIGEN 2005). Dispersal of pollen and succeeding siring of seed strongly depend on the density of the stand, the proportion of trees flowering and the landscape. Majority of common ash pollen travels over short distances, approximately 45 m (70 m in non-mast years) (FRAXIGEN 2005) to approximately 330 m between isolated patches of common ash in the barren landscape of Scotland (Bacles et al. 2005), although a proportion of pollen travels over substantial distances (Bacles and Ennos 2008). Mast years do not occur regularly and abundant flowering does not necessarily mean an abundant seed crop, especially if the weather is unsuitable for wind pollination or late frosts destroy the flowers (FRAXIGEN 2005). The fully developed seeds start to disperse by wind in the autumn. Seed dormancy usually lasts for two to six winters. Stored seed requires combined warm-cold stratification to germinate (Pliūra and Heuertz 2003).

Common ash usually regenerates naturally, but when and where natural regeneration fails, it is exceedingly important to use site adapted reproductive material of high genetic diversity to preserve natural genetic variability of the species, ensure its future adaptability and reduce the costs of artificial regeneration through successful seedling establishment, especially under changed environmental and disease conditions (Rajora and Mosseler 2001, Koskela et al. 2007). Local genotypes are assumed to be better adapted to local conditions due to natural selection, although initial results of reciprocal transplant experiments in Britain show no evidence of home site advantage for British provenances of common ash, while common ash from continental Europe is poorly adapted to British climate (Boshier and Stewart 2005). In order to ensure site adaptability, which in common and narrow-leaved ash seems to stretch over large distances (Boshier and Stewart 2005, Bogdan et al. 2007), the whole territory of Slovenia represents one provenance region delineated into four altitudinal belts for common ash (Kutnar et al. 2002). Transfers of ash reproductive material between altitudinal belts should be avoided, except in strictly defined cases (Rules on the designation... 2003). Reductions in genetic diversity (i.e. variation within populations / species that is attributable to differences in units of hereditary information) can predispose populations / species / forests to environment-related decline in health, productivity and its ability to reproduce (Rajora and Mosseler 2001, Hubert and Cottrell 2007, Hosius et al. 2006). Here common as well as low frequency and rare alleles are important because the first represent current genetic potential of the populations and the latter two latent genetic potential

(Rajora and Mosseler 2001, Hattermer 1995). Forestry practices such as silvicultural system, regeneration method, thinning as well as seed harvesting and processing can greatly affect genetic diversity within the stand. Collection of seed from a small number of trees spaced closely together, where the bulk of seed was collected from only a part of all selected trees can substantially reduce genetic diversity of the seed lot, which can be further reduced during careless seed processing and culling of young plants in the nursery (Hosius et al. 2006, Schmidt 2000).

When talking about genetic diversity, sample size is very important. Mean square error estimates of resampled data from a common ash stand in France indicated that more than 300 individuals are necessary for accurate measures of allelic richness (number of alleles, number of effective alleles) while estimation of expected heterozygosity (gene diversity) requires smaller samples (< 30). Intermediate sample sizes are needed for accurate estimation of the inbreeding coefficient (Miyamoto et al. 2008).

We have used nuclear microsatellites to investigate patterns of neutral genetic diversity and population genetic structure of common ash in five populations from Slovenia. In particular we were interested in the following questions: (1) Are the two analysed approved seed stands better suited for collection of forest reproductive material from a genetic perspective than non-approved stands? (2) Is the existing one provenance region for the whole country sufficient for common ash? We are however not addressing the question connected with climate change, in which the principle 'local is best' based on assumption that natural selection has optimised populations to their local environment, endorsed by the Helsinki guidelines (MCPFE 1993), European (1999/105/EC) and Slovenian (Rules on the designation... 2003) legislation, is questioned with respect to the oncoming climate change.

Materials and Methods

Materijal i metode

Plant material, DNA isolation and microsatellite analysis – Biljni materijal, izolacija DNA i analiza mikrosatelita

Twigs of 148 *Fraxinus excelsior* trees from five populations were sampled (Table 1). Genomic DNA was extracted from approximately 15 × 2 mm large strip of cambium using 2 % CTAB extraction buffer as described by Doyle and Doyle (1990). Microsatellite analysis was performed with five primer pairs (FEMSATEL4, FEMSATEL11, FEMSATEL16, FEMSATEL19, M2-30) developed by Lefort et al. (1999) and Brachet et al. (1999). PCR reactions were performed in a GeneAmp® 9700 thermocycler in a reaction mix containing 2 mM MgCl₂, 0.2 U *Taq* polymerase, 1× PCR buffer, 0.4 mM

Table 1: Overview of the sampled populations of *Fraxinus excelsior***Tablica 1:** Pregled uzorkovanih populacija običnog jasena

Population Populacija	Longitude E Zemljopisna dužina V	Latitude N Zemljopisna širina S	Elevation [m] Nadmorska visina [m]	No. of trees sampled Broj analiziranih stabala	Origin Izvor
Dolsko	14°40'34"	46°5'12"	260	28	autochthonous
Grofija	14°13'21"	46°20'24"	450	30	autochthonous
Razpotje	14°54'53"	46°8'45"	320	30	autochthonous
Rodik	13°59'3"	45°37'35"	550	30	non-autochthonous ¹
Soteska	14°2'13"	46°17'57"	485	30	autochthonous

¹ Population Rodik was planted from seedlings raised in local nurseries. However, no record on the origin of the seed used in the nurseries exists.

of each primer, 0.2 mm of each dNTP and 1 µl of genomic DNA directly from extraction in a total reaction volume of 10 µl. Amplification conditions, with the exception of the annealing temperature for primer pair M2-30, which was 57 °C, were as described by Heuertz et al. (2001). PCR products were multiplexed together with 0.4 µl of internal size standard GS-400 HD ROX and 12 µl of deionised formamide. Positive and negative controls were used to verify the accuracy of the reactions, amplification conditions and fragment analysis. Fragment analysis was performed in ABI-PRISM 310. Sizing and genotyping were carried out using accompanying software GeneMapper.

Data analysis – Analiza podataka

The number of alleles per locus A , number of alleles with frequency equal to or higher than 0.05 $A_{\geq 0.05}$, number of effective alleles A_E , number of private alleles A_{PRIV} , proportion of observed heterozygotes H_O were calculated using GenALEX 6 (Peakall and Smouse 2006) and gene diversity H_E as well as total gene diversity H_T with FSTAT (Goudet 1995). Wright's inbreeding coefficient F_{IS} , F_{ST} (relative differentiation based on allele identity) and R_{ST} (relative differentiation based on allele size) and their statistical significance were calculated using SpaGeDi (Hardy and Vekemans 2002). For testing statistical significance, 20000 permutations were used. Contribution of stepwise mutations on genetic structure, that is, whether parameter R_{ST} is better suited for the analysis of the given dataset that F_{ST} , was tested with the same programme (20000 permutations). Additionally, distance based clustering methods were used in an attempt to detect genetic structure between populations. Neighbour-joining and UPGMA trees were constructed, based on Cavalli-Sforza and Edwards chord distance D_C (1967, cit. after Takezaki and Nei 1996) and Nei's standard genetic distance D_S (Nei 1972). The chord distance D_C is thought to be best for the construction of tree topology, while D_S and Goldstein's $(\delta\mu)^2$ (Goldstein et al. 1995) are better for the estimation of branch lengths (Takezaki and Nei 1996). Goldstein's distance $(\delta\mu)^2$, designed specifically for microsatellites, was not used, because no contribution of stepwise mutations

was observed for our dataset (see results). Programme Populations 1.2.30 (Langella 1999) was used for the calculation of genetic distances and tree construction. The bootstrap value was set to 10000.

Isolation by distance, i.e. positive relationship between geographical and genetic distances, between sampled populations was estimated using the Mantel test implemented in Genepop 4.0 (Rousset 2008). We performed 20000 random permutations between the matrix of pair-wise genetic differences between populations calculated as $F_{ST} / (1 - F_{ST})$ and the matrix of the natural logarithm of geographic distance. Under isolation by distance, the values of pair-wise $F_{ST} / (1 - F_{ST})$ ratios are expected to increase linearly with the logarithm of distance in a two-dimensional model (Rousset 1997).

Sequential Bonferroni corrections according to Rice (1989) for testing multiple comparisons were applied where appropriate to reduce the total type I error to 0.05, 0.01 and 0.001.

Data was managed and input files in different formats prepared with MolekBase (<http://www.gozdis.si/index.php?id=151>).

Results

Rezultati

Genetic diversity – Genetski diverzitet

All five microsatellite loci scored were highly polymorphic, displaying a high number of alleles (from 13 to 42 per locus). Total gene diversities ranged between 0.459 on locus FEMSATL16 to 0.960 on locus M2-30 (Table 2).

High levels of genetic diversity were observed in the analysed populations (Figure 1) with mean number of alleles per population and locus between 12.8 (Razpotje) and 15.6 (Soteska). Totally 38 private alleles, i.e. alleles only present in one population, were found in the dataset, ranging from four in population Razpotje to 12 in population Rodik and from 6 on locus M2-30 to 9 on loci FEMSATL4 and 11. No

Table 2: Allelic diversity of microsatellite loci scored in *Fraxinus excelsior*. N , number of alleles; H_T , total gene diversity; F_{IS} , Wright's inbreeding coefficient. * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; *** $P < 0.001$; all other values were not statistically significant.

Tablica 2: Diverzitet alela za mikrosatelitne lokuse običnog jasena. N , broj alela; H_T , ukupni genetski diverzitet; F_{IS} , Wrightov koeficijent inbridinga. * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; *** $P < 0.001$; ostale vrijednosti nisu statistički signifikantne.

Locus / Lokus	N	HT	FIS	FST	RST
FEMSATL4	29	0.842	0.033	0.006	-0.012
FEMSATL11	24	0.878	0.029	0.031***	0.014
FEMSATL16	13	0.459	0.438***	0.008	0.027
FEMSATL19	22	0.903	0.045	0.017***	-0.003
M2-30	42	0.960	0.119***	0.021***	-0.016
Multilocus		0.809	0.102	0.018***	-0.007

locally common alleles, i.e. alleles with frequency equal to or higher than 0.05, were found in one population only. Locally common alleles that were shared among at least two populations, were observed in all five populations.

Analysed allele indices for seed stands were slightly above the Slovenian average (mean values based on all five analysed populations), except for the number of private alleles in seed stand Grofija and the observed number of alleles in seed stand Rodik.

Mean observed heterozygosity ($H_O = 0.72$) was lower than the expected heterozygosity ($H_E = 0.80$), causing a significant positive mean inbreeding coefficient ($F_{IS} = 0.102$, $P = 0.000$). Overall inbreeding coefficient decreased to 0.058 after omitting locus FEMSATL16 from the analysis, which showed substantial deficiency of heterozygotes (results not shown), but remained significantly different from zero ($P = 0.000$).

Genetic structure – Genetska struktura

Differentiation between common ash populations based on allele size ($R_{ST} = -0.007$) was not significantly higher than differentiation based on allele identity ($F_{ST} = 0.018$; $P = 0.993$). The null hypothesis that stepwise mutations do not contribute to genetic differentiation could not be rejected even for individual loci. Therefore only information based on allele identity (F_{ST}) was considered further.

Population Razpotje was significantly different from all other populations based on pair-wise F_{ST} values, which were between 0.023 and 0.040. Except from additional differentiation between populations Grofija and Soteska, other pairs of populations did not differ among each other (Table 3).

In contrast to pair-wise F_{ST} values, which take into account two populations at a time, distance based methods use all the data simultaneously. The latter failed to detect differentiation between populations. Bootstrap values were low, never exceeding 50 %, and branch lengths short (Figure 2).

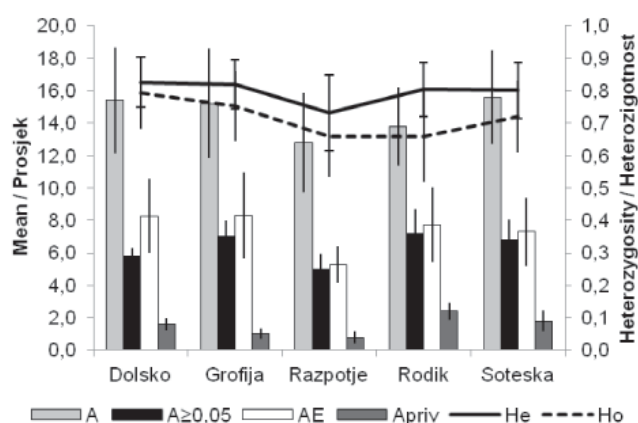


Figure 1: Mean values of allele indices for *Fraxinus excelsior* at five microsatellite loci. A , number of alleles per locus; $A_{\ge 0.05}$, number of alleles with frequency equal to or higher than 0.05; A_E , number of effective alleles; A_{PRIV} , number of private alleles; H_O , proportion of observed heterozygosity; H_E , gene diversity

Slika 1: Prosječne vrijednosti alelnih indeksa za obični jase na bazi analize pet mikrosatelitnih lokusa. A , broj alela po lokusu; $A_{\ge 0.05}$, broj alela s frekvencijom jednakom ili višom od 0.05; A_E , broj efektivnih alela; A_{PRIV} , broj privatnih alela; H_O , zapažena heterozigotnost; H_E , očekivana heterozigotnost

Table 3: Matrix of pair-wise F_{ST} values between five common ash populations based on the analysis of five loci. * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; *** $P < 0.001$; all other values are not statistically significant.

Tablica 3: Matrica parnih vrijednosti F_{ST} između pet populacija običnog jasena izračunata na bazi analize pet lokusa. * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; *** $P < 0.001$; ostale vrijednosti nisu statistički signifikantne

F_{ST}	Dolsko	Grofija	Razpotje	Rodik	Soteska
Dolsko		0.006	0.023***	0.005	0.005
Grofija			0.032***	0.007	0.013*
Razpotje				0.034***	0.040***
Rodik					0.010

Differentiation between populations measured as $F_{ST} / (1 - F_{ST})$ did not increase significantly with the natural logarithm of geographical distance between common ash populations ($P = 0.330$). Therefore no isolation by distance among the analysed populations can be reported.

Discussion Rasprava

the overall pattern of genetic diversity observed at microsatellite loci of common ash was comparable to that seen in other common ash studies in Europe. Mean genetic diversity in the five studied populations was high ($H_E = 0.80$) and comparable to that obtained in other common ash studies where H_E ranged between 0.73 and 0.82 (Ballian et al. 2008, Ferrazzini et al. 2007, Heuertz et al. 2004, Heuertz et al. 2003, Heuertz et al. 2001, Sutherland et al. 2010). On the other hand, differentiation between populations was low. Null alleles did not substantially affect the estimation of

population differentiation as the difference between F_{ST} and F_{ST} corrected for null alleles was by one order of magnitude lower than both of the calculated indices (data not shown). Differentiation between populations measured as F_{ST} ($F_{ST} = 0.018$, $P = 0.000$), was so far the lowest in Europe. It was lower than the one obtained for populations of common ash in Bosnia (0.023; Ballian et al. 2008), Britain (0.025; Sutherland et al. 2010), western and central Europe (0.027; Heuertz et al. 2004), Italy (0.049; Ferrazzini et al. 2007), Bulgaria (0.087; Heuertz et al. 2001) and at the European level (0.076; Heuertz et al. 2004). Though statistically significant, the differentiation between populations measured as F_{ST} might not be biologically significant, because variation of adaptive loci is not necessarily correlated to highly variable loci such as microsatellites used here (Hedrick 1999). Even after omitting population Rodik of non-autochthonous origin from the dataset, the F_{ST} value remained the same, showing that population Rodik comes from the same gene pool as the other analysed populations. Construction of neighbor-joining and UPGMA trees also failed to detect structure among populations as well as no positive relationship between geographical and genetic distances was observed. Lack of differentiation between populations is most likely explained by the fact that common ash is a wind pollinated tree species, where pollen and seed can travel over substantial distances (Bacles et al. 2005, Bacles et al. 2006, Bacles and Ennos 2008), the largest between any of the studied population pairs being 92 km.

The level of inbreeding is an important indicator for the quality of a seed stand since heterozygotes are thought to be more resilient to environmental stress (Namkoong 1998, Farris and Mitton 1984). Therefore homozygosity should

be taken into consideration when selecting seed stands to ensure seed quality, long-term survival of seedlings/trees and their adaptability. In the case of seed stand Rodik, which is of non-autochthonous origin, the positive inbreeding coefficient ($F_{IS} = 0.182$, $P = 0.000$), indicating excess of homozygotes, was high and statistically significantly different from zero and remained so also after the exclusion of locus FEMSATL16 ($F_{IS} = 0.106$, $P = 0.001$). In the same stand, number of alleles and observed heterozygosity were lower than the average over all five stands, while gene diversity and number of effective alleles were little above the average. The results, especially high inbreeding coefficient, could be explained with the artificial establishment of the stand with reproductive material that had possibly a narrower genetic base in comparison to natural regeneration. The observed inbreeding coefficient in this population was nevertheless lower than the one found in common ash populations from France (Morand et al. 2002) and Italy (Ferrazzini et al. 2007). According to Miyamoto et al. (2008), results based on the sample size of 30 individual ash trees are biased for estimation of the number of alleles and number of effective alleles, but in our case the first index was under and the latter above the Slovenian average. For collection of forest reproductive material from seed stand Rodik good seed collection practice is therefore advised to evade establishment of new forests with restricted genetic diversity and poor adaptive potential. Collection of approximately equal amounts of seed from as many as possible, within the stand equally spaced trees, is essential to maximise genetic diversity of the reproductive material. Number of alleles, effective alleles, observed and expected heterozygosity in seed stand Grofija were higher than the Slovenian

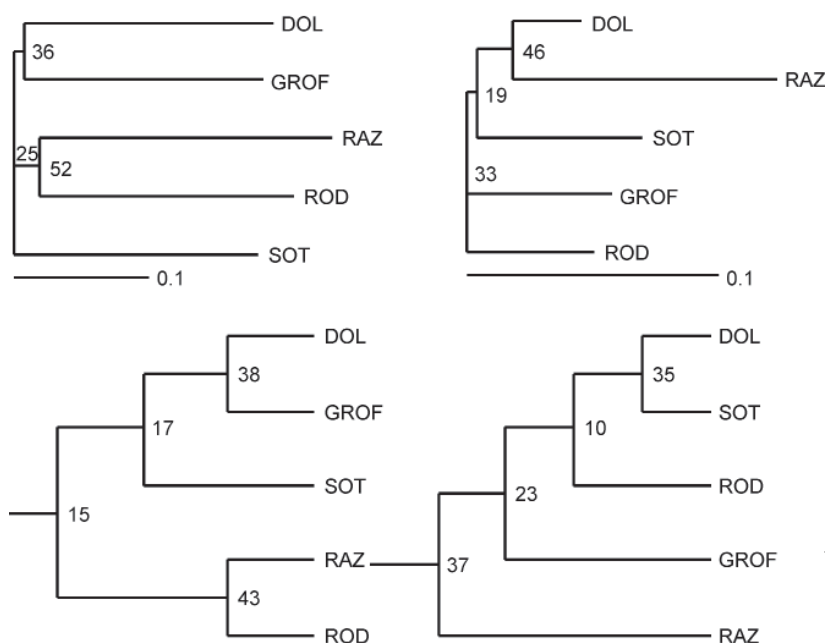


Figure 2: Neighbour-joining (top) and UPGMA (bottom) trees based on D_c (left) and D_s (right) genetic distances
Slika 2: Metoda sparivanje susjeda (gore) i UPGMA (dole) stabla na bazi genetskih udaljenosti D_c (lijevo) i D_s (desno)

average and low inbreeding coefficient was not statistically significantly different from zero. By all analysed indices, seed stand Grofija is suitable for collection of forest reproductive material.

Population Razpotje is not an appropriate candidate for a seed stand because all indices used to describe genetic diversity were under the Slovenian average. Lower genetic diversity of this population is probably the reason for statistically significant differentiation from other populations (Table 3), although the same differentiation was not observed with genetic distances. Most likely explanation for the observed properties is the placement of the stand, which was located alongside a water stream and was longer than wider compared to other populations with more or less equal width and length of the stand.

According to the analysis of five microsatellite loci, the seed stand of non-autochthonous origin Rodik (which was presumably planted with seedlings from the neighbouring stands), does not differ from other analysed stands (except from the stand Razpotje based on the pair-wise F_{ST} values). Its origin is therefore most likely within the same gene pool as the remaining four populations or at least within the studied range of common ash, as was assumed at the time of its approval (The Slovenian national... 2010). Whether the gene pool is limited to the studied range remains open. One way of verifying the borders of the gene pool is to compare alleles from our study to the ones in the existing studies in at least northern Italy and Bosnia with the help of positive controls used during laboratory procedures, sizing and genotyping. If no adaptive differences are discovered, transfer of forest reproductive material within the same gene pool is possible, even if it extends beyond Slovenian borders. Also, mixing of seed lots from different approved seed stands, or from the same seed stand, produced in different ripening years, might be considered for improving of genetic diversity; however, caution would be needed to avoid including hybrids or seeds from related species, or seeds with reduced genetic diversity (Valadon 2009). All mixing is subjected to an official control of the share of original seed lots.

Based on the results of this study, analysed populations are genetically similar, at least when neutral variation is considered. No obstacle to liberal transfer of forest reproductive material in western and central Slovenia is therefore present. It must be however noted that in the present study no adaptive traits were analysed. Additionally, individuals with intermediate signs between common and narrow-leaved ash were observed in ash stands in the Sub-Pannonian region (Jarni 2009, Westergren 2010). These were not included in the here presented genetic analysis. In the light of possible hybrids in this region, it is strongly advised to consider each case individually, before taking the decision of

transferring common ash forest reproductive material between Sub-Pannonian and other Slovenian provenance or ecological regions. Apart from potential hybrids, selection of site appropriate provenances is necessary also because common ash from riparian forests is more tolerant to waterlogging than common ash from mountainous environment, indicating genetic adaptation to a reduction of oxygen in common ash from riparian forests (Jaeger et al. 2009). The same study also showed that net assimilation of narrow-leaved ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl), a species with higher flooding tolerance than common ash, remained unaffected during waterlogging, while slight reduction was observed for riparian provenance and a strong one for mountainous provenance.

Conclusion

Zaključak

Overall pattern of nuclear genetic diversity of the studied populations of common ash in Slovenia gives a picture of high diversity belonging to a single gene pool. Based on the analysis of five microsatellite loci, no restrictions for transferring forest reproductive material within the studied range (western, south-western and central Slovenia) can be put forward. However, forest reproductive material from seed stand Rodik should be collected in a way that ensures its wide genetic base.

Acknowledgements

Zahvalnica

The project was financed through research programme P4-0107, a young researchers' project (MW) and research projects L4-9647, L4-4450, V4-0372, V4-0353 and V4-1140 by the Slovenian Research Agency and co-financed by the Ministry for Agriculture, Forestry and Food.

References

Literatura

- 1999/105/EC. Council Directive 1999/105/EC of 22 December 1999 on the marketing of forest reproductive material, Official Journal of the European Communities No. L 11, 17–40.
- Bacles, C. F., J. Burczyk, A. J. Lowe, R. A. Ennos, 2005: Historical and contemporary mating patterns in remnant populations of the forest tree *Fraxinus excelsior* L., *Evolution*, 59: 979–990.
- Bacles, C. F. E., R. A. Ennos, 2008: Paternity analysis of pollen-mediated gene flow for *Fraxinus excelsior* L. in a chronically fragmented landscape, *Heredity*, 101: 368–380.
- Bacles, C. F. E., A. J. Lowe, R. A. Ennos, 2006: Effective Seed Dispersal Across a Fragmented Landscape, *Science*, 311: 628.
- Ballian, D., I. Monteleone, D. Ferrazzini, D. Kajba, P. Belletti, 2008: Genetic Characterization of Common ash (*Fraxinus excelsior* L.) populations in Bosnia and Herzegovina, *Period Biol*, 110: 323–328.

- Bogdan, S., D. Kajba, J. Franjić, M. Idžojić, Ž. Škvorc, I. Katičić, 2007: Genetic variation in quantitative traits within and among Croatian narrow-leaved ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl) populations assessed in an open-pollinated progeny test, *Period Biol*, 109: 1–11.
- Boshier, D., J. Stewart, 2005: How local is local? Identifying the scale of adaptive variation in ash (*Fraxinus excelsior* L.): results from the nursery, *Forestry*, 78: 135–143.
- Brachet, S., M. F. Jubier, M. Richard, B. Jung-Miller, N. Frascaria-Lacoste, 1999: Rapid identification of microsatellite loci using 5' anchored PCR in the common ash *Fraxinus excelsior*, *Mol Ecol*, 8: 157–168.
- Brus, R., 2008: Dendrologija za gozdarje, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, 408 str., Ljubljana
- Doyle, J. J., J. L. Doyle, 1990: A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue, *Phytochem Bull*, 19: 11–15.
- Farris, M. A., J. B. Mitton, 1984: Population density, outcrossing rate and heterozygote superiority in ponderosa pine, *Evolution*, 38: 1151–1154.
- Ferrazzini, D., I. Monteleone, P. Belletti, 2007: Genetic variability and divergence among Italian populations of common ash (*Fraxinus excelsior* L.), *Ann For Sci*, 64: 159–168.
- Fraxigen, 2005. Ash species in Europe: biological characteristics and practical guidelines for sustainable use, Oxford Forestry Institute, University of Oxford, 128 str., Oxford
- Goldstein, D. B., A. Ruiz Linares, L. L. Cavalli-Sforza, M. W. Feldman, 1995: Genetic absolute dating based on microsatellites and the origin of modern humans, *PNAS*, 92: 6723–6727.
- Goudet, J., 1995: FSTAT (Version 1.2): A Computer Program to Calculate F-Statistics, *J Hered*, 86: 485–486.
- Hardy, O. J., X. Vekemans, 2002: Spagedi: a versatile computer program to analyse spatial genetic structure at the individual or population levels.–*Mol Ecol*, 2: 618–620.
- Hattmer, H. H., 1995: Concepts and requirements in the conservation of forest genetic resources, *Forest Genetics*, 3: 125–134.
- Hedrick, P. W., 1999: Perspective: highly variable loci and their interpretation in evolution and conservation, *Evolution*, 53: 313–318.
- Heuertz, M., J. F. Hausman, O. J. Hardy, G. G. Vendramin, N. Frascaria-Lacoste, X. Vekemans, 2004: Nuclear Microsatellites Reveal Contrasting Patterns of Genetic Structure between Western and Southeastern European Populations of the Common Ash (*Fraxinus excelsior* L.), *Evolution*, 58: 976–988.
- Heuertz, M., J. F. Hausman, I. Tsvetkov, N. Frascaria-Lacoste, X. Vekemans, 2001: Assessment of genetic structure within and among Bulgarian populations of the common ash (*Fraxinus excelsior* L.), *Mol Ecol*, 10: 1615–1623.
- Heuertz, M., X. Vekemans, J. F. Hausman, M. Palada, O. J. Hardy, 2003: Estimating seed vs. pollen dispersal from spatial genetic structure in the common ash, *Mol Ecol*, 12: 2483–2495.
- Hosius, B., L. Leinemann, M. Konnert, F. Bergmann, 2006: Genetic aspects of forestry in the Central Europe, *Eur J For Res* 125: 407–417.
- Hubert, J., J. Cottrell, 2007: The Role of Forest Genetic Resources in Helping British Forests Respond to Climate Change, *Forestry Commission*, 12 str., Edinburgh
- Jaeger, C., A. Gessler, S. Biller, H. Rennenberg, J. Kreuzwieser, 2009. Differences in C metabolism of ash species and provenances as a consequence of root oxygen deprivation by waterlogging, *J Exp Bot*, 60: 4335–4345.
- Jarni, K., 2009. Variability of narrow-leaved ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl) in Slovenia, Master's thesis, University of Ljubljana, Department of Forestry and Renewable Forest Resources
- Koskela, J., A. Buck, E. Teissier du Cros (Eds.), 2007: Climate change and forest genetic diversity: Implications for sustainable forest management in Europe, Bioversity International, 111 str., Rome
- Kutnar, L., M. Zupančič, D. Robič, N. Zupančič, S. Žitnik, T. Kralj, I. Tavčar, M. Dolinar, C. Zrnec, H. Kraigher, 2002: The delimitation of the regions of provenance of forest tree species in Slovenia based on ecological regions, *ZbGl*, 67: 73–117.
- Langella, O., 1999: Populations, 1.2.30. Free Software Foundation.
- Lefort, F., S. Brachet, N. Frascaria-Lacoste, K. Edwards, G. Douglas, 1999: Identification and characterization of microsatellite loci in ash (*Fraxinus excelsior* L.) and their conservation in the olive family (Oleaceae), *Mol Ecol*, 8: 1088–1090.
- MCPFE, 1993: Helsinki declaration. The Second Ministerial Conference on Protection of Forest in Europe. www.mcpfe.org/resolution/helsinki
- Miyamoto, N., J. F. Fernandez-Manjarrres, M.-E. Morand-Prieur, P. Bertolino, N. Frascaria-Lacoste, 2008: What sampling is needed for reliable estimations of genetic diversity in *Fraxinus excelsior* L. (Oleaceae)?, *Ann For Sci*, 65: 403–410.
- Morand M.-E., S. Brachet, P. Rossignol, J. Dufour, N. Frascaria-Lacoste, 2002: A generalized heterozygote deficiency assessed with microsatellites in French common ash populations, *Mol Ecol* 11: 377–385
- Namkoong, G., 1998: Forest Genetics and Conservation in Europe, U: J. Turok, C. Palmberg-Lerche, T. Skrøppa, A.S. Ouedraogo (Eds.) *Conservation of forest genetic resources in Europe*, International Plant Genetic Resources Institute, 3–10str., Rome
- Nei, M., 1972: Genetic Distance Between Populations, *The American Naturalist*, 106: 283–292.
- Peakall, R., P. E. Smouse, 2006: GenAlEx 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research, *Mol Ecol Notes*, 6: 288–295.
- Pliūra, A., M. Heuertz, 2003: EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for common ash (*Fraxinus excelsior*), International Plant Genetic Resources Institute, 6 str., Rome
- Rajora, O. P., A. Mosseler, 2001: Challenges and opportunities for conservation of forest genetic resources, *Euphytica*, 118: 197–212.
- Rice, W. R., 1989: Analyzing tables of statistical tests, *Evolution*, 43: 223–225.
- Rousset, F., 1997: Genetic Differentiation and Estimation of Gene Flow from F-statistics Under Isolation by Distance, *Genetics*, 145: 1219–1228.
- Rousset, F., 2008: genepop'007: a complete re-implementation of the genepop software for Windows and Linux, *Mol Ecol Resour*, 8: 103–106.
- Rules on the designation of regions of provenance, Ur.l. RS, no.72, 2003.

- Schmidt, L., 2000: Genetic Implications of Seed Handling. U: Schmidt, L. (Ed.) Guide to Handling of Tropical and Subtropical Forest Seed. Danida Forest Seed Centre. 3–13 str., Humlebaek
- Sutherland, B. G., A. Belaj, S. Nier, J. E. Cottrell, S. P. Vaughan, J. Hubert, K. Russell, 2010: Molecular biodiversity and population structure in common ash (*Fraxinus excelsior* L.) in Britain: implications for conservation, *Mol Ecol*, 19: 2196–2211.
- Takezaki, N., M. Nei, 1996: Genetic Distances and Reconstruction of Phylogenetic Trees From Microsatellite DNA, *Genetics*, 144: 389–399.
- The Slovenian National List of Basic Material – as valid on 01/01/2010, Ur.l.RS, no. 5, 2010.
- Valadon, A. 2009. Effets des interventions sylvicoles sur la diversité génétique des arbres forestiers. Analyse bibliographique, Les dossiers forestiers no. 21, ONF, France, 160 pp.
- Westergren, M., 2010: Development and practical use of molecular databases in forestry, Dissertation, University of Ljubljana, Department of Forestry and Renewable Forest Resources

Sažetak

Obični jasen (*Fraxinus excelsior* L.) je najraširenija i ekonomski najvažnija vrsta jasena u Sloveniji. Obično se prirodno obnavlja, ali kada prirodna obnova nije moguća, bitno je da za umjetnu obnovu osiguramo staništu prilagođen šumski reprodukcijski materijal većeg genetskog diverziteta. On nam omogućava prilagodbu na promjenljive klimatske uvjete, otpornost na gljive i insekte te učinkovitu obnovu šuma (Rajora i Mosseler 2001, Koskela i sur. 2007). Stoga je bitno da prilikom sakupljanja i manipulacije sjemenom ne smanjimo njegov genetski diverzitet (Hosius et al. 2006, Schmidt 2000). Uporaba lokalnog reprodukcijskog materijala predstavlja aktualnu šumarsku politiku, jer bi zbog prirodne selekcije lokalni genotipovi trebali biti najbolje prilagođeni lokalnim uvjetima, u kojima uspijevaju.

Pomoću jezgrinih mikrosatelita istraživali smo genetski diverzitet i strukturu pet populacija običnog jasena u Sloveniji. Željeli smo odgovoriti na sljedeća pitanja: (1) Jesu li sa genetske perspektive analizirane sjemenske sastojine običnog jasena kvalitetnije za sakupljanje reprodukcijskog materijala nego nesjemenske sastojine? (2) Da li je za obični jasen dovoljna jedna provenijencijska regija koja obuhvaća cijelu Sloveniju?

Pomoću pet jezgrinih mikrosatelita (FEMSATEL 4, 11, 16, 19 i M2-30) analizirali smo DNA 148 stabala običnog jasena iz pet populacija (tablica 1). Za verifikaciju nekontaminacije i točnosti lančane reakcije s polimerazom i fragmentne analize upotrijebili smo pozitivne i negativne kontrole. Pomoću programa GenAlEx 6 (Peakall i Smouse 2006), FSTAT (Goudet 1995) i SpaGeDi (Hardy i Vekemans 2002) analizirali smo sljedeće indekse genetskog diverziteta: broj alela po lokusu A , broj alela s frekvencijom jednakom ili većom od 0.05 $A_{\geq 0.05}$, broj efektivnih alela A_E , broj privatnih alela A_{PRIV} , zapaženu heterozigotnost H_O , genetski diverzitet H_E , ukupni genetski diverzitet H_T i Wrightov koeficijent inbridinga F_{IS} . Genetsku strukturu analizirali smo pomoću indeksa F_{ST} , R_{ST} i genetskih udaljenosti te izradom filogenetskih stabala. Programom Genepop 4.0 (Rousset 2008) analizirali smo i korelaciju između genetskih i geografskih udaljenosti između parova populacija. Statističku značajnost izračunatih indeksa testirali smo permutacijama.

Svih pet analiziranih lokusa bilo je vrlo polimorfno. Prosječni genetski diverzitet bio je visok ($H_T = 0.809$), broj alela po populaciji bio je između 12.8 i 15.6. Ukupno smo otkrili 38 privatnih alela. Lokalnih općih alela (alela sa frekvencijom jednakom ili većom od 0.05), a koji se pojavljuju u samo jednoj od pet populacija, nismo otkrili. Alelni indeksi za sjemenske sastojine su sa dvije iznimke bili jednaki ili nešto iznad slovenskog prosjeka. Prosječna zapažena heterozigotnost ($H_O = 0.72$) bila je niža od očekivane heterozigotnosti ili genetskog diverziteta ($H_E = 0.80$). To je rezultiralo u pozitivnom i statističko značajnom koeficijentu inbridinga ($F_{IS} = 0.102$, $P = 0.000$ (tablica 2)). Na ispitivanoj razini mutacije nisu doprinijele diferencijaciji populacija ($R_{ST} = -0.007$; $F_{ST} = 0.018$; $P = 0.993$). Zasnovano na parnim vrijednostima F_{ST} , od ostalih razlikovala se populacija Razpotje, ali ne i pomoću analize genetskih udaljenosti D_C i D_S . Isto tako nismo utvrdili veze između genetskih i geografskih udaljenosti.

Genetski diverzitet ispitivanih populacija bio je sličan onima u Bosni i Hercegovini (Ballian i sur. 2008), Bugarskoj (Heuertz i sur. 2001), Rumunji (Heuertz i sur. 2003), Italiji (Ferrazzini i sur. 2007), Velikoj Britaniji (Sutherland i sur. 2010) kao i onoj na razini Europe (Heuertz i sur. 2004), dok je diferencijacija između slovenskih populacija bila najmanja u Europi. Male razlike između populacija najvjerojatnije su rezultat učinkovitog širenja peludi i sjemena. Koeficijent inbridinga bio je posebno visok u sjemenskoj sastojini Rodik, što tumačimo umjetnim nastankom te sastojine iz reprodukcijskog materijala uske genetske baze. Iako rezultati indeksa broja

alela i broja efektivnih alela kod analize malih uzorka mogu biti pristrani, prvi indeks za sjemensku sastojinu Rodik bio je ispod, a drugi iznad slovenskog prosjeka. Da bi izbjegli reprodukcijski materijal malog genetskog diverziteta u sjemenskoj sastojini Rodik, predlažemo sakupljanje sjemena sa što većeg broja stabala, koja su između sebe približno jednako udaljena, a sa svakog stabla sakupiti približno jednaku količinu sjemena. Indeksi A , A_E , H_O i H_E za sjemensku sastojinu Grofija su iznad slovenskog prosjeka. Zbog manjeg genetskog diverziteta sastojina Razpotje nije odgovarajući kandidat za sjemensku sastojinu. Analizom genetske strukture utvrdili smo da sjemenska sastojina neautohtonog izvora Rodik pripada istom genetskom bazenu kao i ostale populacije. Unutar tog bazena reprodukcijski materijal običnog jasena može se prenositi, ako između populacija nema razlika u adaptaciji na uvjete okolina. Granice genetskog bazena možemo utvrditi uspoređivanjem rezultata genetskih analiza običnog jasena u sjevernoj Italiji i Bosni i Hercegovini pomoću standardizacije pozitivnih kontrola.

Na osnovi dobivenih rezultata, koji nisu povezani sa adaptacijskim svojstvima, analizirane populacije su slične, što omogućava liberalan prijenos reprodukcijskog materijala unutar istraživanog areala/genetskog bazena. Istodobno potreban je poseban oprez kod prijenosa reprodukcijskog materijala iz Prekmurja u središnju Sloveniju, jer su u Prekmurju zapaženi hibridi između običnog i poljskog jasena (Westergren i sur., u pripremi). Prekmurske populacije nisu uključene u ovu studiju. Pri sakupljanju sjemena u sjemenskoj sastojini Rodik treba pratiti pravila dobre prakse produkcije sjemena.

KLJUČNE RIJEČI: *Fraxinus excelsior*, obični jasen, Slovenija, mikrosateliti, genetski diverzitet, genetska struktura, šumski reprodukcijski materijal



efns - **Kroatien 2013**
17.02. - 23.02.

**45. Europäische
Forstliche Nordische
Skiwettkämpfe**

DELNICE

**45th European
Foresters' Competition
in Nordic Skiing**

MRKOPALJ

GORSKI KOTAR - **HRVATSKA**

GROWTH AND PLANT PHYSIOLOGICAL PARAMETERS AS MARKERS FOR SELECTION OF POPLAR CLONES FOR CRUDE OIL PHYTOREMEDIATION

RAST I FIZIOLOŠKI PARAMETRI KAO MARKERI PRI SELEKCIJI KLONOVA TOPOLA ZA FITOREMEDIJACIJU NAFTE

Andrej PILIPOVIĆ¹, Saša ORLOVIĆ¹, Nataša NIKOLIĆ², Milan BORIŠEV², Borivoj KRSTIĆ², Srđan RONČEVIĆ³

Summary

Phytoremediation is an emerging technology where plants are used for environmental cleanup. Crude oil contaminated soils are one of the most challenging tasks for phytoremediation applications due to the complexity of the process affected by variability in chemical composition of oil, plant-microorganism interactions and phytotoxicity of contaminants. Although signs of phytotoxicity are very often easily visible, sometimes plant physiological processes can indicate stress in plants due to the presence of xenobiotics in cases without visible signs. This paper presents investigation of the potential of various poplar (*Populus* sp.) clones for phytoremediation of soils contaminated with crude oil through assessment of physiological parameters. Biomass production together with: (i) nitrate reductase activity; (ii) net photosynthesis/dark respiration, (iii) proline content (iv) chlorophyll fluorescence and (v) pigments contents were studied. Investigated clones showed various reactions to the different levels of soil contamination.

KEY WORDS: poplars, phytoremediation, crude oil contamination, physiological parameters

Introduction

Uvod

Soil, surface water and groundwater may become contaminated with hazardous compounds as a consequence result of either natural or human activities from different traces with both inorganic and organic compounds (heavy metals, radionuclide, nitrate, phosphate, inorganic acids and organic chemicals) from sources including waste materials, explosives, pesticides, fertilizers, pharmaceuticals, acidic deposition and radioactive fallout (Arthur et al., 2005). The

processes of soil remediation with use of mechanical, physical and chemical techniques are very expensive and according to Schnoor (1997) range from \$ 100–1500 per ton of soil, depending on the techniques involved in treatment. As contrast to these methods, alternatives can be found in the application of phytoremediation with a ten times less cost. Phytoremediation is the use of plants and their associated microorganisms in environmental cleanup (Salt et al., 1995, Raskin et al., 1997). This technology makes use of the naturally occurring processes by which plants and their micro-

¹ Mr. sc. Andrej Pilipovic, Dr. sc. Saša Orlović: University of Novi Sad, Institute of Lowland Forestry and Environment, Antona Cehova 13, 21000 Novi Sad, Serbia

² Dr. sc. Nataša Nikolić, Dr. sc. Milan Borišev, Dr. Sc. Borivoj Krstić: University of Novi Sad, Faculty of Sciences, Department of Biology and Ecology, Trg Dositeja Obradovica 3, 21000 Novi Sad, Serbia

³ Dr. Sc. Srđan Rončević: University of Novi Sad, Faculty of Sciences, Department of Chemistry and Environmental protection, Trg Dositeja Obradovica 3, 21000 Novi Sad, Serbia

bial rhizosphere flora degrade and sequester organic and inorganic pollutants (Pillon-Smits, 2005). Results of various researches (Chen et al. 2003; Johnson et al., 2004; Rentz et al., 2003) showed increase of hydrocarbon degradation and microorganisms abundance with the use of plants for phytoremediation where even combining more than one species showed good results (Palmroth et al, 2002; Maila et al, 2005). Amongst various tree species used for phytoremediation in the Northern Hemisphere, poplars (*Populus* sp.) proved to be the best candidates for this purpose. Due to their biology of pioneer species of emerging alluvial soils, characterized by very rapid growth and highly developed root capable to uptake large amounts of water, it makes them ideal candidates for phytoremediation (Licht and Isebrands, 2005). Numerous researches show their potential for phytoremediation of different types of contaminants from heavy metals (Banuelos et al., 1997; Di Baccio et al., 2003; Pilipović et al., 2005), to nutrients (Fraser et al., 2004) and organics (Wittig et al., 2003; Xingmao and Burken, 2004) very often linked to biomass production (Licht and Isebrands, 2005).

Petrol refinery situated at the banks of Danube in Novi Sad was severely damaged in 1999, where according to Nježić and Ačanski (2009) from 73 569 tons of oils stored in the tanks, 90 % was burned, 9.9 % leaked to the surface while 0.1 % leaked to the Danube, where contaminated area was more than 1.5 ha. This leakage caused substantial ecological problem due to vicinity of the Danube and wells that are used as sources for city's water supply. Considering above mentioned research results, together with the ecological impact of crude oil contamination and site specific soil conditions for growing of plants, the aim of this study was to investigate potential of different poplar clones for phytoremediation through assessment of the crude oil contamination effects on the poplar growth and physiology.

Materials and methods

Materijali i metode

Experiment design and plant material

The experiment was established in May 2011 as greenhouse pot experiment in semi controlled conditions with control of irrigation and outer light and temperature. For growing of plants, crude oil contaminated soil from petrol refinery in Novi Sad was added in different volume shares (0, 5, 25, 50, 75 and 100 %) to uncontaminated alluvial soil. Treatments contained from 0.011 to 11.039 g kg⁻¹ of total petroleum hydrocarbons (TPH) and 0.005 to 6.839 g kg⁻¹ of mineral oils (Table 1). After preparation substrate was transferred to 13 liter pots in which were planted 4 cuttings of poplars in 3 repetitions for each clone/treatment. Three poplar clones: (i) *Populus × euramericana* clone 'Pannonia'; (ii) *Populus deltoides* clone 'Bora'; (iii) *Populus nigra × P. maximowiczii* × *P. nigra* var. *Italica* clone '9111/93' were selected from

Table 1. Amount of total petroleum hydrocarbons (TPH) and mineral oils (g kg⁻¹) in substrate of treatments

Tablica 1. Sadržaj ukupnih naftnih ugljikovodika (TPH) i mineralnih ulja (g kg⁻¹) u supstratima tretmana u pokusu

Treatment Tretman	TPH TPH	Mineral oils Mineralna ulja
	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹
0%	0,011 ± 0,005	0,005 ± 0,002
5%	0,624 ± 0,347	0,397 ± 0,185
25%	2,588 ± 0,650	1,757 ± 0,395
50%	4,539 ± 1,147	2,823 ± 0,711
75%	7,829 ± 0,928	4,834 ± 0,809
100%	11,039 ± 2,005	6,838 ± 1,027

the clonal archive of the Institute of Lowland Forestry and Environment, Novi Sad, Serbia. After planting of cuttings, pots were irrigated in order to obtain retention water capacity and during the growing of plants pots were irrigated with 0.7 liters of water in the period of 3–7 days depending upon substrate, weather and duration of experiment. During the growth of plants physiological parameters were assessed in August, while after growth cessation and forming of terminal bud plants were harvested for measurement of biomass.

Investigated parameters – Istraživani parametri

In this experiment following parameters were assessed: (i) net photosynthesis (NPR) and dark respiration rate (DDR) rate; (ii) chlorophyll fluorescence (F_v/F_m); (iii) chlorophyll and carotenoid contents, (iv) nitrate reductase activity (NRA); (v) proline content and (vi) fresh biomass of plants. All physiological parameters were assessed on first fully developed leaf from top with Leaf Plastochron Index value of LPI=5 (Dickmann, 1971). Bulk samples from each repetition were taken for all physiological analysis. Net photosynthesis (NPR) and dark respiration rate (DRR) was assessed polar graphically with use of Clark type electrode according to Walker (1987), while chlorophyll fluorescence was measured by Fluorimeter PSM, BioMonitor, AB and expressed as F_v/F_m ratio. Concentration of acetone extracted leaf pigments of poplar clones was determined by spectrometry (Wettstein, 1957). Nitrate reductase activity (NRA) was assessed *in vivo* in leaves according to Hageman and Reed, (1980). Free proline content was assessed in fresh plant material according to Bates (1973). At the end of experiment, plants were harvested and their biomass was instantaneously weighted on laboratory scale to determine fresh biomass of shoots and roots. Data were analyzed by two-way ANOVA and differences between clones and interactions between clone and treatment were analyzed with Duncan's multiple range test. For statistical analysis was used Statistica 10 software.

Results and discussion

Rezultati i rasprava

Growth of plants – Rast biljaka

Plant growth and establishment at contaminated sites provide useful information defining the species tolerance and phytoremediation potential. Contamination of the environment with crude oil may affect plant performance by creating conditions which make essential nutrients like nitrogen and oxygen needed for plant growth unavailable (Ogbo et al., 2009). To cope with and survive such conditions, plants should enhance the degradation of petroleum hydrocarbons in soil by stimulation of growth and activity of microorganisms capable for degradation of petroleum hydrocarbons in the rhizosphere (Frick et al., 1999; Merkl et al., 2004). One of the most common symptoms of the pollutant phytotoxicity is reduction of plant growth. In the present work, crude oil contamination considerably affected growth of poplars (Fig.1 and Fig.2). Shoot and root fresh mass of clones '9111/93' and 'Pannonia' substantially decreased along with increase of the contamination level. However, low levels of crude oil (5 %) stimulated shoot growth in clone 'Bora', while root growth was not changed in plants exposed to 5 and 25 % treatment.

Growth reduction is caused by crude oil compounds (aliphatic, aromatic, naphthalic and phenolic like compounds), that may reduce dark respiration, transpiration and photosynthesis of leaves (Trapp et al., 2001). Plant growth on soils contaminated with crude oil affect both physical and chemical soil characteristics, leading to decrease of crude oil phytotoxicity, and these changes may be favourable for plant growth. Njoku et al. (2009) reported that *Glycine max* cultivated on crude oil contaminated soils did not significantly affect the crude oil level in some treatments, but improved physico-chemistry of the soil (pH, moisture, organic matter), which are coherent with plant growth. Previous investigations elucidated that plants may not reduce the concentration of contaminants but can reduce their toxicity (Siciliano and Germida, 1998). However, changes in soil pH may contribute to activity of microorganisms capable for degradation of crude oil (Njoku et al., 2009). Higher degradation of petroleum hydrocarbon in vegetated than in non-vegetated soil was reported by Merkl et al. (2005b). In the present study, a clone specific growth under crude oil contamination may be the consequence of different tolerance of the genotypes to such conditions, and their differential ability to adopt changes in soil characteristics. Trapp et al. (2001) found *Populus nigra* to be more sensitive to diesel fuel than willows, *Salix viminalis* and *S. alba*. Preserved growth at

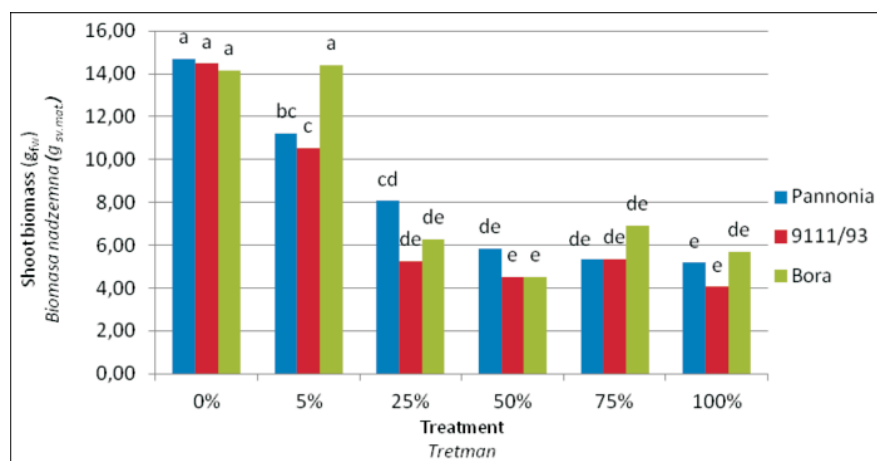


Figure 1 Shoot fresh biomass of poplar clones
Slika 1. Svježa biomasa nadzemnog dijela ispitivanih klonova topola

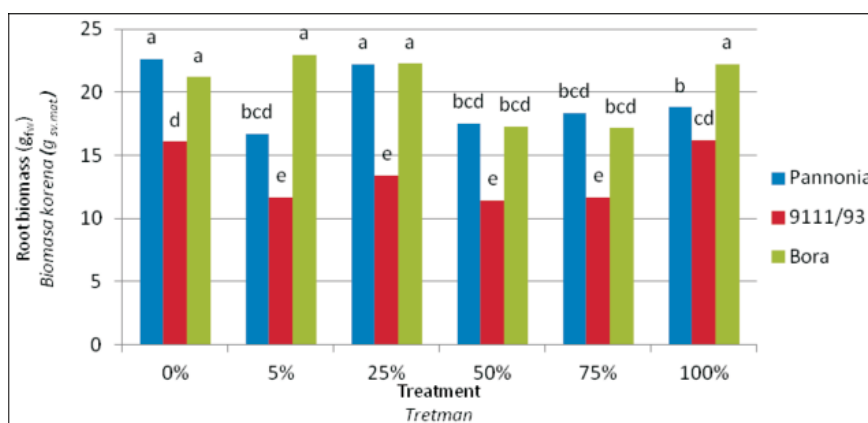


Figure 2. Root fresh biomass of poplar clones
Slika 2. Svježa masa korijena ispitivanih klonova topola

Table 2. Proline content (mg/g) and Nitrate reductase activity (NRA) ($\text{nmol NO}_2 \text{ g}^{-1} \text{fw} \cdot \text{h}^{-1}$) in leaves of poplar clonesTablica 2. Sadržaj prolina (mg/g) i aktivnost nitrata-reduktaze (ANR) ($\text{nmol NO}_2 \text{ g}^{-1} \text{fw} \cdot \text{h}^{-1}$) u listovima ispitivanih klonova topola

	Clone Klon	Treatment Tretman					
		0%	5%	25%	50%	75%	100%
Proline	Pannonia	10.31 f	12.30 f	10.62 f	33.49 c	10.63 f	33.28 cd
Prolin	9111/93	11.23 f	30.73 cd	10.22 f	27.13 cd	9.90 f	28.99 cd
	Bora	18.29 e	50.44 b	11.75 f	58.5 a	11.56 f	26.35 d
NRA	Pannonia	0.833 a	0.763 ab	0.353 fgghi	0.473 de	0.437 ef	0.498 de
ANR	9111/93	0.647 c	0.715 bc	0.199 j	0.313 hi	0.368 fgh	0.463 de
	Bora	0.493 de	0.547 d	0.279 ij	0.373 fgh	0.343 ghi	0.426 efg

contaminated site may be a reliable criterion for selection of tolerant genotype or species. For instance, using this criterion, *Paspalum scrobiculatum* L. and alfalfa are good candidates for remediation of crude oil contaminated sites (Kirk et al., 2002; Ogbo et al., 2009).

Proline content – Sadržaj prolina

Treatments with increasing crude oil concentrations affected proline accumulation in poplars with respect to control (Table 2). Proline content in poplars varied from 9.90 to 58.50 $\mu\text{g/g}$. Considerable changes were observed at 50 and 100 % treatment in all clones. Increased accumulation of free proline in plants exposed to crude oil contamination may be the consequence of disturbed water regime. Many organisms, including higher plants, accumulate free proline in response to osmotic stress due to drought, high salinity and chilling (Nanjo et al., 1999). Water availability could be critical since the oil-impregnated soil does not take up water homogeneously. As a consequence, water drains rapidly through the containers, and limiting water supply of the root system (Merkl et al., 2005a).

Nitrate reductase activity (NRA) – Aktivnost nitrata-reduktaze

Negative effect of soil contamination with crude oil on activity of nitrate-reductase was well pronounced in investigated poplar clones (Table 2.). A lack of considerable changes and significant stimulation were observed at 5 % treatment, respectively. Effect of further increase of oil content in soil mainly decreased activity of the enzyme in poplars.

Inhibition of nitrate reductase activity was reported previously in other plant species. In *Amaranthus hybridus* plants treated with engine oil, decrease of the activity was proportional to applied oil concentrations (Odjegba and Atebe, 2007). Nitrate reductase catalyses the first step in nitrate assimilation, the reduction of nitrate to nitrite, which has been considered as the rate-limiting step of this metabolic pathway (Campbell, 1999). Inactivation of nitrate reductase oc-

curs in response to stress conditions including the loss of light, a decrease in CO_2 levels, an increase in cytosolic pH or variations in photosynthetic activity (Kaiser et al., 1999). Nitrate reductase was the first recognized substrate inducible enzyme in plants (Lexa et al. 2002). Therefore, changes in availability of essential nutrients, particularly nitrate, can also cause changes in gene expression and nitrate reductase activity. Increased oil levels could decrease total nitrogen and available nitrate due to their temporal immobilization by microbes (Agbogidi et al., 2007). Furthermore, the inhibitory effect of oil could partly be attributed to the toxic effect of some of its constituents on the enzyme activity (Odjegba and Atebe, 2007). For instance, polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) present a toxic and recalcitrant compounds of engine oil (Wang et al., 2000).

Photosynthetic parameters – Fotosintetski parametri

Rate of photosynthesis (Table 3) in poplar clones affected by oil contamination was either increased or unchanged with respect to control. Contrary to expectations, the 100% treatment stimulated photosynthetic rate in poplars. Light energy absorbed by chlorophyll molecules can be used to drive photosynthesis (photochemistry), while excess energy can be dissipated as heat or it can be re-emitted as light (chlorophyll fluorescence), and these three processes occur in competition (Pellegrini et al., 2010).

The chlorophyll fluorescence parameter F_v/F_m (Table 3.) has been indicator of the maximum quantum efficiency of PSII photochemistry (Butler, 1978). In healthy plants, this value ranges between 0.800 and 0.860 (Björkman and Demming, 1987). Maximum quantum yield of PSII was not considerably affected by crude oil pollution in poplar clone 'Pannonia', while in clone 'Bora' and clone '9111/93' F_v/F_m was significantly changed at 75 and 100% treatment (Table 4.). Chlorophyll fluorescence has been a useful diagnostic tool for the assessment of plant stress and photosynthesis rate (Krause and Weis, 1991). Results of Ralph and Burchett (1998) showed that PSII photochemical efficiency (F_v/F_m

Table 3. Net photosynthetic rate (NPR), chlorophyll fluorescence (F_v/F_m) and dark respiration rate (DDR) in leaves of poplar clonesTablica 3. Neto fotosinteza (NPR), fluorescencija klorofila (F_v/F_m) i disanje (DDR) listova ispitivanih klonova topola

	Clone Klon	Treatment Tretman					
		0%	5%	25%	50%	75%	100%
NPR ($\text{nmol O}_2\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$)	Pannonia	335.3 fg	471.8 cd	491.8 cd	378.2 efg	377.7 efg	534.3 c
	9111/93	218.9 h	449.7 cde	407.2 def	364.2 efg	300.9 g	715.3 b
	Bora	339.6 fg	493.9 cd	507.1 c	413.3 def	336.4 fg	810.1 a
Fv/Fm	Pannonia	0.721 abcd	0.758 ab	0.750 ab	0.756 ab	0.725 abc	0.694 cd
	9111/93	0.755 ab	0.762 a	0.729 abc	0.745 ab	0.709 bcd	0.639 e
	Bora	0.744 abc	0.715 abcd	0.672 de	0.627 ef	0.625 ef	0.588 f
DDR ($\text{nmol CO}_2\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$)	Pannonia	108.8 h	174.9 def	245.9 b	182.1 def	159.3 defg	189.6 de
	9111/93	123.6 gh	191.7 de	192.1 de	196.1 cd	159.3 defg	241.3 bc
	Bora	170.0 defg	294.9 a	238.2 bc	140.1 fgh	147.5 efgh	301.6 a

Table 4. Pigments amounts of chlorophyll a (chl a), chlorophyll b (chl b) total chlorophyll (chl a+b) and carotenoids (carot) in leaves of investigated poplar clones

Tablica 4. Sadržaj pigmenata klorofila a (chl a), klorofila b (chl b), ukupnog klorofila (chl a+b) i karotenoida (carot) u listovima ispitivanih klonova topola

Treatment Tretman	Clone Klon	chl a (mg/g_{DW})	chl b (mg/g_{DW})	chl a+b (mg/g_{DW})	carot (mg/g_{DW})
0%	Pannonia	5.046 bc	1.348 bcd	6.394 cd	1.552 bcd
5%		4.586 cde	1.200 cdefg	5.816 cde	1.627 abc
25%		3.898 efgh	0.990 ghij	4.878 fghi	1.259 cdef
50%		6.798 a	1.602 a	8.399 a	2.001 a
75%		4.465 cdef	1.047 fghi	5.511 defg	1.350 bcdef
100%		4.767 cd	1.106 defgh	5.873 cde	1.438 bcde
0%	9111/93	4.824 cd	1.322 bcde	6.146 cd	1.485 bcd
5%		5.228 bc	1.484 ab	6.712 bc	1.658 ab
25%		4.494 cdef	1.243 bcdef	5.737 def	1.478 bcde
50%		4.749 cd	1.394 abc	6.142 cd	1.481 bcd
75%		4.979 c	1.261 bcdef	6.239 cd	1.468 bcde
100%		5.779 b	1.559 a	7.378 b	1.700 ab
0%	Bora	4.092 defg	1.088 efgh	5.180 efgh	1.311 bcdef
5%		3.297 hi	0.822 ij	4.119 ij	1.178 def
25%		2.793 i	0.788 j	3.581 j	1.343 bcdef
50%		3.785 fgh	0.938 hij	4.723 ghi	1.200 def
75%		3.468 ghi	0.837 ij	4.305 hij	1.083 ef
100%		3.252 hi	0.755 j	4.007 ij	1.023 f

ratio) was slightly lower than the control in *Halophila ovalis* exposed to crude oil. The stability of the ratio F_v/F_m indicates preserved efficiency of photosystem II in clones 'Bora' and 'Pannonia'. Furthermore, these clones were characterized by high photosynthetic activity.

Changes in the chlorophylls and carotenoids content in poplars treated with crude oil were clone specific (Table 4.). Chlorophyll a, chlorophyll b and total chlorophylls were not

considerably affected by treatments in clones 'Bora' and 'Pannonia' in most cases, while in clone '9111/93' values were considerably decreased, what can be correlated with growth decrease. However, the total carotenoids content was not affected in poplars by treatments. Reduction in chlorophyll content has been an indicator of environmental contamination (Agrawal, 1992) indicating enhanced chlorophyll degradation. That may explain the lower levels of chlorophyll

Table 5. F values of investigated parameters regarding treatment (F_t), clone (F_c) and their interaction (F_{tc})Tablica 5. F vrijednosti ispitivanih parametara glede tretmana (F_t), klona (F_c) i njihove interakcije (F_{tc})

	Shoot biomass Biomasa nadzemna	Root biomass Biomasa korijena	NRA ANR	Proline Prolin	NPR NPR	DDR DDR	Fv/Fm Fv/Fm	chl a chl a	chl b chl b	chl a + b chl a + b	carot carot
F_t	123.98**	28.34**	134.310**	9.896**	80.665**	36.053**	4.147**	12.420**	8.608**	13.295**	2.190 ^{ns}
F_c	6.821**	216.81**	61.937**	128.17**	12.111**	16.026**	12.378**	91.394**	87.070**	106.053**	20.470**
F_{tc}	8.175**	8.141**	7.710**	18.273**	5.918**	9.172**	3.297**	7.527**	4.830**	7.921**	2.857*

found in some desert plants exposed to crude oil contaminated soil (Malallah et al., 1998), *Vigna unguiculata* plants (Achuba, 2006), as well as in *Amaranthus hybridus* affected by engine oil (Odjegba and Sadiq, 2002). However, crude oil had no significant effect on the photosynthetic pigments in *Halophyla ovalis* (Ralph and Burchett, 1998).

Dark Respiration Rate (DRR) – Disanje

Dark respiration rate was increased by 5, 25, 50 and 100 % crude oil treatments in poplars with respect to control (Table 3.). Dark respiration plays the crucial role in the regulation of cell metabolism being a basic source of energy resources (Vassilev and Yordanov, 1997). Species growing under stress conditions have higher rates of leaf respiration than species in less stressful environments due to activation of metabolic defense and repair systems (Wright et al. 2006). Old leaves are reported to have lower respiration rates and repair capacities (Di Baccio et al. 2003). The intensity of dark respiration has a significant importance in dry mass accumulation because half of all the photosynthates produced per day are respired in the same period (Lambers, 1985).

Results of analysis of variance and F values (Table 5.) showed high significance ($p > 0.01$) of interaction between treatment and clone for all investigated parameters except concentration of carotenoids in leaves of poplar clones. Effect of treatments on carotenoids concentration was not significant, while significance of interaction was evident ($p > 0.05$). This may be due to the fact that carotenoids do not play primary role in photosynthesis, compared to the chlorophyll.

Conclusions

Zaključci

Results showed significant differences between investigated clones of poplars exposed to crude oil treatments. The 5% treatment (578 mg g⁻¹ of TPH) slightly affected biomass production of poplar clones, although significant differences were recorded at treatment 25% (2812 mg g⁻¹ of TPH). The highest decrease of fresh biomass was recorded in clone 9111/93.

The effect of crude oil contamination on physiological processes of poplar clones was observed in all investigated parameters with exception of the carotenoids concentration.

On the basis of these results, poplar clones 'Bora' and 'Pannonia' showed potential for growth on crude oil contaminated soils.

All investigated parameters could be used as markers in selection of poplar clones for crude oil phytoremediation.

Success of phytoremediation is not only result of type of contamination and its level or soil properties and microorganisms' abundance but also the proper selection of clones and cultivars plays significant role. Considering this fact together with obtained results, further research directed to the investigation of plant-microorganisms-soil interaction including clonal selection is required.

Acknowledgments

Zahvala

This paper was realized as a part of the project "Studying climate change and its influence on the environment: impacts, adaptation and mitigation" (43007) financed by the Ministry of Education and Science of the Republic of Serbia within the framework of integrated and interdisciplinary research for the period 2011–2014.

References

Literatura

- Achuba, F. I. 2006: The effect of sublethal concentrations of crude oil on the growth and metabolism of cowpea (*Vigna unguiculata*) seedlings. The Environmentalist 26: 17–20.
- Agbogidi, O. M., P. G. Eruotor, S. O. Akparobi, G. U. Nnaji 2007: Evaluation of crude oil contaminated soil on the mineral nutrient elements of maize (*Zea mays* L.). Journal of Agronomy 6(1): 188–193.
- Agrawal, S. B. 1992: Effect of supplemental UV-B radiation on photosynthetic pigment, protein and glutathione contents in green algae. Environmental and Experimental Botany 32: 137–143.

- Arthur, E. L., P. J. Rice, T. A. Andreson, S. M. Baladi, K. L. D. Henderson, J. R. Coats 2005: Phytoremediation-An Overview. *Critical Reviews in Plant Sciences* 24: 109–122.
- Bates, L. S. 1973: Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil* 39: 205–207.
- Bañuelos, G. S., H. A. Ajwa, B. Mackey, L. L. Wu, C. Cook, S. Akohoue, S. Zambruski 1997: Evaluation of different plant species used for phytoremediation of high soil selenium. *Journal of Environmental Quality* 26: 639–646.
- Björkman, O., B. Demming 1987: Photon yield of O₂ evolution and chlorophyll fluorescence characteristics at 77 K among vascular plants of diverse origin. *Planta* 170: 489–504.
- Butler, W. 1978: Energy distribution in the photochemical apparatus of photosynthesis. *Annual Review of Plant Physiology* 29: 345–378.
- Chen, Y. – C., M. K. Banks, A. P. Schwab 2003: Pyrene degradation in the rhizosphere of tall fescue (*Festuca arundinacea*) and switchgrass. *Environmental Science and Technology* 37: 5778–5782.
- Campbell, W. H. 1999: Nitrate reductase structure, function and regulation: bridging the gap between biochemistry and physiology. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 50: 277–303.
- Di Baccio, D., R. Tognetti, L. Sebastiani, C. Vitagliano 2003: Responses of *Populus deltoides* × *Populus nigra* (*Populus* × *euramericana*) clone I-214 to high zinc concentrations. *New Phytologist* 159: 443–452.
- Dickmann, D. I. 1971: Photosynthesis and respiration by developing leaves of cottonwood (*Populus deltoides* Bartr.). *Botanical Gazette* 132: 252–259.
- Fraser, L. H., S. M. Carty, D. Steer 2004: A test of four plant species to reduce total nitrogen and total phosphorus from soil leachate in subsurface wetland microcosms. *Bioresouce technology* 94: 185–192.
- Frick, C. M., R. E. Farrell, J. J. Germida 1999: Assessment of phytoremediation as an in situ technique for cleaning oil contaminated sites. *Petroleum Technology Alliance Canada: Calgary, Canada*, 88 pp.
- Hageman, R. H., A. J. Reed 1980: Nitrate reductase from higher plants. *Methods in enzymology* 69: 270–276.
- Johnson, D. L., K. L. Maguire, D. R. Anderson, S. P. Mc Grath 2004: Enhanced dissipation of chrysene in planted soil: The impact of a rhizobial inoculum. *Soil Biology and Biochemistry* 36: 33–38.
- Kaiser, W. M., H. Weiner, S. C. Huber 1999: Nitrate reductase in higher plants: A case study for transduction of environmental stimuli into control of catalytic activity. *Physiologia Plantarum* 105: 385–390.
- Kirk J. L., J. N. Klironomos, H. Lee, J. T. Trevors 2002: Phytotoxicity assay to assess plant species for phytoremediation of petroleum contaminated soil. *Bioremediation Journal* 6: 57–63.
- Krause, G. H., E. Weis 1991: Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: the basics. *Annual Review of Plant Physiology* 42: 313–349.
- Lambers, H. 1985: Respiration in intact plants and tissues: its regulation and dependence on environmental factors, metabolism and invaded organism. In: *Encyclopedia of Plant Physiology, New Series*. Eds. R. Douce and D. Day. Springer-Verlag, Berlin, pp 418–473.
- Lexa, M., T. Genkov, B. Brzobohaty 2002: Inhibitory effects of elevated endogenous cytokinins on nitrate reductase in *ipt*-expressing tobacco are eliminated by short-term exposure to benzyladenine. *Physiologia Plantarum* 115: 284–290.
- Licht, L. A., J. G. Isebrands 2005: Linking phytoremediated pollutant removal to biomass economic opportunities. *Biomass and Bioenergy* 28: 203–218.
- Maila, M. P., P. Randima, T. E. Cloete 2005: Multispecies and monoculture rhizoremediation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) from the soil. *International Journal of Phytoremediation* 7: 87–98.
- Malallah, G., M. Afzal, M. Kurian, S. Gulshan, M. S. I. Dhama 1998: Impact of oil pollution on some desert plants. *Environment International* 24 (8): 919–924.
- Merkl, N., R. Schutze-Kraft, C. Infante 2004: Phytoremediation in the tropics- the effect of crude oil on the growth of tropical plants. *Bioremediation Journal* 8: 177–184.
- Merkl, N., R. Schutze-Kraft, C. Infante 2005a: Assessment of tropical grasses and legumes for phytoremediation of petroleum-contaminated soils. *Water, Air, and Soil Pollution* 165: 195–209.
- Merkl, N., R. Schutze-Kraft, C. Infante 2005b: Phytoremediation in the tropics – influence of heavy crude oil on root morphology characteristics of graminoids. *Environmental Pollution* 138(1): 86–91.
- Nanjo, T., M. Kobayashi, Y. Yoshiba, Y. Sanada, K. Wada, H. Tsukaya, Y. Kakubari, K. Yamaguchi-Shinozaki, K. Shinozaki. 1999: Biological functions of proline in morphogenesis and osmotolerance revealed in antisense transgenic *Arabidopsis thaliana*. *The Plant Journal* 18(2): 185–193.
- Nježić, Z. B., M. M. Ačanski 2009: Not to be forgotten: the bombing of Novi Sad – an ecological black area. *Hemijska industrija* 63, (2): 75–78. (Serbian with English summary)
- Njoku, K. L., M. O. Akinola, B. O. Oboh 2009: Phytoremediation of crude oil contaminated soil: the effect of growth of *Glycine max* on the physico-chemistry and crude oil contents of soil. *Nature and Science* 7(10): 79–87.
- Odjegba, V. J., J. O. Atebe 2007: The effect of used engine oil on carbohydrate, mineral content and nitrate reductase activity of leafy vegetable (*Amaranthus hybridus* L.) *Journal of Applied Sciences and Environmental Management* 11(2): 191–196.
- Odjegba, V. J., A. O. Sadiq 2002: Effects of spent engine oil on the growth parameters, chlorophyll and protein levels of *Amaranthus hybridus* L. *The Environmentalist* 22: 23–28.
- Ogbo, E. M., M. Zibigha, G. Odogu 2009: The effect of crude oil on growth of the weed (*Paspalum scrobiculatum* L.) – phytoremediation potential of the plant. *African Journal of Environmental Science and Technology* 3(9): 229–233.
- Palmroth, M. R. T., J. Pichel, J. A. Puhakka 2002: Phytoremediation of Subarctic soil contaminated with diesel fuel. *Bioresource Technology* 84: 221–228.
- Pellegrini, E., M. G. Carucci, A. Campanella, G. Lorenzini, C. Nali 2010: Ozone stress in *Melissa officinalis* plants assessed by photosynthetic function. *Environmental and Experimental Botany*: in press. doi: 10.1016/j.envexpbot.2010.10.006.
- Pilipović, A., N. Nikolić, S. Orlović, N. Petrović, B. Krstić 2005: Cadmium phytoextraction potential of polar clones (*Populus spp.*). *Zeitschrift für Naturforschung* 60c: 247–251.
- Pillon-Smits, E. 2005: Phytoremediation. *Annual Review of Plant Biology* 56: 15–39.

- Ralph, P. J., M. D. Burchett 1998: Impact of Petrochemicals on the Photosynthesis of *Halophila ovalis* Using Chlorophyll Fluorescence. *Marine Pollution Bulletin* 36(6): 429–436, 1998
- Raskin, I., R. D. Smith, D. E. Salt 1997: Phytoremediation of metals: using plants to remove pollutants from the environment. *Current Opinion in Biotechnology* 8: 221–226.
- Rentz, J., B. Chapman, P. Alvarez, J. L. Schnoor (2003) Stimulation of Hybrid Poplar Growth in Petroleum-Contaminated Soil through Oxygen Addition and Soil Nutrient Amendments. *International Journal of Phytoremediation*: Vol. 5, No. 1, pp. 57–72
- Salt, D. E., M. Blaylock, P. B. A. Nanda Kumar, V. Dushenkov, B. D. Ensley, I. Chet, I. Raskin 1995: Phytoremediation: a novel strategy for the removal of toxic metals from the environment using plants. *Biotechnol.* 13, 468–474.
- Schnoor, J. L., L. A. Licht, S. C. Mc Cutcheon, N. L. Wolfe, L. H. Carreira 1995: Phytoremediation of Organic and Nutrient Contaminants. *Environmental Science and Technology* 29: 318–323.
- Siciliano, S. D., J. J. Germida 1998: Biolog analysis and fatty acid methyl ester profiles indicate that *Pseudomonas* inoculants that promote phytoremediation alter the root-associated microbial community of *Bromus biebersteinii*. *Soil Biology and Biochemistry* 30: 1717–1723.
- Trapp, S., A. Kohler, L. C. Larsen, K. C. Zambrano, U. Karlson 2001: Phytotoxicity of fresh and weathered diesel and gasoline to willow and poplar trees. *Journal of Soil Sediments* 1:71–76
- Vassilev, A., I. Yordanov 1997: Reductive analysis of factors limiting growth of cadmium-treated plants: A review. *Bulgarian Journal of Plant Physiology* 23(3–4): 114–133.
- Walker, D. A. 1987: The Use of the oxygen electrode and fluorescence problems in simple measurements of photosynthesis, Research Institute for Photosynthesis, Produced by University of Sheffield print, U.K.
- Wang, J., C. R. Jia, C. K. Wong, P. K. Wong 2000: Characterization of polycyclic aromatic hydrocarbons created in lubricating oils. *Water, Air, and Soil Poll* 120: 381–396.
- Wettstein, D. 1957: Chloropyll-letale und Submikroskopische Formwechsel der Plastiden. *Experimental Cell Research* 12: 427–433.
- Wittig, R., H.-J. Ballach, A. Kuhn 2003: Exposure of the Roots of *Populus nigra* L. cv. Loenen to PAHs and its Effect on Growth and Water Balance. *Environmental Science & Pollution Research* 10(4): 235–244
- Wright, I. J., B. R. Peter, O. K. Atkin, C. H. Lusk, M. G. Tjoelker, M. Westoby 2006: Irradiance, temperature and rainfall influence leaf dark respiration in woody plants: evidence from comparisons across 20 sites. *New Phytologist* 169: 309–319.
- Xingmao, M., J. Burken 2004: Modeling of TCE Diffusion to the Atmosphere and Distribution in Plant Stems, *Environmental Science and Technology* 38: 4580–4586

Sažetak

Fitoremedijacija je korištenje biljaka i s njima povezanih mikroorganizama u čišćenju okoliša. Od različitih vrsta drveća koje se koriste za fitoremedijaciju na sjevernoj hemisferi, topole (*Populus* sp.) su se pokazale kao najbolji kandidati za tu svrhu. Njihova biologija pionirskih vrsta aluvijalnih tala, koje karakterizira vrlo brzi rast i razvijenost korijenovog sustava sposobnog za apsorpcije velikih količina vode, čini ih idealnim kandidatima za fitoremedijaciju. Rafinerija nafte smještena na obali Dunava u Novom Sadu oštećena je 1999. godine, gdje je, od 73569 tona nafte pohranjene u spremnicima, izgorjelo 90%, 9,9 % se izlilo po tlu, dok je 0,1% iscurilo u Dunav s kontaminiranim područjem od 1,5 ha. Uzimajući u obzir prijašnje rezultate istraživanja, zajedno s ekološkom utjecajem naftne kontaminacije specifičnih uvjeta za uzgoj biljaka na takvome tlu, cilj ove studije bio je istražiti potencijal različitih klonova topola za fitoremedijaciju i procijeniti njihov utjecaj onečišćenja na rast i fiziologiju topola.

U pokusu su korištena tri klona topola iz klonskog arhiva Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu: (i) *Populus × euramericana* klon 'Pannonia'; (ii) *Populus deltoides* klon 'Bora'; (iii) *Populus nigra* × *P. maximowiczii* × *P. nigra* var. *Italica* klon '9111/93' uzgajana u stakleniku u polukontroliranim uvjetima u supstratu koji je sadržavao naftno onečišćenje u vrijednostima od 0,011 do 11,039 g kg⁻¹ ukupnih naftnih ugljikovodika i 0,005 do 6,839 g kg⁻¹ mineralnih ulja. Tijekom rasta biljaka izvršena su mjerenja intenziteta fotosinteze i disanja, aktivnosti nitrata-reduktaze, fluorescencije klorofila, sadržaja slobodnog prolina i sadržaja pigmenata, a nakon prestanka rasta i oblikovanja terminalnog pupa biljkama je izmjerena svježa biomasa nadzemnog dijela i korijena.

Rezultati su pokazali znatni utjecaj naftnog onečišćenja na rast topola. Svježa biomasa nadzemnog (Graf 1.) i podzemnog (Graf 2.) dijela klonova '9111/93' i 'Pannonia' bili su znatno smanjeni s povećanjem stupnja kontaminacije. Međutim, niska razina sirove nafte (tretman 5 %) stimulirala je rast nadzemnog dijela klona 'Bora', dok je rast korijena bio nepromijenjen u biljkama izloženim tretmanima 5 i 25 %.

Tretmani s povećanom koncentracijom nafte utjecali su na nakupljanje prolina u listovima topola (Tablica 2.) u odnosu na kontrolu. Sadržaj prolina topola varirao je od 9,90 do 58,50 µg/g. Značajne su promjene primijećene pri tretmanima 50 i 100 % kod svih klonova. Povećana akumulacija slobodnog prolina u biljkama izloženim naftnom onečišćenju može biti posljedica poremećenog vodnog režima, jer mnogi organizmi, uključujući i više biljke, nakupljaju prolin kao odgovor na osmotski stres zbog suše, visokog saliniteta i hladnoće.

Negativan utjecaj kontaminacije nafte na aktivnost nitrate-reduktaze (Tablica 2.) je bio dobro izražen kod ispitivanih klonova topola. Nedostatak značajnih promjena i značajni poticaj zabilježen je pri tretmanu 5 %, dok je utjecaj daljnjeg povećanja sadržaja nafte u tlu uglavnom utjecao na smanjenu aktivnost enzima.

Naftno zagađenje nije značajno utjecalo na smanjenje intenziteta fotosinteze i intenziteta disanja (Tablica 3.), čak je zabilježeno povećanje pri tretmanu 100%. Fluorescencija klorofila bila je značajno smanjena samo kod klonova 'Bora' i '9111/93', dok kod klona 'Pannonia' nije zabilježen utjecaj naftnog zagađenja.

Promjene sadržaja klorofila i karotenoida u listovima topola (Tablica 4.) u prisutnosti nafte pokazala su klonu specifičnost. Sadržaj klorofila a, klorofila b i ukupnog klorofila u listovima klonova "Bora" i "Pannonia" nije bio znatno promijenjen pod utjecajem tretmana, dok su kod klona '9111/93' te vrijednosti bile znatno smanjene, što može biti u vezi s njegovim smanjenjem biomase. Međutim, tretmani nisu imali značajan utjecaj na sadržaj karotenoida u listovima topola.

Rezultati analize varijance i F vrijednosti za ispitivane parametre (Tablica 5.) pokazali su visok utjecaj tretmana, klonova i njihove interakcije ($p < 0,01$) za sve ispitivane parametre, osim sadržaja karotenoida, što se može objasniti činjenicom da karotenoidi nisu primarni pigmenti fotosinteze i nemaju važnost kao klorofil.

Kao najbolji kandidat za fitoremedijaciju naftom zagađenih tala pokazao se klon "Bora", koji je pokazao najmanji utjecaj tretmana na ispitivane parametre, dok je najveći utjecaj naftnog zagađenja zabilježen kod klona 9111/93. Rezultati ovog pokusa pokazali su značajne razlike između ispitivanih klonova topola te potvrdili da se parametri rasta i fiziološki parametri mogu koristiti kao markeri za selekciju klonova na fitoremedijaciju naftom zagađenih tala, kao i da uspjeh fitoremedijacije nije samo rezultat vrste onečišćenja i njegove razine, svojstva tla i brojnost mikroorganizama, već i pravilnog izbora sorti i klonova. S obzirom na navedene činjenice, i uvažavajući dobivene rezultate, neophodna su daljnja istraživanja usmjerena na analize interakcije biljke-mikroorganizmi-tlo, uključujući i selekciju klonova.

KLJUČNE RIJEČI: topole, fitoremedijacija, naftna kontaminacija, fiziološki parametri



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.

IZLOŽENOST VIBRACIJAMA ŠUMARSKIH RADNIKA U SVJETLU *DIRECTIVE 2002/44/EC*

FORESTRY WORKERS' EXPOSURE TO VIBRATION IN THE CONTEXT OF *DIRECTIVE 2002/44/EC*

Vlado GOGLIA¹, Jozef SUCHOMEL², Josip ŽGELA³, Igor ĐUKIĆ¹

Sažetak

S obzirom na njihovu štetnost, vibracije koje se prenose na rukovatelje mehaniziranim sredstvima rada s prihvatnih ručki ili s volana putem dlana i prstiju, poznate kao vibracije šaka-ruka, nastoje se ograničiti. U nizu kontinuiranih nastojanja da se to postigne, posebice valja istaći "*Directive 2002/44/EC*". U tom se dokumentu na jasan način opisuje postupak utvrđivanja razine izloženosti vibracijama bilo sustava šaka-ruka, bilo čitavoga tijela. Opisani su postupci prilagođeni zahtjevima jasno definiranim međunarodnim normama ISO 5349-1 i 2 te ISO 2631-1, 2 i 3. Izloženosti vibracijama sustava šaka-ruka kod šumarskih radnika valja posvetiti posebnu pozornost, imajući na umu učestalost profesionalnih oboljenja koje one izazivaju. U nastojanju da se mjere zaštite na radu prilagode europskim standardima, donesen je i nacionalni "Pravilnik o zaštiti radnika od rizika zbog izloženosti vibracijama na radu" (NN55/2008). Za područje poljoprivrede i šumarstva primjena spomenutog Pravilnika obvezujuća je od 1. 1. 2012. godine. Kako je dobro poznato, izloženost radnika vibracijama izražava se tzv. energetskim ekvivalentom A(8) koji se određuje po proceduri jasno opisanoj u međunarodnoj normi ISO 5349-1-2001. Vrijednost A(8) je veličina koja ovisi ne samo o razini vibracija pri pojedinim radnim zahvatima, već i o trajanju izlaganja, odnosno trajanju pojedinog radnog zahvata. Samo je po sebi razumljivo da će sveukupno trajanje radnih zahvata tijekom radnoga dana biti izravna posljedica normativa koji su propisani i usvojeni za određene grupe radova u šumarstvu. Stoga, nastojanja da se ograniči izloženost radnika vibracijama podrazumijeva i prilagođavanje vremena izlaganja (Goglia et al. 2011). Iz toga proizlazi da je potrebno žurno pristupiti utvrđivanju razina energetskih ekvivalenata A(8) prema postojećim radnim normativima za sva radna mjesta na kojima se prema učestalosti pojave profesionalnih oboljenja očekuju problemi. Potom valja uskladiti vremena izlaganja s ograničenjima postavljenima i u "*Directive 2002/44/EC*" i u nacionalnom Pravilniku korekcijom radnih normativa.

KLJUČNE RIJEČI: ergonomija, vibracije, izloženost, granične vrijednosti

Uvod Introduction

Poznata je činjenica da kod radnika čije su šake – ruke redovito izložene vibracijama većeg intenziteta, koje se prenose preko dlanova i prstiju, može doći do oštećenja s ni-

zom posljedica koje se obično nazivaju zajedničkim imenom "vibracijski sindrom šake i ruke". Takvim su rizicima izloženi radnici u raznim industrijskim granama različitih zanimanja. Sprječavanje posljedica izlaganja vibracijama iznad dopuštenih razina, odnosno zaštita radnika, problem

¹Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, pp.422, HR-10000 Zagreb

²Technical University in Zvolen, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, Slovakia

³Hrvatske šume d.o.o., Lj. Vukotinića, HR-10000 Zagreb

je s kojim se susreću stručnjaci zaštite na radu u svim industrijskim granama. Posljedice pretjerane izloženosti vibracijama ne samo da nisu male, već su po svojoj učestalosti u sveukupnim profesionalnim oboljenjima zabrinjavajuće. Tako se iz statističkih godišnjaka primjerice može doći do podataka da je u Engleskoj oko 2,2 milijuna radnika patilo od narušena zdravlja kao posljedica radnih uvjeta, od čega se tri četvrtine odnosilo na muskulo-skeletne poremećaje koji nastaju i kao posljedica izloženosti vibracijama (Health and safety statistics in UK. 11/2007). Prema istom izvoru 14% problematičnih radnih uvjeta povezuje se s vibrirajućim alatima, što odgovara i oštećenjima izazvanima vibracijama koja su u Republici Hrvatskoj zastupljena s 13% u sveukupnim profesionalnim oboljenjima (Kacijan, N., 1999). Iz istih se izvora može razabrati da su profesionalna oboljenja izazvana utjecajem vibracija u šumarstvu posebice izražena. Stoga treba pozdraviti čitav niz aktivnosti koje se poduzimaju sa zajedničkim ciljem da se prisutnost vibracija tijekom obavljanja radnih aktivnosti ne odrazi na zdravlje rukovatelja mehaniziranim sredstvima rada. U nizu kontinuiranih nastojanja da se to postigne, posebno valja istaći Directive 2002/44/EC te slijedom iste i nacionalni Pravilnik o zaštiti radnika od rizika zbog izloženosti vibracijama na radu (NN 155/2008). Sukladno jasnoj proceduri opisanoj u međunarodnoj normi ISO 5349-1-2001, izloženost radnika vibracijama izražava se tzv. energetske ekvivalentom A(8). Vrijednost A(8) je veličina koja ovisi ne samo o razini vibracija pri pojedinim radnim zahvatima, već i o trajanju izlaganja, odnosno trajanju pojedinog radnog zahvata. Samo je po sebi razumljivo da će sveukupno trajanje radnih zahvata tijekom radnoga dana biti izravna posljedica normativa koji su propisani i usvojeni za određene grupe radova u šumarstvu. Stoga, nastojanja da se ograniči izloženost radnika vibracijama podrazumijeva i prilagođavanje vremena izlaganja, drugim rječima, usklađivanje normi. Kakvo je stanje izloženosti radnika vibracijama koje se prenose putem dlana i prstiju na radovima u šumarstvu kod kojih se koriste mehanizirana sredstva rada primjenom važećih normativa? Razumljivo je da odgovor na to pitanje mogu dati samo izravna istraživanja na svim radovima u šumarstvu koji se izvode mehaniziranim sredstvima rada s pojačanom emisijom vibracija. Stručna je javnost u Republici Hrvatskoj u mnogo navrata obavještavana o postupcima mjerenja i vrednovanja vibracija (Goglia, V. 1997), kao i o parametrima o kojima pri tom valja voditi računa (Goglia, V. 1996). U posljednjem je istraživačkom razdoblju na području Uprave šuma Koprivnica pokrenuto opsežno istraživanje, upravo s ciljem da se dobije odgovor na pitanja: Kakva je izloženost vibracijama radnika u šumarstvu Republike Hrvatske kod primjene važećih radnih normativa u usporedbi s granično dopustivim izlaganjem? Postoje li ikakve mogućnosti povećanja radnih normativa s tog stajališta ili ih valja smanjivati?

Posljedice po zdravlje uslijed vibracija prenesenih sustavom šaka-ruka

Effects of hand-arm transmitted vibration on health

Izloženost ruku poslužitelja mehaniziranih sredstava rada vibracijama prisutno je u mnogim industrijskim granama. Ona tijekom rada može proizaći kao posljedica rukovanja rotirajućim i udarnim alatima u šumarstvu i poljoprivredi, u proizvodnim pogonima, u rudarstvu, graditeljstvu, kao i u drugim djelatnostima. Izloženost sustava šaka-ruka može proizaći isto tako i iz vibrirajućih predmeta obrade koje proizvodni radnici drže u rukama, ali isto tako i od volana motornog vozila (Goglia, V., et al. 2003). Valja primijetiti da je bilo slučajeva dijagnosticiranih vibracijskih bolesti kod vozača šumskih vozila za privlačenje drva, koji su bili kroz cijeli radni vijek vozači. Pretjerano izlaganje vibracijama može izazvati poremećaje u protoku krvi u prstima, kao i narušavanje neuroloških i motoričkih funkcija šake i ruke. Procjenjuje se da je u EU, kao i u SAD-u 1,7 do 3,6 % radnika izloženo potencijalno štetnim razinama vibracija (ISO 5349-1, Annex B). Problemi koji proističu pretjeranom izlaganju ruku vibracijama sveobuhvatno se razmatraju kao tzv. "hand-arm vibration syndrome (HAVS)" kojim su obuhvaćeni svi periferni krvožilni, neurološki i muskuloskeletni poremećaji. Tako nastali poremećaji priznaju se kao profesionalna oboljenja, kako u Hrvatskoj, tako i u nizu drugih zemalja. Isti su uključeni i u Europsku listu priznatih profesionalnih oboljenja. Spomenuti se poremećaji ukratko mogu opisati:

a) krvožilni poremećaji: radnici kod kojih su posljedice izlaganja vibracijama uznapredovale, često se žale na povremene bolove u rukama, ili na bijele prste koji se obično po-



Slika 1: Fotografija ruke zahvaćene bolešću bijelih prstiju
Figure 1: Vibration-induced white fingers-photo

javljaju pothlađivanjem. Ovaj poremećaj, koji nastaje kao posljedica nedovoljne cirkulacije krvi, naziva se *Raynaudov fenomen* (prema francuskom fizičaru Maurice Raynoudu koji ga je 1862. godine prvi opisao). Za ovaj se poremećaj mogu sresti različiti sinonimi kao: smrt bijelih prstiju, traumatološki vaspastički poremećaj, ili najčešće, bijeli prsti kao posljedica vibracija (*vibration-induced white finger-VWF*). Bjelilo se može pojaviti na jednom ili više prstiju i širi se od vrha prsta prema dnu. Izgled bijelih prstiju prikazuje sl. 1.

Napadi bijelih prstiju, popraćeni bolovima, trncima te gutbitkom stiska i osjeta, u početku se češće pojavljuju tijekom zimskih mjeseci i traju od nekoliko minuta do preko sat

Tablica 1. Ocjena težine oboljenja bijelih prstiju prema Stockholm Workshop Scale iz 1986. (Griffin, M. J., 1990.)

Table 1. Stockholm Workshop Scale (1986), (Griffin, M. J., 1990.)

A) Krvožilna komponenta Vascular component		
Stupanj Stage	Razred Grade	Opis Description
0	–	Bez napada. No attacks
1 _v	Blago Mild	Povremeni napadi koji zahvaćaju vrhove jednog, ili više prstiju Occasional attacks affecting only the tips of one or more fingers
2 _v	Umjereno Moderate	Povremeni napadi koji zahvaćaju distalne ili srednje falange jednog ili više prstiju Occasional attacks affecting distal and middle phalanges of one or more fingers
3 _v	Ozbiljno Severe	Učestali napadi koji zahvaćaju sve falange većine prstiju Frequent attacks affecting all phalanges of most fingers
4 _v	Veoma ozbiljno Very severe	Kao treća faza trofičkim promjenama na prstima As in stage 3 with trophic changes in the fingertips

B) Senzorneuralna komponenta Senzorineural component	
Stupanj Stage	Opis Description
0 _{SN}	Izloženost vibracijama bez simptoma Exposed to vibration but no symptoms
1 _{SN}	Isprekidana ukočenost sa ili bez trnci Intermittent numbness with or without tingling
2 _{SN}	Isprekidana ili neprekidna ukočenost, reducirani osjet Intermittent or persistent numbness, reduced sensory perception
3 _{SN}	Isprekidana ili neprekidna ukočenost, reducirani osjet i pokretljivost Intermittent or persistent numbness, reduced tactile and manipulative dexterity

vremena. Prestaju obično onda kada se zagrije čitavo tijelo. Ako se izlaganje vibracijama nastavi, napadi postaju učestaliji i mogu se pojaviti tijekom cijele godine. U iznimnim slučajevima uznapredovale bolesti, ista može biti popraćena trofičkim promjenama (gnojenje i gangrena). Težina oboljenja ocjenjuje se prema međunarodno prihvaćenoj tzv. *Stockholm Workshop Scale* iz 1986. godine, koja fenomen bijelih prstiju ocjenjuje s dva gledišta: krvožilni i senzorneuralni. Prvi gledište prepoznaje pet razina oboljenja, a drugi četiri razine (tab.1 A)) (Griffin, M. J., 1990). Radi objektivnije dijagnoze bolesti razvijeno je više laboratorijskih testova. Valja istaći činjenicu da se intenzitet pojave bolesti bijelih prstiju u šumarstvu statistički kontinuirano smanjuje od 1970-tih, nakon uvođenja anti-vibracijskih motornih pila lančanicica te uvođenjem organizacijskih mjera kojima se smanjilo vrijeme izlaganja, kako u Europi, tako i u Japanu, (Griffin, M. J., 1997).

b) neurološki poremećaji: izloženost ruku vibracijama može kod radnika izazvati trnce te ukočenost prstiju ili čitave ruke. Ako se izlaganje vibracijama nastavi simptomi se pogoršavaju te mogu imati utjecaj na radnu sposobnost, kao i na svakodnevne aktivnosti. Prema dosadašnjim istraživanjima moguće je zaključiti da se senzorneuralni poremećaji razvijaju nezavisno od ostalih poremećaja izazvanih vibracijama. Stoga je za ocjenu težine te vrste poremećaja u okviru *Stockholm Workshop Scale* predložena posebna skala (vidi (tab.1 B)).

c) muskuloskeletni poremećaji: radiološkim istraživanjima ustanovljeno je da se kod radnika izloženim vibracijama pojavljuju nepovratne promjene u kostima ruku, kao i u zglobovima zapešća. U nekim zemljama (Italija, Francuska, Njemačka npr.) se promjene na kostima i u zglobovima kod radnika koji u radu koriste vibrirajuće alate smatraju profesionalnim oboljenjima, a takvi radnici imaju pravo na obeštećenja. Radnici s dugotrajnim izlaganjima vibracijama obično se žale na slobost mišića, bolove u šakama i rukama. Vibracije isto tako utječu na smanjenje stiska šake. Smatra se da je to izravna posljedica mehaničkog oštećenja periferne živaca.

d) ostali poremećaji: neka su istraživanja pokazala da izlaganje vibracijama pospješuje proces oštećivanja sluha pri izloženosti višoj razini buke. Naime, ustanovljeno je da gutbitak sluha brže nastupa kod radnika koji su istovremeno izloženi i buci i vibracijama, nego li kod radnika koji su izloženi samo istoj razini buke. To se objašnjava smanjenjem protoka krvi prema srednjem uhu uslijed utjecaja vibracija na krvne žile. Neki japanski i ruski istraživači ustanovili su i endokrina oštećenja, kao i oštećenja središnjeg nervnog sustava. Klinička slika, koja se naziva "*vibraciona bolest*", uključuje simptome povezane s disfunkcijama središnjeg nervnog sustava, kao što su trajni umor, glavobolja, poremećaji spavanja, razdraživost, impotencija i elektroencefalografske promjene.

Postupak određivanja dnevne izloženosti vibracijama

Procedure of determining daily vibration exposure

Stručnoj je javnosti poznata činjenica da je sustav šaka-ruka najosjetljiviji na vibracije u frekvencijskom rasponu 6-16 Hz (Goglia et al., 1998; Goglia et al., 2008; Suchomel, J. and Slancik, M. 2005). Uz frekvencijsku karakteristiku samo je po sebi razumljivo da su od važnog značaja još dva parametra za ocjenu opasnosti izlaganja vibracijama. To su:

- razine vibracija ili intenzitet i
- vrijeme izlaganja.

Stvarni intenzitet vibracija treba promatrati uzimajući usporedno u obzir frekvencijsku karakteristiku i razinu vibracija unutar relevantnog frekvencijskog spektra. Stoga međunarodna norma ISO 5349-1-2001 nalaže da se u izvješću o mjerenju vibracija obavezno navedu vrijednosti vrednovanih ubrzanja po osima. Procjena sveukupne izloženosti vibracijama, koje se prenose na ruke, sukladno preporukama iste međunarodne norme obavljaju se vektorskim zbrojem komponenata ubrzanja u pojedinim osima.

Dnevna izloženost, na temelju koje se procjenjuju rizici izlaganja, uključuje i vrijeme izlaganja. Ukoliko se tijekom radnoga dana mijenja razina vibracija ili se mijenja njihova frekvencijska karakteristika, valja dnevnu izloženost izračunati prema relaciji:

$$A(8) = \sqrt{\frac{1}{T_0} \sum_{i=1}^N (a_{hwxi}^2 + a_{hwyi}^2 + a_{hwzi}^2) \cdot T_i}$$

gdje je: T_0 raspoloživo vrijeme od 8 h odnosno 28800 s, $a_{hw(x,y,z)i}$ vrednovana ubrzanja vibracija za pojedine osi i za i-tu operaciju, T_i je vrijeme trajanja te iste operacije, a N je ukupan broj operacija.

Prema prethodnoj relaciji jasno proizlazi da je za određivanje 8-satnog energetskeg ekvivalenta ukupne vrijednosti vrednovanih ubrzanja potrebno:

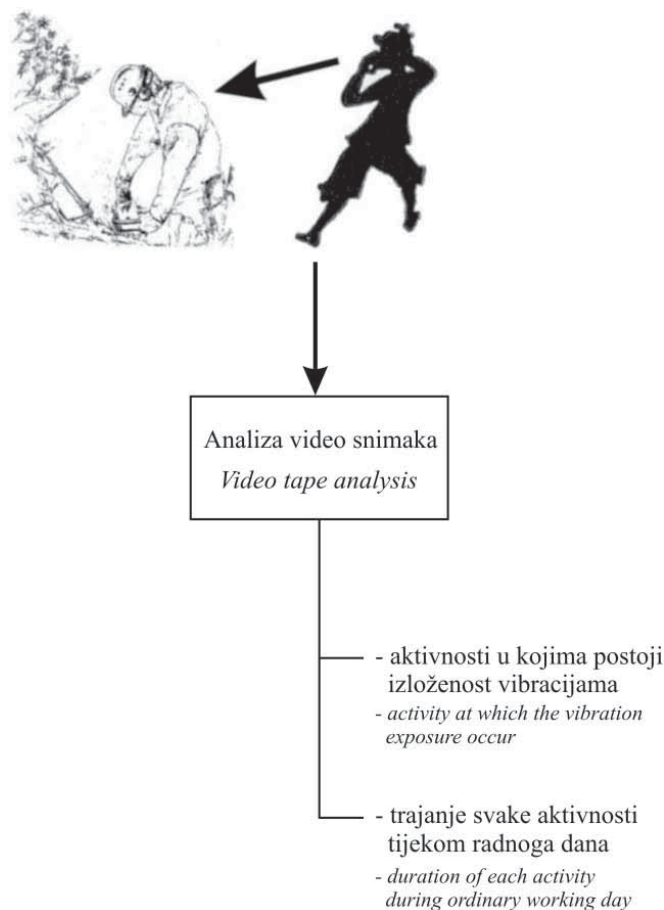
- pažljivo ustanoviti sve aktivnosti pri obavljanju svakodnevnih radnih zadataka tijekom kojih dolazi do izlaganja vibracijama
- odrediti ukupno vrijeme trajanja svake od tih aktivnosti tijekom jednog radnog dana
- izmjeriti razinu vrednovanih ubrzanja po osima za sve aktivnosti
- izračunati dnevno izlaganja $A(8)$
- odrediti postignuti učinak tijekom mjerenja
- ekstrapolirati tako dobivenu vrijednost prema propisanim radnim normativima te procijeniti njihovu primjenjivost. Na osnovi toga valja izvršiti eventualnu korekciju propisanih normative, ukoliko izračunata vrijednost $A(8)$ prelazi granično dopuštene vrijednosti.

Metodologija utvrđivanja $A(8)$

Methodology applied in order to determine $A(8)$

Da bi se ispunili gore postavljeni zahtjevi iznalaženja 8-satnog energetskeg ekvivalenta ukupne vrijednosti vrednovanih ubrzanja, za odabrane poslove i zadatke u uzgojnim radovima kod kojih se koristi motorna pila lančanica, valja ponajprije napraviti preciznu sliku radnoga dana. Jedan od načina koji omogućava dobivanje takve slike je cijelodnevno snimanje filmskom kamerom rada radnika kod kojega se želi utvrditi izloženost vibracijama, kako je to prikazano na sl. 2.

Snimanja kamerom moraju se obaviti tijekom više radnih dana, s ciljem dobivanja reprezentativnog uzorka. Snimke valja potom analizirati. Po analizi treba napraviti popis svih aktivnosti tijekom kojih dolazi do izlaganja vibracijama te utvrditi ukupno vrijeme trajanja svake od tih aktivnosti. Neke osnovne aktivnosti tijekom kojih dolazi do izloženosti vibracijama jedne ili obje ruke pri rukovanju motornom lančanom pilom prikazuje sl. 3.



Slika 2: Shematski prikaz dijela metodologije utvrđivanja vrijednosti $A(8)$

Figure 2: Schematic representation of part of methodology applied in order to determine $A(8)$



Slika 3: Neke aktivnosti rukovanja pilom u praznome hodu a) prenošnje pile lijevom rukom – stražnja ručka b) prenošnje pile desnom rukom – stražnja ručka c) prenošnje pile lijevom rukom – prednja ručka d) prenošnje pile s obje ruke

Figure 3: Some activities during handling the chain saw at idling a) saw handling with the left hand-rear handle b) saw handling with the right hand-rear handle c) saw handling with the left hand-front handle d) saw handling with both hands



Slika 4: Mjerenje vibracija pri rezanju u simuliranim uvjetima

Figure 4: Vibration measurement at cutting in simulated conditions

U stvarnim je uvjetima praktički nemoguće obaviti mjerenja razina vibracija za svaku pojedinu aktivnost. Stoga takva mjerenja treba napraviti na testnom poligonu, u kontroliranim uvjetima. Snimka s poligona na kojemu su simulirani uvjeti rada pri uzgojnim radovima, za potrebe mjerenja razina vibracija za sve aktivnosti tijekom kojih dolazi do izlaganja vibracijama, prikazan je na sl. 4.

Po obavljenim mjerenjima treba napraviti kompleksnu analizu mjernih rezultata za sve aktivnosti. Preporuča se utvrđivanje frekvencijskih karakteristika vibracija po srednjim frekvencijama terci, izračunavanje vrijednosti vrednovanih ubrzanja u tri međusobno okomita smjera kako to nalažu međunarodne norme ISO 5349, odnosno ISO 7505 te na kraju izračunavanje vrijednosti 8-satnog energetskog ekvivalenta ukupne dnevne doze izlaganja vibracijama. Frekvencijske karakteristike vibracija pri pojedinim zahvatima neophodne su kod nastojanja da se ukupna doza izloženosti smanji primjenom prigušnih sredstava, kakve su primjerice antivibracijske rukavice. Prigušna svojstva takvih rukavica moraju biti u skladu s frekvencijskom karakteristikom vibracija čiji se utjecaj nastoji smanjiti.

Zaključak

Conclusion

Stupanje na snagu odredbi i ograničenja koja proističu iz *DIREKTIVE 2002/44/EC*, kao i nacionalnog "Pravilnika o zaštiti radnika od rizika zbog izloženosti vibracijama na radu" nametnut će potrebu utvrđivanja izloženosti radnika vibracijama uz primjenu važećih radnih normi. Biti će to zasigurno zahtjevan i dugotrajan zadatak. Moguće je, da će se neke norme morati mijenjati, kako bi se izloženost radnika vibracijama dovelo u okvire postavljenih ograničenja. Naš će se odnos prema obvezama koja proističu iz niza akata iz područja zaštite na radu, zasigurno morati postupno mijenjati i usklađivati s ustaljenim navikama u uređenim sredinama.

Literatura

References

- Goglia, V. 1996: Neki utjecajni parametri na razinu vibracija motornih pila lančanica. Šumarski list 120, 3–4
- Goglia, V. 1997: Ergonomic parameters of forest mechanisation – measuring and evaluation problems. *Mehanizacija šumarstva* 22(4), 209–217
- Goglia, V., Beljo-Lučić, R., 1998: Some problems of measuring and evaluation whole body and hand-arm transmitted vibrations. *Proceedings of the 26th International Symposium on Agricultural Engineering, Actual Tasks on Agricultural Engineering*, Opatija, 61–68
- Goglia, V., Gospodarić, Z., Košutić, S., Filipović, D., 2003: Hand-transmitted vibration from the steering wheel to drivers of small four-wheel drive tractor. *Applied Ergonomics*, 34(1), 45–49
- Goglia, V., Žgela, J., Đukić, I. 2008: Učinkovitost antivibracijskih rukavica: I dio. Šumarski list CXXXII(3–4), 115–119
- Goglia, V., Žgela, J., Suchomel, J., Đukić, I., 2011: Exposure to hand-arm Transmitted vibration at forest nursery and thinning. *Human Resources Management and Ergonomics* V(1), 45–55
- Griffin, M. J., 1990: *Handbook of human vibration*. Academic Press, London.
- Griffin, M. J., 1997: Measurement, evaluation and assessment of occupational exposure to hand-transmitted vibration. *Occupational and Environmental Medicine*, 54(2), 73–89
- Kacian, N., 1999: Occupational diseases in Croatia, *Work and Safety* 3(1), 83–89.
- Suchomel, J., N. Slancik, 2005: Influence of some ergonomic criteria on modeling and optimization technology in forestry. *Proceedings of the International Conference "Management of human potential in enterprises"*, Zilina, 354–359.
- ... Directive 2002/44/EC Of the European Parliament and of the Council: The minimum health requirement regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (vibration). *Official Journal of the European Communities*, 177. 13–19
- ... Pravilnik o zaštiti od rizika izloženosti vibracijama na radu. Ministarstvo gospodarstva rada i poduzetništva Republike Hrvatske. (NN 155/2008).
- ... ISO 5349-1-2001. Mechanical vibration – Measurement and evaluation of human exposure to hand transmitted vibration. Part 1: General requirements. *International Standard Organization*, Geneva. s. 1–26
- ... ISO 7505-1986. Forestry machinery – Chain saws – Measurement of hand-transmitted vibration. *International Standard Organization*, Geneva. s. 1–8
- ... Health and safety statistics in UK 2006/07. *Health and Safety Executive*, Suffolk. s. 1–31

Abstract

Continuous efforts are being made to limit the harmful vibration transmitted from grip handles and steering wheels of forest machinery to operators' palms and fingers, known as hand-arm vibration. Among these efforts the "Directive 2002/44/EC" definitely holds an outstanding position. The document describes clearly the procedure for determining the level of the hand-arm as well as the whole-body vibration exposure and follows all the requests defined by the International Standards ISO 5349-1 and 2, i.e. ISO 2631-1, 2 and 3. Special attention has to be paid to the exposure of forestry workers to hand-arm vibration, as occupational diseases caused by them are very frequent among this population. In order to adjust the safety measures at work to European standards, national "Regulations on protection of vibration exposure risks at work" (NN55/2008) have been issued. Since January 1, 2012 they are being obligatory in agriculture and forestry. The human exposure to vibration is, as is generally known, expressed in a so called energy equivalent A(8) determined by a procedure described in the International Standard ISO 5349-1-2001. The A(8) value depends not only on the vibration magnitude at individual working operations, but also on the exposure duration, i.e. the duration of each individual operation. Of course, the total duration of all working operations during the working day will be the direct consequence of the quotas set and accepted for various groups of forestry operations. Therefore the efforts to limit the worker's exposure to vibration means exposure time reduction or, in other words, adjustment of the quotas (Goglia et al.2011). So it is necessary to take immediate action and determine the energy equivalent A(8) values according to the existing quotas for all work places with high frequency of occupational diseases. Hereafter, by correcting the quotas vibration exposure times have to be adjusted to the limits set in the Directive 2002/44/EC and the corresponding national Regulations.

KEY WORDS: ergonomics, vibration, exposure, limit values

CRVENI MUKAČ (*Bombina bombina* L.)

Mr. sc. Krunoslav Arač

Naraste u dužinu do 4,5–5 cm. Odozgo je sivo maslinaste boje s tamnozelenim pjegama i pokojom prugom, te mnogobrojnim bradavičastim žlijezdama. Odozdo crni s crvenkasto narančastim mrljama nepravilna oblika i bijelim točkama. Oči imaju crnu okomitu eliptičnu zjenicu. Jezik je tanak, pločast i potpuno prirastao cijelom površinom za čeljust. Noge su kratke, a na vrhovima prstiju nema pločasta proširenja. Stražnje noge imaju razvijene plivajuće kožice. Razmnožava se tijekom proljeća i ljeta, kada se više puta pari u vodi. Jaja odlaže pojedinačno ili u skupinama do 30. Ukupno položi oko 300 jaja među vodenim biljem ili na dnu ako nema vodene vegetacije. Jaja su smeđe boje. Zameci se razvijaju vrlo brzo, tako da punoglavci izlaze za 5–6 dana, a mogu narasti do 4,5 cm. Smeđe su boje s karakterističnom repnom perajom koja ima mrežastu struk-



Karakteristična upozoravajuća obojenost odozdo



Crveni mukač s obojenošću odozgo

tu. Za preobrazbu im je potrebno 3–5 mjeseci. Mali mukači su veličine oko 1,5 cm. Spolno su zreli s 2–4 godine starosti. Boravi u vodi uz koju je jako vezan, ali i na kopnu. Aktivan je uglavnom preko dana i u sumrak kada počinje s jednostavnim, glasnim i ugodnim mukanjem mnoštva jedinki. Glasa se uz pomoć unutarnje vokalne vrećice (rezonatora). Srećemo ga sve do zime koju prezimljuje zakopan u mulju. U slučaju opasnosti, u vodi brzo zaranja i ukopava se u mulj, a na kopnu prebacuje prednje i stražnje noge na leđnu stranu tijela i pokazuje upozoravajuće obojenu donju stranu tijela. Vješto se kreće malim skokovima po tlu, te dobro pliva. Hrani se sitnim beskralježnjacima u vodi i na kopnu. Naseljava nizinska područja srednje i jugoistočne Europe.

U Hrvatskoj je rasprostranjen u nizinskom dijelu, što je i dio južne granice rasprostranjenosti. Zapažamo ga na šumskim putovima u malenim jarcima s vodom, plićacima i uz obalu stajaćica i sporih tekućica. Životni vijek mu je oko 10 godina.

Crveni mukač je strogo zaštićena svojta u Republici Hrvatskoj.

"NAJEZDA PARAZITA U HRVATSKIM ŠUMAMA"¹

Damir Delač, dipl. ing. šum.

U našim medijima već je postala učestala pojava otkrivanje kriminala u Javnim poduzećima, a sudeći prema Vladinom tajnom izvješću, objavljenom javno u tjedniku Globus, Hrvatske šume d. o. o. preuzimaju primat kao najgore, s najviše kriminala i zaposlenih parazita.

Hrvatske šume d. o. o. krive su što državni proračun zjapi prazan, krive su što se naše najveće blago drvo izvozi i pune se inozemne tvornice koje prerađuju našu muku, krive su što naša drvna industrija propada, krive su što napaćeni narod plaća parafiskalni namet (naknada za općekorisne funkcije šume) opravdavajući njime vlastiti nerad, krive su za monopol koji sprječava razvoj poduzetništva itd., itd.

Sličan je primjer i s ostalim djelatnicima državnih službi i poduzeća u vlasništvu države. Uskoro je za očekivati da će se tim ljudima staviti posebne oznake na odjeću kako bi ih građani mogli lakše raspoznati kao uzročnike svih problema ove napaćene države.

Hrvatsko šumarstvo s tradicijom od preko 250 godina izgospodarilo je prirodne šume s izraženom biološkom raznolikošću, koje su jamac stabilnosti u današnjim uvjetima izraženih klimatskih promjena i učestale pojave sušenja šuma u većem dijelu Europe. Vrijednost i ljepotu naših šuma prepoznaju šumarski stručnjaci iz cijeloga svijeta, nažalost ne i mi sami. Ovakve šume osim drveta kao primarnog proizvoda daju i maksimalne općekorisne funkcije, koje su neprocjenjive, a ogledaju se u sljedećem:

- zaštita tla od erozije vodom i vjetrom,
- sprejčavanje bujica i uravnoteženje vodnih odnosa,
- pročišćavanje voda i opskrba izvorišta pitkom vodom,
- povoljni utjecaj na klimu i poljodjelsku djelatnost,
- pročišćavanje onečišćenoga zraka,
- utjecaj na ljepotu krajobrazu,
- osiguravanje prostora za odmor i rekreaciju,
- utjecaj na razvoj turizma,
- očuvanje genofonda i biološke raznolikosti,
- ublažavanje efekta staklenika vezivanjem ugljika itd.

Ovakve šume kakve imamo u Hrvatskoj, zasluga su dvije i pol stoljetne tradicije znanja, mudrosti i rada cjelokupne šumarske struke koju danas predstavljaju Ministarstvo poljoprivrede, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatski šumarski institut Jastrebarsko, Akademija šumarskih znanosti, Hrvatska komora inženjera šumarstva i drvne tehnologije, Hrvatske šume d. o. o., te Hrvatsko šumarsko društvo kao krovna strukovna udruga.

Hrvatske šume d. o. o. kao sljedbenik organiziranog hrvatskog šumarstva formirane su 1990. godine najprije kao Javno poduzeće, a zatim kao trgovačko društvo. Gospodare s 2 mil. ha šuma u državnom vlasništvu RH i pružaju usluge pri gospodarenju 0,6 mil ha privatnih šuma. Organizirano kroz 171 šumariju, 16 Uprava šuma i direkcijom, zapošljavaju 8500 djelatnika, od kojih 1.250 s visokom stručnom spremom.

Šumama se gospodari po visokim znanstvenim i stručnim kriterijima, iako se u javnosti stvara dojam da nitko osim drvosječa u gospodarenju šumama nije potreban.

Hrvatske šume d. o. o. predstavljaju jedan od rijetkih izvora zapošljavanja stanovnika ruralnih područja. Kao jedinstveno poduzeće odigralo je važnu ulogu u vrijeme Domovinskog rata i integracije okupiranih područja.

Svake godine u Hrvatskim šumama priraste 9,6 milijuna m³ drvne mase, a godišnje se sječe 5,4 milijuna m³ bruto. Manje od prirasta siječe se zbog osiguranja potrajnosti, privođenja šuma njihovom optimalnom stanju propisanom normalitetima, te zaštitnom karakteru mediteranskih i submediteranskih šuma. Zatim, ne siječe se u šumama koje su zaštićene prema zakonu o zaštiti prirode, šumama zaštićenima po gospodarskoj osnovi i nažalost još uvijek velikoj površini šuma zagađenoj minama.

U medijima posječenu masu manju od prirasta tumače: eto nisu u stanju iskoristiti niti ono što im priroda poklanja.

Sporne naknade za općekorisne funkcije šume koja osigurava zrak i čistu vodu, elementarne uvjete za opstanak života, smanjuje se s namjerom potpunog ukidanja, i postaju samo teret šumarstva.

¹ Odgovor na članak objavljen pod ovim naslovom u tjedniku "Globus" od 30. svibnja 2012. god. Uredništvo ga uvršćuje u ovu rubriku struci na znanje – upitno je da li će ga odnosni tjednik objaviti.

Od ukupno naplaćenih gotovo 378 milijuna kuna u protekloj godini utrošeno je:

- 74,7 milijuna kuna na **razminiranje** (od čega milijun kuna u privatnim šumama);
- 69,2 milijuna kuna na **protupožarne prometnice** u mediteranskim šumama;
- 44,6 milijuna kuna za **čuvanje** šuma;
- 43,4 milijuna kuna na radove u **privatnim šumama**;
- 19,3 milijuna kuna za **vatrogasne zajednice**;
- 17,3 milijuna kuna za **zaštitu** šuma;
- 3,7 milijuna kuna za **sanaciju opožarenih** površina;
- 10,2 milijuna kuna za **znanstveno-istraživački rad...**

(Podaci prezentirani na Saborskoj raspravi)

Kako bi rasteretili građane od ovog nameta, isti je smanjen za 50%.

Pogledajmo kako se prikupljao:

Od dvadeset vodećih pravnih osoba po uplatama sredstava OKFŠ-a (razdoblje 2007-2011), 13 tvrtki je u **stranom** ili pretežito stranom vlasništvu:

- INA s uplatom od 76,4 milijuna kn u 5 godina;
- HEP s 39 milijuna;
- Konzum s 34,5 milijuna;
- HT d.d. s 25 milijuna;
- Zagrebačka banka 21,5 milijuna;
- PBZ 15,7 milijuna;
- ZG Holding 14 milijuna;
- Erste banka 12 milijuna;
- OMV 11,7 milijuna...

Navedenim pravnim osobama vjerojatno će porasti dobit, ali gdje će ona završiti?

Nigdje se ne objavljuje činjenica da većina drveta posjećenog u državnim šumama završava u domaćim pogonima, a izvozi se samo manji dio, i to onaj za koji ne postoji interes domaćih prerađivača.

Prodajne cijene drveta nisu tržišne, već ih određuje država. Niže su nego u svim zemljama okruženja, a od zemalja EU niže su u načelu 50 %.

Drvoprerađivačima se odobravaju rabati i odgode plaćanja do 90 dana, a sve češći su zahtjevi za otpisivanjem dugovanja ili vraćanje istog u nekretninama, u koje su umjesto u proizvodnju za boljih vremena ulagali naši vrli drvoprerađivači.

Hrvatske šume plaćaju naknadu lokalnim samoupravama izdvajajući za tu namjenu 5 % od prodajne cijene drveta.

Prirodne šume iziskuju daleko veće troškove pri gospodarenju od monokultura koje su zbog brze dobiti uzgojene u većem dijelu Europe. U današnjim okolnostima kada su općekorisne funkcije šume vrednuju i do 30 puta više od

vrijednosti samoga drveta, svi se pokušavaju vratiti prirodnoj šumi kakva je u Hrvatskoj zastupljena s 97 %. Ta je činjenica u Hrvatskoj, koja svoj razvoj temelji na turizmu, najčešće zanemarivana.

Usprkos svemu tome, Hrvatske šume d. o. o. posluju s dobiti koja bi naravno, uz racionalizaciju poslovanja, mogla biti veća, ali postavljajući svoju tvrtku u ovakve uvjete poslovanja pitamo se što je vlasnik, čitaj država, učinila da ona bude bolja.

Hrvatske šume kao veliki centralizirani sustav imaju svoje mane nastale ponajprije općom politizacijom sustava i kadroviranjem po načelu stranačke pripadnosti i poslušnosti. Od toga nije odustajala niti jedna stranačka opcija, iako su napravljene tri studije ni po jednoj nije proveden proces restrukturiranja. U takvim se okolnostima razvio niz negativnih pojava, od kojih su mnoge u ovom trenutku u nadležnosti pravosuđa.

Cijelo se poduzeće pribija na stup srama, a država kao vlasnik sada još većom politizacijom spašava poduzeće, valjda samo od sebe. Pišu se članci koji diskreditiraju pojedince, ali i cijelu šumarsku struku. Pri tomu zapanjuje količina zločestoće, zlonamjernosti i neznanja. Ako je to scenarij pripreme rasprodaje i koncesijama nad šumama, onda se dobro provodi.

Nije li na tom tragu, po prvi puta u povijesti i brisanje imena šumarstva iz resornog ministarstva.

Time se kriminalizira rad tisuća ljudi koji stručno i odgovorno obavljaju svoj posao, paušalno se nabacuje s iskrivljenim podacima o sustavu i pojedincima.

Primjerice u članku u tjedniku Globus objavljeno je Vladino tajno izvješće; Hrvatske šume, najezda parazita. Ružnim tekstovima govori se o ljudima na radnom mjestu savjetnika u Hrvatskim šumama d. o. o. Ovakva radna mjesta postoje u u svim sličnim, pa i privatnim tvrtkama, u svijetu, a na njih se postavljaju ljudi koji pred kraj karijere prepustaju operativna radna mjesta mlađim perspektivnim kadrovima (kod nas drugim stranačkim opcijama). Uglavnom su to časni i poštteni ljudi koji nisu svojom voljom na tim radnim mjestima.

Prozvan je kolega Herman Sušnik, dipl. ing. šum. i proglašen je neradnikom i parazitom. Poznavajući ga, siguran sam da zbog svojih moralnih načela i samozatajnosti on neće javno reagirati. Da li autor članka poznaje životni put ovoga čovjeka, koji je u šumarstvu prešavši sve stepenice stručnog razvoja, svojim radom, znanjem, radoholičnošću i poštenjem stekao ugled u cijeloj struci, a za vrijeme obavljanja mandata državnog tajnika u MRRŠVG i u mnogo širim krugovima. On sigurno ne bi spomenuo da je Domovinski rat proveo na frontu kao zapovjednik bojne. Završetkom mandata u Ministarstvu vratio se na mjesto odakle je i krenuo u Upravu šuma podružnicu Delnice, ali na niže radno

mjesto i plaću nego što je imao prije odlaska u Ministarstvo. Možda je kolega Sušnik samo slučajno, kao koleteralna žrtva, u namjeri razotkrivanja i demontiranja Hrvatskih šuma d. o. o. kao prepreke na putu rasprodaje i koncesioniranja šuma Hrvatske, oklevetan u tjedniku Globus, no nanesena mu je golema nepravda.

Kao tajnik Hrvatskoga šumarskoga društva, strukovne udruge osnovane prije 166 godina, bez primisli da kritiziram časnu novinarsku struku, molim za objektivnost i kompetentnost kod pisanja sličnih, pa i ovakvih možda i naručenih članaka.

U vašim je rukama snažno oružje, nadam se i odgovornost.

Prof. dr. sc. IGOR ANIĆ – NOVI REDOVITI ČLAN HRVATSKE AKADEMIJE ZNANOSTI I UMJETNOSTI

Prof. dr. sc. Milan Glavaš

Dr. sc. Igor Anić, redoviti sveučilišni profesor, na izbornoj skupštini održanoj 10. svibnja 2012. godine izabran je za redovitog člana Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti u Razred za prirodne znanosti. U ovom članku prikazuju se biografija te nastavna i znanstvena djelatnost našega novoga akademika Igora Anića. Da bi slika bila jasnija, osvrnut ćemo se i na HAZU, njen Razred za prirodne znanosti, s popisom svih dosadašnji akademika šumara.

Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti

Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti je najviša znanstvena i umjetnička ustanova u Republici Hrvatskoj. Na idejama Hrvatskog narodnog preporoda, Hrvatski Sabor je 29. travnja 1861. godine svojim zaključkom pokrenuo postupak njezina osnivanja. Posebne zasluge za to je imao biskup Josip Juraj Strossmayer, koji je bio Akademijin utemeljitelj i pokrovitelj. U početku je nosila naziv Jugoslaven-ska akademija znanosti i umjetnosti, kao i od 1945. do 1991. godine. Naziv Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti dodijeljen joj je u razdoblju Drugoga svjetskog rata i ponovo 1991. godine. Znanstveni i umjetnički rad Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti organiziran je danas u njezinih 9 razreda, 15 znanstvenih vijeća i odbora, 4 muzejsko-galerijske jedinice te u 22 znanstveno-istraživačke jedinice (zavodi). Za nas su zanimljivi 3. Razred za prirodne znanosti, Znanstveno vijeće za poljoprivredu i šumarstvo i Znanstveno vijeće za zaštitu prirode.

Članstvo u Akademiji je priznanje za osobite uspjehe postignute na područjima znanosti, odnosno umjetnosti. Akademija bira nove članove svake dvije godine. Prijedlog za izbor članova mogu dati akademijini razredi (za akademika Igora Anića prijedlog je dao Razred za prirodne znanosti), Vijeća fakulteta i umjetničkih akademija, Sveučilišni senat i Znanstvena vijeća znanstvenih organizacija. Članovi Akademije su počasni, redoviti, dopisni i suradnici.

Svrha djelovanja joj je samostalno istraživanje i svestrano poticanje znanosti i umjetnosti. Akademija djelatnost organizira u svojim razredima, znanstvenim i umjetničkim jedinicama, vijećima i drugim tijelima, a istraživačkoj djelatnosti poklanja posebnu pozornost. U gradovima diljem Hrvatske HAZU ima ustrojene različite jedinice. Među njima šumarska se struka svojim aktivnostima posebice iskazala u Centru za znanstveni rad Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti u Vinkovcima.

Razred za prirodne znanosti

Razred za prirodne znanosti u širem smislu u svom sastavu ima dvije skupine znanosti, biološke i geološke. Radni sastav razreda čine redoviti članovi, a u širi njegov sastav ulaze dopisni članovi i članovi suradnici. Razredu je na čelu tajnik. Razred za prirodne znanosti danas broji 18 redovitih članova (2 šumara) i 11 članova suradnika. Razred za prirodne znanosti je u proteklom desetljeću organizirao nekoliko značajnih znanstvenih skupova sa središnjim šumarskim temama. To su:

- Retrospektiva i perspektiva gospodarenja šumama hrasta lužnjaka u Hrvatskoj, Vinkovci, 2003.
- Poljoprivreda i šumarstvo kao proizvođači obnovljivih izvora energije, Zagreb, 2006.
- Prašumski ekosustavi dinarskoga krša i prirodno gospodarenje šumama u Hrvatskoj, Zagreb, 2007.
- Šume hrasta lužnjaka u promijenjenim stanišnim i gospodarskim uvjetima, Zagreb, 2008.
- Poljoprivreda i šumarstvo hrvatskoga Sredozemlja na pragu Europske unije, Split, 2011.

Prije održavanja skupova u ediciji HAZU tiskani su Zbornici sažetaka, a kasnije Zbornici radova. S posljednjeg skupa Zbornik radova je u završnoj fazi pripreme za tisak.

Šumari akademici

Hrvatsko šumarstvo je iznjedrilo velik broj svjetski uglednih znanstvenika koji su svojim djelima utemeljili šumarsko obrazovanje i znanost u domovini i izvan nje. Šumarska struka je ponosna na svoje znanstvenike, a posebice na one čiji je znanstveni doprinos priznat članstvom u HAZU i drugim Akademijama. Ovu priliku koristim da ih navedem na jednom mjestu, i to redom kada su postali akademici.

Akademik ALEKSANDAR UGRENOVIĆ, redoviti profesor Uporabe šuma sa trgovinom i industrijom drveta i Šumarske politike (Zagreb, 1883–Zagreb, 1958). Za redovitog člana JAZU izabran je 1948. godine. Bio je dopisni član Čehoslovačke akademije za poljoprivredne znanosti u Pragu i počasni član Talijanske akademije za šumarske znanosti u Firenci.

Akademik MILAN ANIĆ, redoviti profesor Uzgajanja šuma i Šumarske fitocenologije (Plitvički Ljeskovac, 1906–Zagreb, 1968). Od 1958. godine bio je dopisni član Talijanske akademije za šumarske znanosti u Firenci, a 1968. godine izabran je za redovitog člana JAZU.

Akademik MIRKO VIDAKOVIĆ, redoviti profesor Dendrologije i Šumarske genetike s oplemenjivanjem šumskoga drveća (Svetozar Miletić, 1924–Zagreb, 2002). Izvanredni član JAZU postao je 1969.g., a redoviti 1981. godine. Za počasnog člana Akademije šumarskih znanosti izabran je 1997. godine.

Akademik DUŠAN KLEPAC, redoviti profesor Uređivanja šuma (Čabar, 1917–Samobor, 2006). Za izvanrednog člana JAZU izabran je 1977., a za redovitoga HAZU 1991. godine. Bio je počasni član osnivač Meksčke akademije šumarskih znanosti 1976. godine. Počasni član Talijanske akademije za šumarske znanosti u Firenci bio je od 1976. godine. Za redovitog člana Akademije šumarskih znanosti izabran je 1997. godine.

Akademik SLAVKO MATIĆ, redoviti profesor Uzgajanja šuma i Osnova šumarstva (Livno, 1938). Za redovitog člana



HAZU izabran je 2004. godine. Redoviti je član i predsjednik Akademije šumarskih znanosti od njenog osnutka 1996. godine. Predsjednik je Znanstvenoga vijeća za poljoprivredu i šumarstvo HAZU i voditelj Akademijina Centra za znanstveni rad u Vinkovcima.

Akademik IGOR ANIĆ, redoviti profesor Uzgajanja šuma (Knin, 1967). Za člana suradnika HAZU u Razredu za prirodne znanosti izabran je 2006., a za redovitoga 2012. godine. Od 2010. godine izvanredni je član Akademije šumarskih znanosti. Od ožujka ove godine imenovan je voditeljem Arboretuma HAZU u Trstenu.

Osim navedenih, na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu predavali su i sljedeći akademici:

Akademik DRAGUTIN GORJANOVIĆ KRAMBERGER, redoviti profesor Geodezije i Paleontologije na Mudroslovnom fakultetu (Zagreb, 1856–Zagreb, 1936). Godine 1891. izabran je za dopisnog člana JAZU.

Akademik ANDRIJA MOHOROVIČIĆ, geofizičar, profesor na Šumarskoj akademiji u Zagrebu (Volosko, 1857–Zagreb, 1936). Bio je dopisni član JAZU od 1893., a redoviti od 1898. godine. Tajnik Matematičko-prirodoslovnog razreda JAZU bio je od 1918. do 1922. godine.

Akademik IVO PEVALEK, redoviti profesor Botanike (Novigrad Podravski, 1893–Zagreb, 1967). Bio je dopisni član JAZU od 1927., a redoviti od 1960. godine.

Akademik MIHOVIL GRAČANIN, redoviti profesor Pedologije (Skela na Drini, 1901–Zagreb, 1981). Bio je redoviti član JAZU do 1951. godine te dopisni član Češkoslovačke akademije poljoprivrednih znanosti u Pragu od 1936. godine.

Akademik MIROSLAV TAJDER, redoviti profesor Petrografije i mineralogije (Vukovar, 1909–Zagreb, 1983). Dopisni član JAZU postao je 1954., a redoviti 1958. godine.

Životopis akademika Igora Anića

Akademik Igor Anić rođen je 1967. godine u Kninu, gdje je završio osnovnu i srednju školu. Na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu diplomirao je 1992. godine. Iste godine zaposlio se kao mladi istraživač na Katedri za uzgajanje šuma na Šumarskom fakultetu u Zagrebu. U suradničko zvanje mlađeg asistenta izabran je 1993. godine. Poslijediplomski studij iz Silvikulture završio je 1996. godine, obranivši znanstveni magistarski rad pod naslovom "Pomlađivanje i razvoj sastojina poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl) u središnjoj Hrvatskoj". Nakon toga, 1997. godine izabran je u zvanje asistenta. Disertaciju pod naslovom "Uspijevanje i pomlađivanje sastojina poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl) u Posavini" obranio je 2001. godine. Slijede nastavna i znanstvena napredovanja: viši asistent 2001., docent 2003., izvanredni profesor 2007., znanstveni savjetnik 2009. i redoviti profesor 2011. godine.

Tijekom 20-godišnjeg rada akademik Igor Anić dao je važne priloge u razvoju koncepta prirodnog uzgajanja šuma, i to u poznavanju morfologije, strukture, njege, obnove i revitalizacije poplavnih šuma te u razvoju istraživanja naših prašuma. U stručnoj praksi angažiran je na rješavanju problema uzgajanja gospodarskih šuma, kao i onih u sklopu zaštićenih objekata prirode. Za potrebe hrvatske šumarske prakse razvija program njege sastojina u mlađim razvojnim stadijima šuma hrasta lužnjaka, istražuje mogućnosti obnove nasada topola nakon višekratnih oplodnji, bavi se bukovno-jelovim šumama NP Plitvička jezera.

Akademik Igor Anić voditelj je usmjerenja Uzgajanje šuma i lovno gospodarenje na poslijediplomskom doktorskom studiju. Nastavnik je uzgajanja šuma na preddiplomskom, diplomskom i poslijediplomskom studiju. Akademске godine 2004/05. imenovan je gostujućim profesorom uzgajanja šuma na Mendelovom sveučilištu u Brnu. Bio je mentor 48 diplomskih i završnih radova, 6 magistarskih radova i 2 disertacije. Kao član povjerenstava bio je pri obrani mnogih radova svih navedenih stupnjeva. Bio je vodič brojnim ekskurzijama stručnjaka, studenata i profesora, kako do-

maćih, tako i iz inozemstva. U posljednjih sedam godina organizira međunarodnu razmjenu studenata i profesora šumarstva iz Češke, Austrije i Hrvatske.

Akademске godine 2005/06. bio je prodekan za međunarodne odnose našega Fakulteta. Član je Povjerenstva za potvrdu izbora u zvanja Vijeća biotehničkog područja Sveučilišta u Zagrebu. Danas obnaša dužnost predstojnika Zavoda za ekologiju i uzgajanje šuma na matičnom fakultetu.

Kao voditelj i suradnik radio je na 17 znanstvenih projekata. Sudjelovao je na 38 domaćih i međunarodnih znanstvenih skupova. Bio je član organizacijskog, znanstvenog i programskog odbora 9 znanstvenih skupova. U razdoblju od 1996. do 2006. bio je urednik, a od 2006. do 2009. godine glavni urednik Glasnika za šumske pokuse. Član je uređivačkog odbora Šumarskog lista i časopisa Croatian Journal of Forest Engineering. Uredio je nekoliko znanstvenih knjiga, sveučilišnih udžbenika i zbornika radova s domaćih i međunarodnih znanstvenih skupova. Recenzirao je članke u inozemnim časopisima te znanstvene projekte i studentske programe. Predsjednik je Razreda inženjera šumarstva Hrvatske komore inženjera šumarstva i drvne tehnologije, te član nekoliko domaćih stručnih udruga. Vodio je znanstvenu grupu Poplavni i obalni ekosustavi međunarodne znanstvene asocijacije IUFR0. Predstavnik je Republike Hrvatske i član upravnoga vijeća međunarodne asocijacije Pro Silva Europa.

Tijekom svoga rada objavio je 93 znanstvena rada, 17 stručnih radova i još 55 različitih članaka. Za studente Šumarskog fakulteta napisao je 4 skripte. Suautor je 20 poglavlja u 10 znanstvenih i stručnih knjiga, monografija i priručnika.

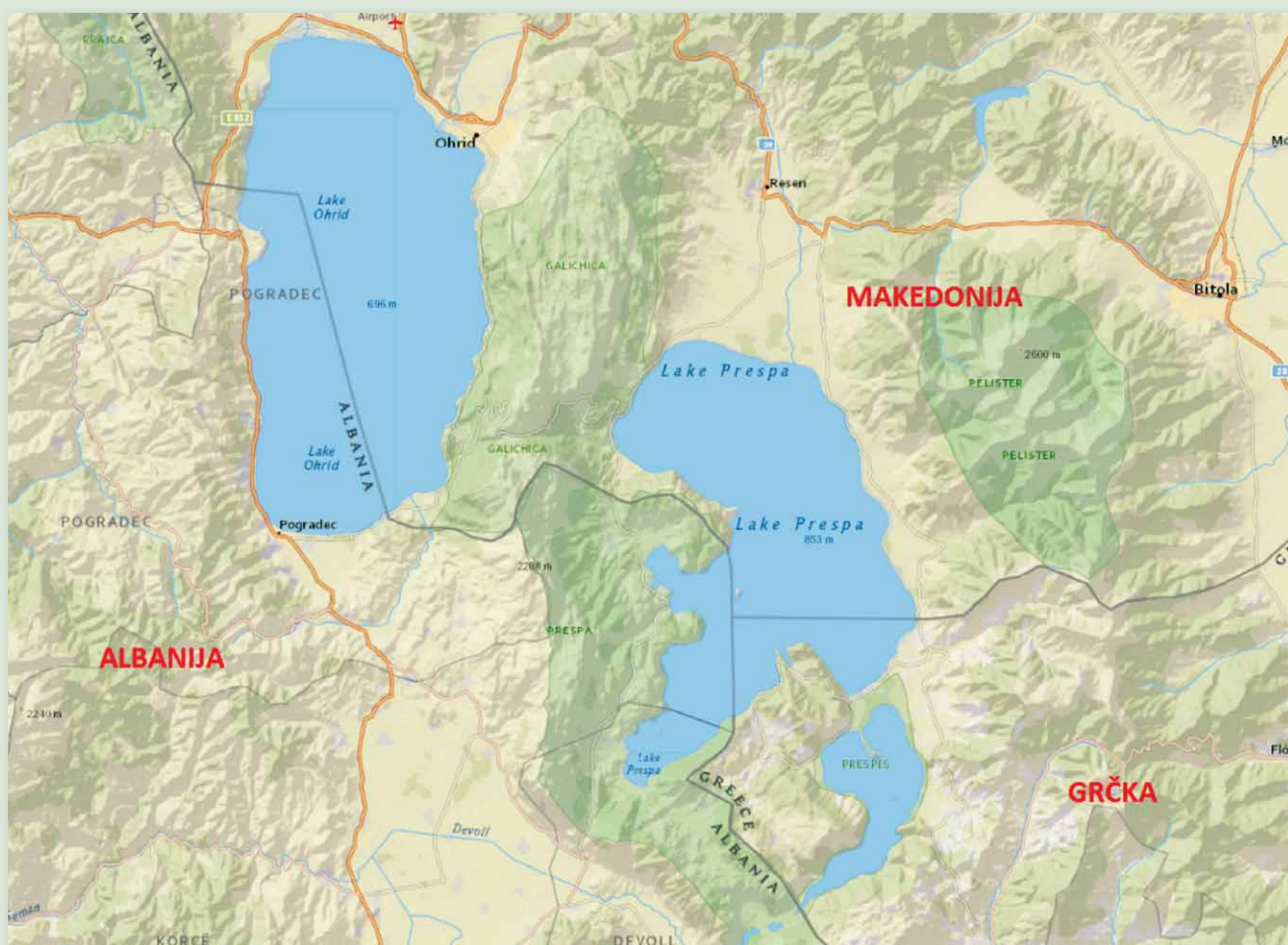
Na kraju treba naglasiti da Igor Anić s Hrvatskom akademijom znanosti i umjetnosti intenzivno surađuje, posebice od 2006. godine kada je izabran za člana suradnika u Razred za prirodne znanosti. U proteklih 5 godina inicirao je i sudjelovao u organizaciji 3 znanstvena skupa, od kojih dva međunarodna. Za sve je njih uredio Zbornike sažetaka i Zbornike radova. Sudjelovao je na okruglom stolu, recenzirao knjige i znanstvene radove za potrebe HAZU. Na znanstvenim skupovima u organizaciji HAZU prezentirao je 9 znanstvenih radova koji su objavljeni u njenim edicijama.

Za višegodišnji rad na dobrobit šumarstva Igor Anić je 2006. godine dobio zaslužen priznanje od Hrvatskog šumarskog društva. Priznanje za cjelokupan znanstveni i nastavni rad i velik angažman u HAZU dobio je najveće moguće priznanje, a to je izbor u redovitog člana Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti, Razred za prirodne znanosti.

Vjerujem da je to kolegi Igoru Aniću veliko zadovoljstvo, a šumarskoj struci izuzetan ponos. Uz želje daljnjeg uspješnog rada, osobno mu uručujem iskrene čestitke.

ZANIMLJIVOSTI S PRESPANSKOGA JEZERA

Prof. dr. sc. Jozo Franjić i Daniel Krstonošić, dipl. ing. šum.



Geografski smještaj područja Prespa.

U razdoblju od 19. do 23. svibnja 2012. godine održavao se simpozij "The 9th European Dry Grassland Meeting" na temu *Suhi travnjaci Europe: ispaša i upotrebljivost ekosustava* (Dry grasslands of Europe: Grazing and Ecosystem Services). Skup je organizirala Europska asocijacija za istraživanje suhih travnjaka (European Dry Grassland Group / EDGG/) koja pripada najvećoj svjetskoj asocijaciji za istraživanje vegetacije (International Association for Vegetation Science / IAVS/). Na skupu je bilo oko 200 sudionika, najvećim dijelom iz Europe, ali je bilo sudionika i iz Australije, Japana, Kine, Turske i dr. Mi smo bili jedini predstavnici iz Hrvatske i prezentirali smo klasifikaciju i ekološke značajke mediteranskih travnjaka u Hrvatskoj (Classification and



Crataegus orientalis M. Bieb.



Pyrus amygdaliformis Vill.



Juniperus foetidissima (lijevo) i *J. excelsa* (desno).

ecology of Mediterranean grasslands / *Thero-Brachypodietea*/ in Croatia). Za vrijeme trajanja simpozija održane su tri ekscurzije na širem području oko Prespanskoga jezera, gdje smo vidjeli mnoštvo rijetkih i zaštićenih biljnih i životinjskih vrsta. U daljnjem tekstu dajemo samo kratak presjek zanimljivosti područja Prespa.

Područje Prespa smješteno je u sjeverozapadnome dijelu Grčke, na visini od oko 850 m n. v. Nalazi se na tromeđi

Albanije, Makedonije i Grčke. Čine ga veliko (Megali) i malo (Mikri) Prespansko jezero. Okruženo je lancem okolnih planina. Veliko jezero zauzima ukupnu površinu od 280 km² (od čega se svega 37 km² nalazi na području Grčke), dok se Malo jezero proteže na površini od 44 km² i gotovo u cijelosti pripada Grčkoj strani. Prespansko jezero nije bilo oduvijek razdijeljeno. Prije nekoliko tisuća godina došlo je do formiranja tjesnaca akumulacijom sedimenata nošenih



Šuma pitome i divlje foje (*Juniperus foetidissima* Willd. i *J. excelsa* M. Bieb. – tamnozeleno) i makedonskoga hrasta i šimšira (*Quercus trojana* Webb i *Buxus sempervirens* L. – svijetlozeleno).



Puzava šljiva ili trnula (*Prunus prostrata* Labill.).



Sorbus umbellata (Desf.) Fritsch.

obližnjim potokom Agios Germanos, koji se ulijeva u Veliko jezero. Malo jezero je više za 8 m od velikoga. Razina vode u Velikom jezeru opada tako da je prije 40 godina bila viša za 7 m. Voda u jezero dopijeva podzemnim izvorima i od nekoliko riječica koje se ulijevaju u jezero. Veliko Prespansko jezero udaljeno je samo 10 km od Ohridskoga jezera, ali leži na 150 m višoj razini. S Ohridskim jezerom povezano je brojnim podzemnim kanalima u krškom materijalu planine Galičica, pa su poznati i brojni ponori iz kojih voda otječe u Ohridsko jezero.

Ovim područjem prevladava mješavina mediteranske i srednje-europske klime, djelomično zbog samoga utjecaja jezera, koja održavaju blage klimatske prilike. Srednja godišnja temperatura kreće se oko 11–11,5 °C. Ljeto je umjerenno suho i srednja temperatura poraste do 22 °C, dok je zima prilično hladna s dugotrajnim mrazom i temperaturnom 1–2 °C. Srednja godišnja količina oborina iznosi oko 665 mm.

Više godina nakon grčkoga građanskog rata, područje uz jezero na grčkom dijelu bilo je gotovo nenaseljeno. Zbog





Prunus cocomila Ten. (= *P. pseudarmeniaca* Heldr. et Sart. ex Boiss.).



Medvjeda lijeska (*Corylus colurna* L.).

Acer marsicum Guss. (= *A. campestre* ssp. *marsicum* / Guss./ Hayek) – taksonomski nejasna vrsta (morfološki je između vrsta *A. campestre* L. i *A. monspesulanum* L.).





Divovska rašeljka (*Prunus mahaleb* L.).

ratnih prilika i kasnije teške neimaštine većina stanovnika se raselila (naročito slavenski dio). Tek od 1970-tih počeo je povratak stanovnika razvojem turizma. Domicilno stanovništvo prespanskoga područja danas uglavnom živi od stočarstva, ribarstva, poljoprivrede i turizma, te je gotovo



Balkanski kozolist (*Lonicera formanekiana* Halacsy).

nemoguće naići na komadić zemlje na kojemu ljudska ruka nije ostavila traga. No, suživot čovjeka i prirode, potkrijepljen mudrim upravljanjem prirodnim sredstvima ostavit će svakog ljubitelja prirode bez daha. Danas oba jezera pripadaju općini Prespa, što jamči da će tim jedinstvenim močvarnim područjem uvijek biti gospodareno i upravljano u suradnji s lokalnom upravom i nevladinim organizacijama.

Geomorfološka raznolikost, hidrološki, pedološki i klimatski uvjeti, trajna geopolitička udaljenost kao i ljudske aktivnosti, oduvijek su bili i još uvijek jesu navažniji čimbenici koji su doveli do formiranja raznolikih staništa na području Prespe. Iznimno velik broj biljnih i životinjskih vrsta na tako malom području, Prespu smješta među najvažnija zaštićena područja Svijeta. Cijelo područje nacionalnoga parka 1974. god. proglašeno je močvarom od međunarodne važnosti u okviru Ramsarske konvencije. Zbog rijetkih i endemičnih vrsta flore i faune područje Prespanskoga jezera 2000. godine proglašeno je (prvi puta u jugoistočnome dijelu Europe) i prekograničnim Parkom prirode. Nacionalnim parkom, od ukupno 327 km², proglašeno je 2009. godine. Čitavo područje prespanskoga bazena nalazi se pod Europskom mrežom očuvanih prirodnih područja Natura 2000 bazirano na Direktivi 92/43/EEC i 79/409/EEC, kao "Područje interesa za zajednicu" i "Posebno zaštićeno područje".

Od ukupno 400 vrsta ptica s područja cijele Grčke, u Prespi je zabilježeno preko 260 vrsta, od kojih se čak oko 140 gnijezdi na ovome području. Mnoge od tih vrsta, poput maloga vranca, rijetke su i prijete im izumiranje. Na ovome području nalazi se 2 od ukupno 7 endemičnih vrsta pelikana u Europi. To su veliki bijeli pelikan i dalmatinski pelikan, koji sa svojih 1000–1100 parova na ovome području čini ujedno i jednu od najbrojnijih reproduktivnih kolonija u Svijetu. Ovo se područje također nalazi u deset najvažnijih sredozemnih područja za slatkovodne ribe (9 od 17 vrsta riba su endemične). Ukupno je zabilježena 21 vrsta gmazova (razne kornjače, zmije i gušteri, među kojima posebno mjesto zauzima mrki gušter kao endem Balkana). Preko 60 vrsta sisavaca živi na ovome području, uključujući šišmiše, šumske miševe, vjeverice, ježeve, jazavce, divlje svinje, lisice, divlje mačke i četiri najrjeđa kopnena sisavca Europe – sivi vuk, smeđi medvjed, vidra i divokoza.

Počevši od močvarnoga područja na oko 850 m n. v., pa sve do planinskih travnjaka koji su preko 2000 m n. v., postoji nekoliko vegetacijskih zona s brojnim biljnim vrstama. Na području Prespe zabilježeno je preko 1500 vrsta (oko 25 % od ukupne grčke flore), od kojih je većina rijetka i zaštićena međunarodnim europskim i grčkim zakonima. Zbog udaljenosti i izoliranosti samoga područja, većina biljnih vrsta je endemična i može se naći samo u ovome dijelu Svijeta. Jedna od tih zasigurno je i prespanski suncekret (*Centaurea prespans* Rech. f.). Bijeli sunovrat (*Narci-*



Sukcesija vegetacije započinje sa šimšiom (*Buxus sempervirens* L.) i ide prema šumi makedonskoga hrasta (*Quercus trojana* Webb).



Šuma makedonskoga hrasta (*Quercetum trojanae* /Em et Horvat 1950/ Em 1958).

ssus poeticus L. ssp. *poeticus*) u području jugozapadnoga dijela Prespe formira svoju posljednju veću skupinu biljaka. Posebno značenje Nacionalnom parku pridaje i osebujna šuma divlje i pitome foje (*Juniperus excelsa* M. Bieb. i *Juniperus foetidissima* Willd.), koja je označena kao Biogenetički rezervat u kojemu neka stabla dostižu i do 400 godina starosti. Također značajno obilježje Prespi daje i šuma ma-

kedonskoga hrasta (*Quercus trojana* Webb) i šimšira (*Buxus sempervirens* L.), te šuma hrasta sladuna (*Q. frainetto* Ten.) i cera (*Q. cerris* L.). U najvišim dijelovima javljaju se bukove šume (*Fagus sylvatica* L.) i šume makedonske jele (*Abies borisii-regis* Mattf.). Važno je napomenuti da se uz planinske potoke javlja obična breza (*Betula pendula* Roth), kojoj je Prespa južna granica rasprostranjenosti.



Dalmatinski nesit (*Pelecanus crispus* Bruch) – simbol Prespanskoga jezera.

LOV POLJSKIH KOKA

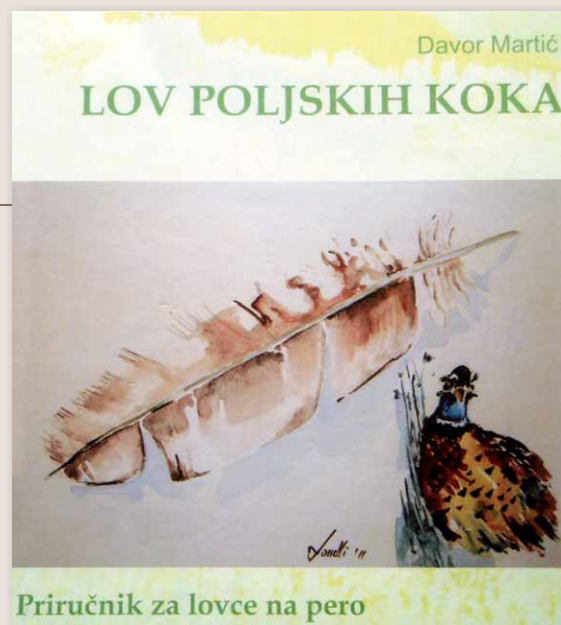
Alojzije Erkočić, dip. ing. šum.

Pisati o poljskim kokama, pa i o njihovom lovu, nije lako. O toj našoj još uvijek najlovljenijoj sitnoj pernatost divljači mnogo se pisalo. Nema knjige, brošure, priručnika, kao ni brojnih drugih članaka koji su iz svog izvora gledanja obrađivali tu "k malom lovu spadajuću korisnu pernatu divljač", kako ju je još krajem 19.st. "krstio" šumarnik Fran Žaver Kesterčanek. Ipak, svaki novi izvor, svaki novi pisani uradak otkriva nam o jarebici kamenjarki, trčki, fazanu, prepelici nešto novo. Tako je i s monografskim djelom *Lov poljskih koka* Davora MARTIĆA, osnivača i glavnog urednika splitske "Dobre kobe", mjesečnika za lovce, ljubitelje pasa i prirode. Kad se objedini stručno znanje i iskustvo "meštra" tog "veličanstvenog, viteškog i neponovljivog lova na divljač našega podneblja" i sve to pretoči u pisanu riječ izvrsnog stilista, evo nam još jedne dobre knjige o našoj pernatost divljači. "Monografiju *Lov poljskih koka*", stoji u uvodniku knjige, "napisao sam za sve časne i etičke lovce na pero, ne da ih učim ili podučim, nego da ih podsjetim na pravilan lov...", posebno napominjući da tim pticama "svaki put lovac valja pružiti priliku da pobjegnu, da odlete. Ako ne zbog drugoga, onda zbog toga što smo mi ljudi, lovci s praiskonskom naravi, već stoljećima ugušili instinkt predatora. Nismo više ono što smo bili, kada nam je život ovisio o ulovu."

Pitanje migracija sitne pernate divljači

Monografija je obima 152 stranice velikog enciklopedijskog formata (33,5x23,5 cm). Bez Uvoda i Priloga, podijeljena je u dvanaest poglavlja s potpoglavljima, koja predstavljaju posebne manje cjeline pa se mogu čitati i izučavati kao zasebni dijelovi. Tekst je obogaćen s 56 kolor fotografija Radoslava BEKAVCA, Dragutina MILANOVIĆA i Marija TODORIĆA, te s gotovo istim brojem izvornih crteža. Naslovnica i zaslovnica svakog poglavlja ilustrirana je fotografijom dotične vrste divljači o kojoj se govori ili pak s prizorima iz lova (rad pasa ptičara, uzgojna volijera, krajolik). Izdavač i suizdavač knjige su *Dobra kob* d.o.o i *Slobodna Dalmacija* d.d. Split, grafičku pripremu potpisuje Siniša BEBIĆ, a tiskala ju je Tiskara Slobodna Dalmacija.

Prvih deset stranica prvoga poglavlja autor posvećuje prirodnim obilježjima poljskih koka, njihovoj anatomiji i morfologiji, s posebnim osvrtom na upit: kako divljač osjeća i doživljava prisutnost lovca u lovištu, doživljavajući ga kao



Davor Martić *Lov poljskih koka*, Priručnik za lovstvo, Split 2011.

neprijatelja, posebice kada uza se ima četveronožnog pomagača? Kao iskusan lovac iza kojega stoji "četrdeset godina aktivnog lovljenja, promatranja i izučavanja poljskih koka", Martić se dotakao još uvijek znanstveno nedovoljno istraženog pitanja premještanja, uočenih migracija te divljači, iznoseći svoje mišljenje i kazivanja drugih. Značajke etičkog lovca detaljnije su raspravljene u poglavlju Etika u lovu. Uz ono poznato etičko načelo da se na pernatu divljač strijelja samo u letu (na zeca u trku!), da se ne puca na udaljenost kraću od 10 m ni veću od 50 m (nas je prof. Ivo ČEOVIĆ učio da se ne strijelja na udaljenost veću od 35 koračaja!), u ovom se poglavlju raspravlja o vještini gađanja, pravilima pretjecanja i dr., sve potkrijepljeno izvornim edukativnim crtežima.

Razvoj lovstva na vlastelinstvu grofovije Bombelles

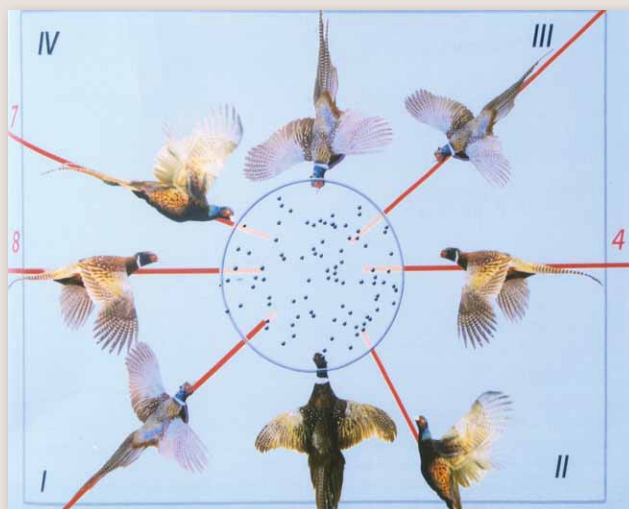
Prije nego nastavi s opisom pojedinih vrsta poljskih koka (obradit će i manje poznate vrste poput virdžinijske prepelice i jarebice čukar), poglavlju Počeci uzgoja i lova dodana je studija *Prilog povijesti razvoja lovne privrede u sjevernoj Hrvatskoj od 1872. do 1945.* iz pera jednog od nasljednika plemićke obitelji Bombelles prof.dr.sc. Josepha T. BOMBELLES, koju je uputio Davoru Martiću nepune pola godine prije svoje smrti. "Cilj mi je prikazati razvoj lovstva kao grane privrede na vlastelinstvu grofovije Bombelles, temeljene na lovnim knjigama gospodarstva i osobnim sjećanjima". Ključnim čimbenikom za prosperitet lovišta Zelendvor Joseph Bombelles vidi u angažmanu Pavla WITTHMANNA iz Češke, "jednog od najvećih austro-ugarskih stručnjaka za uzgoj pernate divljači", čijim je dovođenjem u Komar (1871)

zapravo pokrenuta proizvodnja. Zorno se to vidi po rezultatima održanih lovova. Iste godine kada je uz prisutnost brojnih dostojanstvenika onoga doba svečano otvoreno lovište, odstrijeljena su prva 63 fazana, 829 zečeva, 185 trčki, 733 prepelice i 215 šljuka. Izgradnjom hranilišta, zimskim prihranjivanjem divljači i tamanjenjem štetočina Zelendvor postaje jedno od vrhunskih lovišta tadašnje države. Zlatno doba lovova na fazane, reći će autor studije, bilo je u razdoblju od 1905. do 1912. kada je godišnji ulov premašivao brojku od pet tisuća kljunova. Rekordni ulov postignut je 1911. godine, posljednje godine dok je još lovio Marko H. Bombelles ml., kada je odstrijeljeno 6780 fazana.

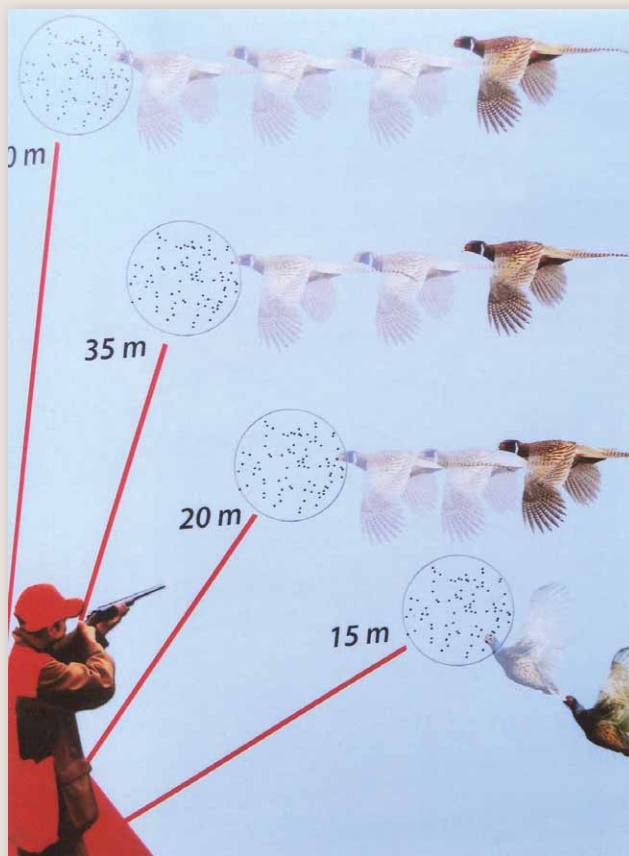
Slomom Austro-Ugarske Monarhije 1918. i provedbom agrarne reforme koja je "decimirala posjede vlastelinstva", početak je kraha ovog uzornog gospodarstva. Nastojanja da se uzgojem fazana za prodaju i hvatanjem živih zečeva za naseljavanje koliko toliko namaknu prihodi za održavanje proizvodnje, nisu dali željene rezultate. Do tada uzorno vođena lovna statistika prestaje se voditi u lovnim knjigama. Osnivanjem NDH 1941. grof Josip Bombelles okončao je svoj život u Jasenovcu, sve puške i streljivo bivaju zaplijenjeni, upraviteljem imanja postaje državni povjerenik, a lovište prepušteno haraču zvjerokradica. "Godine 1944./45. bila je vrlo teška politička situacija na terenu oko Vinice i Zelendvora. Bilo je tu puno regularne hrvatske vojske i Nijemaca po danu, a partizana po noći. Zvjerokradice ("raubšici") i vojske su praktički nesmetano zalazili u lovišta i lovili, a da se lovočuvari nisu usudili intervenirati. Mnogim lovočuvarima su bile oduzete puške po jednoj, drugoj ili trećoj vojsci..."

0 vještini "kosog hica"

Od svih vrsta poljskih koka najveći prostor monografije autor posvećuje izvornoj poljskoj jarebici-trčki i fazanu. Tako u poglavlju Lovljenje kroz povijest iznosi podatak da je lov na trčku star koliko i Biblija, s napomenom da je prvi poznati lov na sitnu divljač u letu organiziran u Španjolskoj 1673. Slijede opisi lovova sa psima, od pojave aviara do današnjih ptičara i šunjkavaca, pointera, setera i koker španijela. Ovaj prilog okončava s podužim "starim zapisima" objavljenima u *Lovačko-ribarskom vjesniku* i *Posavskom lovcu*, a koji su nam, reći će autor, "još i dan danas veoma živi i mogu se primijeniti na naše prilike". Kad je o trčki riječ, "svuda za njom juri i pas i čovjek, među najugodnije lovove spada". Razjašnjeno je i pitanje podjele jata, prepoznavanje po perju, bračnoj vjernosti, ponašanju na pogodak i dr. Za sam kraj čujemo "Nauk po Dietzlu", točnije glavne razloge zbog kojih i kod nas ta divljač nestaje, a to su: propadanje lovstva u opće, nerazumijevanje i običnih pravila lova, a kamoli racionalnog lova i uzgoja divljači, nepoznavanje vještine u hvatanju štetočina i zvijeri, nehaj seljaštva da svoje mačke i pse sami hrane!



Uspjeh u lovu na letećeg fazana ovisi o vještini samog lovca i stečenom iskustvu



Gađanje fazana na određenoj daljini i realne mogućnosti pogotka pretjecanjem

U poglavlju Lov danas, kako mu i samo ime kazuje, posebno su opisane sve vrste lovova na sitnu divljač, od onih skupnih (prigon, pogon) do pojedinačnih (lov potražice) koji su danas u uporabi. Kako nije svejedno kako gađati (i pogađati) kada nam ptica leti dijagonalno ili prema nama ili od nas, jedno cijelo poglavlje autor posvećuje "vještini

kosog hica", kako je i naslovljeno. Budući da je tu vještinu teško riječima predočiti, ovaj dio knjige bogato je ilustriran jasnim crtežima s naznakom svih radnji, poza tijela, držanja puške i dr., kako bi polučili željeni uspjeh. Najteži je pogodak u fazana kada se obrušava, i kada podignut kojih stotinjak metara dalje nailazi i leti bočno od lovca ili u drugom položaju. Pravo je umijeće pogoditi takvog fazana. Neovisno o položaju otvora cijevi, lovac bi pri svim dijagonalno letećim fazanima ili kojoj drugoj vrsti poljske koke, svjesno trebao paziti da nacilja visoko ili nisko ispred divljači s pravilnom udaljenošću otvora cijevi od divljači (pre-tjecanjem), pojašnjava Martić.

Lovački pas i lovac u lovu

Da bi ranjenu divljač lovac i pomoćnik mu pas mogao pronaći i aportirati, od ne male važnosti je utvrditi kako je divljač "pokazala" pogodak, što je obuhvaćeno posebnim poglavljem. U poglavlju Lovački kult i religija, autor nas podsjeća kako nakon uspješnog lova lovinu odati počast. Riječ je dakle o lovačkoj "štreki", za koju još uvijek nemamo domaći izraz. Kult lova, zapisano je u monografiji, iskazuje

se štovanjem divljači kao dijela prirode, jer se odstrjeljuje samo višak, obredima koji imaju za cilj odavanje počasi mrtvoj divljači i zahvala prirodi za njenim darovima. Kako je pas pola uspjeha u lovu, predzadnje poglavlje posvećeno je četveronožnom "lovidrugu". Po onoj staroj uzrečici "nema lova bez starog garova", Martić citira misao jednog uvaženog dalmatinskog lovca koji je znao reći (i napisati) da nije etički gađati na pernatu divljač koja nije u fermi psa. Kad ptica poleti, u strahu tražeći spas, lovac pred svojim ptičarom podiže pušku i gađa. A onda, što sv. Hubert podari: ili pogodak ili promašaj, svejedno je za etičkog lovca koji se drži regula. Ostaje zaključna misao: Za lovca i psa, gdje ćete vidjeti ljepšeg prizora nego kada ptičar donese lovinu i elegantno je, s mirnoćom vrhunskog suradnika, ispusti ispred lovca.

Posljednjih dvadesetak stranica monografije rezerviran je za priloge, točnije za isječke članaka iz pera renomiranih lovnih stručnjaka, ljubitelja prirode i lovaca praktičara objavljenima u specijalnom prilogu *Vikend koktel* splitskog dnevnika *Slobodna Dalmacija*, u razdoblju od 1996. do 2001. godine.

L'ITALIA FORESTALE E MONTANA

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

Erane Grospić, dipl. ing. šum.

Iz broja 2 ožujak–travanj 2012. godine izdajamo: Roma forest (I. dio)

Roma Forest, konferencija o sadašnjoj i budućoj ulozi šumarskih resursa glede socijalno- ekonomskoga razvoja ruralnog okružja, održana je 23. i 24. lipnja 2011.g. u Rimu. Ova međunarodna manifestacija organizirana je povodom Međunarodne godine šuma, na inicijativu Talijanske nacionalne ruralne mreže (NRN) i Šumarskog odsjeka Poljoprivredno ekonomskog instituta (INEA – FO).

Brojni znanstvenici, akademici i stručni eksperti sudjelovali su u radu Konferencije, a sadržaji znanstvenih priloga brižljivo su odabrani. Za prvi dio materijala predloženo je sedam referata objavljenih u ovom broju časopisa *L' Italia forestale e montana*.

Priloge s konferencije Roma Forest za časopis IFM uredili su:

Danilo MARANDOLA – Nacionalni poljoprivredni ekonomski institut, Marco MARCHETTI – uređivački odbor IFM, sveučilište Molise (Italia) i Giovanna PUCCIONI – tajnica Uredništva časopisa IFM.

Pomoć u organizaciji Konferencije dali su: Raoul Romano i Luca Cesaro – članovi organizacijskog odbora Roma Forest 2011.

Službeni partneri u održavanju Konferencije Roma Forest 2011 bile su institucije FAO i UFRO – odjel inventarizacija i monitoring šumskih resursa, Služba državnih šuma i Talijanski agrikulturni istraživački savjet.

Održavane su i paralelne sesije o klimatskim promjenama, biološkoj raznolikosti, obnovljivoj energiji, vodnom režimu, degradaciji šuma te o prevenciji rizika socijalno-ekonomskog razvoja ruralnog područja.

Bill SLEE – voditelj znanstvene grupe socijalno-ekonomskih istraživanja Instituta James Hutton:
Povoljnosti održivosti i multifunkcionalnosti za razvoj ruralnih područja.

Načelo održivosti i multifunkcionalnosti temelj su europske šumarske orijentacije.

Održivost je ključna karakteristika šumskih resursa, dok multifunkcionalnost predstavlja cilj kojemu teže normativi šumskog sektora i čini osnovni sadržaj Ministarske konferencije za zaštitu europskih šuma.

Ostala načela, poput onih predloženih u okviru ekosustavnih mjera, primjenjuju se učestalo i doprinose cilju multifunkcionalnog i održivog gospodarenja šumskim resursima.

Doprinos europskih šuma ruralnom razvoju ovisi o poduzimanju novih mjera koje se trebaju suprotstaviti aktualnoj potrebi smanjenja štetnog utjecaja ugljičnog dioksida, kao posljedica ekonomske aktivnosti.

U ovom prilogu elaborirana su ključna gledišta za postizanje uvjeta za optimalni ruralni razvoj, s naglaskom na potrebu razvijanja novih ideja, koje će biti u stanju podržati potrebu tranzicije prema jednom "Low-carbon economy", kao doprinosu ruralnom razvoju.

Federico ANTOGNAZZA, Elisabetta ANGELINO, Riccardo NOLA: **Preliminarna procjena uskladištenja šumskog ugljika u Lombardiji.**

U regiji Lombardija obavljena je inventarizacija šumskih rezervi ugljika s ciljem izračuna bilance između apsorpcije i emisije ugljičnog dioksida, vezano za šumski prirast i promjene na šumskim površinama. Dobiveni podaci služe u strategiji kontrole i ograničenju emisije uzrokovane antropološkom djelatnošću.

U prvoj primjeni objavljen je izračun u okviru Regionalne inventarizacije atmosfere emisije (Forest model), a zatim za sve 1541 općine Regije Lombardija za razdoblje 1990–2008.g.

"Carbon stock" i rezerve ugljika na razini općina, označene su u funkciji odnosa površine svakog tipa šume na području općine s površinama provincije i regije. Ti su izračuni korigirani podacima o sječama i požarima iz Nacionalne inventarizacije 2011.g.

"Carbon stock" za Lombardiju iznosio je 1990.g. 327 Mt CO₂, a za 2008.g. 408 Mt CO₂, a zalihe ugljika procjenjuju se na 4,7 Mt CO₂ u 2008.godine, što je 5,5 % emisije stakleničkih plinova na regionalnoj razini.

U tijeku su naknadne analize s ciljem preciznijeg obračuna na lokalnoj razini, kako bi se došlo do tehničkih podataka koji bi omogućavali provođenje mjera smanjenja emisije plinova i jačanja šumskog sektora, a sve zbog mogućnosti većeg uskladištenja ugljika i smanjenja negativnog utjecaja na okoliš.

Silvio BAGNATO, Roberto MERCURIO, Francesco SCARFO (Mediteransko sveučilište Reggio Calabria, Italija): **Pošumljavanje četinjačama u Italiji**

Obnova šumskih površina pošumljenih četinjačama u sastojine složenije strukture aktualni je izazov za talijansko šumarstvo, kao i povoljnost za proizvodnju energetskog drveta.

U Kalabrijskim Apeninima je u svrhu prirodne obnove primijenjena sječa u krugovima od 2003.godine, kao pokus u šumi kalabrijskog bora (*Pinus nigra* Arn. ssp. *laricio* Poir. var. *Calabrica Delamare*). Pokusi su vršeni u krugovima male površine 380 m², srednje površine 855 m² i velike 1520 m², što predstavlja izračun omjera dijametra kruga i prosječne visine stabla postojeće sastojine (22 m):

D/H...1:1 mali krugovi oko 380 m²

D/H...1,5:1 srednji krugovi oko 855 m²

D/H...2,0:1 veliki krugovi oko 1520 m²

Prvi rezultati pokusa nakon sedam godina dali su sljedeće rezultate:

Ako se želi zadržati u sastojini obnova kalabrijskog bora (koji zahtijeva puno svjetla), potrebno je sjeći površine u velikim krugovima (oko 1500 m²), a za jelu i bukvu koje nisu zahtjevnije za svijetlost, dovoljni su mali krugovi od 380 m² ili malo veći.

Ovo omogućava uzgajivaču da zadrži kalabrijski bor ili da pokrene akciju obnove s autohtonim vrstama.

Interval sječa je 7 godina. Ako se svakom intervencijom posiječe 30 % površine, ciklus se kompletira za oko 20 godina. U tom slučaju se prilikom sječe može dobiti 15–70 m³ po krugu ili oko 140 m³/ha u svakom intervalu.

Ovaj način sječa predstavlja održivi način gospodarenja, jer predstavlja mali "udar" na okoliš i izgled krajolika, a uz to osigurava drveni materijal za proizvodnju energije.

Clelia CIRILLO i dr:

Socijalna i kulturna gledišta održivog gospodarenja šumom – primjer Regije Campania

Na četvrtoj Konferenciji o zaštiti šuma u Europi (Beč 2013) među pet rezolucija usvojena je i rekreativna funkcija šuma.

U skladu s tom rezolucijom u Regiji Campagna inicirana je aktivnost s ciljem da šume budu otvorenije za javnost.

Socijalni i kulturni sadržaj važan je dio u održivom gospodarenju šumama. Iz tog razloga "Agrikulturalni odsjek regije

Campagna" organizirao brojne aktivnosti, edukativnog i rekreacijskog sadržaja u šumama okolice Napulja. Posjetitelji imaju prilike otkriti ljepote tih šuma i posjetiti lokacije velike kulturne i povijesne vrijednosti.

Posebno su interesantne dine na obali Cuma, koje je komisija UN-a svrstala u "Područje posebnog interesa".

Zbog lakšeg pristupa posjetitelja ovim lokacijama, predviđena je i obnova postaje lokalne željezničke pruge, koja se nalazi usred 100 ha šume.

Gradsko vijeće Napulja pokrenulo je bratimljenje s Parkovima prirode "Campagne" i "Alpilles" u Francuskoj.

Optimalnom razvoju kulturnih i znanstvenih aktivnosti doprinijet će i otvaranje didaktičkog laboratorija unutar rekreacijskog centra.

Rocio DANICA Condor, Marina VITULLO:

Nacionalna inventarizacija emisije stakleničkih plinova u okviru konferencije o klimatskim promjenama

Protokol iz Kyota kao instrument planiranja mjera za ublažavanje negativnog utjecaja emisije uključen je u strategiju razvoja ruralnih područja.

Nacionalna inventura stakleničkih plinova kao rezultat antropološke aktivnosti treba dati godišnja izvješća sekretarijatu UNFCCC (Konvencija UN o klimatskim promjenama), također i za emisije koje nisu kontrolirane po protokolu iz Montreala.

Metodologije koje se koriste za inventarizaciju emisije propisane su konvencijom UN-a na osnovi odrednica po zahtjevu protokola iz Kyota.

U razdoblju 1990. do 2009.g. ukupna emisija stakleničkih plinova smanjena je za 5,4 %, a agrikulturni sektor ima smanjenje emisije od 15,1 % za razdoblje 1990–2009. godine, dok je kategorija terenskih radova i šumarstva odgovorna za emisiju od 94,7 Mt CO₂ u 2009. godini.

Od 1990–2009.g. ukupna emisija CO₂ porasla je 53,2 %.

Budući trend do 2020.g. predviđa smanjenje emisije plinova agrarnog porijekla za 4 %, u odnosu na 2009.g., a sektor terenskih radova i šumarstva povećanje od 13 %.

Nacionalna inventura emisije stakleničkih plinova koristan je instrument za planiranje mjera za ublaženje zagađenja i treba biti uključena u strategiju ruralnog razvoja.

Paolo DERCHI, Adriano STAGNARO:

Iskustva o ruralnom razvoju u Ligurijskim Apeninima

Desetogodišnje iskustvo gospodarenja šumama i područjem u apeninskom području daje korisne primjene za razvoj raznih aktivnosti u ruralnom području. Gospodarenje šumom integrirano s raznim aktivnostima, omogućuje suradnju sudionika: šumovlasnika, poljoprivrednika, općine, prerađivača drvne mase, lokalne administracije i tehničkih struka.

Posebno je jaka aktivnost šumskog konzorcija (pretežito u privatnom vlasništvu), koji organizira aktivnost na razvoju obnovljive energije, distribuciju toplinske energije, valorizaciju drveta kroz zanatsko poduzetništvo, gospodarenje zemljištem, poboljšanje šumske mehanizacije, održavanje servisa šumskih strojeva.

Ove aktivnosti u Ligurijskim Apeninima daju novi pristup u gospodarenju šumom i šumskim zemljištem u suradnji s malim šumo-vlasnicima i lokalnom zajednicom.

Diego FLORIAN, Mauro MASIERO,

Robert MAVSAR, Davide PETTENELLA:

Primjena metode "Due Diligence" predviđena Programom razvoja ruralnih područja

Europski parlament je u listopadu 2010.g. usvojio zakonsku odrednicu "Timber Regulation", s primjenom od ožujka 2013.g. Ta odrednica definira obveze koje imaju trgovci drvetom i drvnim proizvodima na području EU, s ciljem da se spriječi promet nelegalno stečenom drvnom masom. Da bi se poštovala "Timber Regulation" operatori moraju primijeniti metodu "Due Diligence" (potrebna ispravnost), koji atestira da je drvo koje je u prometu legalnog porijekla.

U članku su autori predstavili prednosti te regulative za šumski sektor EU.

Kod primjene ove regulative koristit će se iskustva iz SAD-a, gdje ovakav način kontrole prometa drvom dugo funkcionira.

Aktualnosti i kultura

Fabio CAPPELLI:

Moja razmišljanja o "Sustavnom šumarstvu"

Prošlo je već više godina od kada su Orazio Ciancio i Susanna Nocentini predložili primjenu novog modela gospodarenja šumom "Selvicoltura sistemica". To je izazvalo velike polemike i podvojena mišljenja talijanske šumarske struke. Poslije kongresa u Tarormini te su rasprave postale još očitije i unijele dosta "dezorijentacije" u stavovima znanstvenika. Autor ovog članka prisjeća se svog studija i početka svoje aktivnosti, kada su se po njemu jasno diferencirala tri aspekta šumarstva:

1. Industrijski – koji se odvijao "izvan šuma", ali svakako spada u šumarstvo. To su veliki kompleksi površina posumljeni uglavnom četinjačama 60-ih godina prošloga stoljeća.
2. Klasični – koji obuhvaća šume visokog uzgoja u Apeninima, koje mogu biti istodobne ili raznodobne, a gospodari se ili golom sječom ili (rjeđe) "na preskok". Tu spadaju i panjače s kojima se gospodari na uobičajeni način.
3. Naturalistički – koji se primjenjuje u istočnim Alpama. Manje je shematski od prethodnog i protežira prirodno pomlađivanje, a glavni je cilj proizvodnja drvne mase i ekonomski učinci.

U tom razdoblju šumari su po pisanju De Philippisa počeli učiti povezivanje šumarstva s ekologijom.

"Selvicoltura sistemica" temelji se na održivom gospodarenju, očuvanju i uravnoteženom korištenju zemljišta i ekološko-okolišnih poboljšanja šumarskih područja. Ne nastavlja se s uobičajenim shemama, a rezultati se mjere uspjehom nakon kulturnih zahvata.

Autor smatra da "Selvicoltura sistemica" treba imati puno priznanje. Njena primjena može se također odrediti za sljedeća područja:

1. šumski kompleksi kojima gospodari država o svom trošku. To su pretežito planinske šume s velikim vodozaštitnim funkcijama. Pretežito se radi o šumama četinjača, gdje su najviše zastupljene razne vrste borova. Nova pošumljavanja nisu dala dobre rezultate zbog više razloga: privatno vlasništvo, loše planirane aktivnosti i neriješene kompetencije država – regije.

2. Državne šume, prirodni rezervati, vrijedne šumske površine u Nacionalnim parkovima i zaštićenim područjima predstavljaju subjekte, gdje primjena sustavnog šumarstva ne nailazi na nikakve probleme. Tu se može uočiti velika prednost, gdje sve funkcije šuma dolaze do izražaja.

3. Općinske šume predstavljaju naglašen problem s obzirom na velike razlike sjever–jug, te različite lokalne interese, ali su očite prednosti za okoliš i zajednicu.

Od velikog su interesa otvorene rasprave o: gospodarenju ostarjelim panjačama, gospodarenje u područjima hidrološke nestabilnosti, gospodarenje uz povećan broj divljih dvopakara i sl.

Ovi zaključci usko su povezani sa "Sustavnim šumarstvom" i zaslužuju sustavne mjere, koje se mogu i trebaju primjenjivati.

Dr. sc. ANDRIJA VUKADIN

Prof. dr. sc. Milan Glavaš

Dr. sc. Andrija Vukadin, dipl. inž. šum. obranio je 11. svibnja 2012. godine disertaciju pod naslovom "*Anoplophora chinensis* (Forster, 1771) (Coleoptera, Cerambycidae) – biologija, putovi introdukcije i mogućnost njenog štetnog utjecaja na šumsku vegetaciju Hrvatske", te time stekao akademski stupanj doktora znanosti iz biotehničkog područja znanosti, znanstvenog polja šumarstvo. Javna obrana disertacije održana je na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu pred povjerenstvom u sastavu:

Prof. dr. sc. Josip Margaletić – Šumarski fakultet Zagreb, prof. dr. sc. Boris Hrašovec (mentor) – Šumarski fakultet Zagreb i prof. dr. sc. Mirza Dautbašić – Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu, Bosna i Hercegovina.

Disertacija obuhvaća 108 stranica, na kojima je uz tekst uključeno 78 slika (fotografije, grafikoni, zemljopisne karte, prikazi statističke obrade) i 20 tablica. Sastoji se od sljedećih poglavlja: Uvod, Ciljevi istraživanja, Materijali i metode istraživanja, Rezultati istraživanja, Rasprava, Zaključci i Literatura. U prilogu disertacije je Informacija o mentoru, Zahvala, Temeljna dokumentacijska kartica na hrvatskom i engleskom jeziku, Popis slika, tablica i kratica korištenih u tekstu te Životopis.

Andrija Vukadin rođen je 25.11.1969. godine u Osijeku. Osnovnu školu završio je u Đakovu, a srednju šumarsku školu

u Vinkovcima. Na Šumarskom fakultetu u Zagrebu – Šumarskom odsjeku diplomirao je 1994. godine. U početku kratko radi u privatnoj tvrtki MBM u Lučkom, gdje je izvrsno upoznao hortikulturne biljke. Sljedi kraći volonterski rad 1995. godine u Zavodu za zaštitu šuma i lovstvo Šumarskoga fakulteta u Zagrebu, gdje se uglavnom posvetio zaštitarskoj komponenti biljka u rasadnicima. Početkom 1996. godine zapošljava se kao stručni suradnik u Zavodu za zaštitu bilja u poljoprivredi i šumarstvu Republike Hrvatske, gdje je i danas u radnom odnosu. Obavljao je zdravstvene preglede biljaka u rasadnicima, sudjelovao u istraživanju sredstava za zaštitu bilja za primjenu u šumarstvu i na osposobljavanju stručnjaka za rad u poljoprivrednim ljekarnama. Vodio je tri projekta Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodnoga gospodarstva. Od 2004. godine voditelj je projekta koje financira Ministarstvo poljoprivrede šumarstva i vodnog gospodarstva: Venuće i sušenje hortikulturnih biljaka – *Phytophthora ramorum*, Borova nematoda – *Bursaphelenchus xylophilus* i od 2008. godine Azijska strizibuba – *Anoplophora chinensis*. U nekoliko važnih europskih centara specijalizirao se na problematici značajnih grupa kukaca: dijagnostiku leptira (Lepidoptera) s naglaskom na porodicu Tortricidae na Sveučilištu Molise (Universita delgi studi del Molise), Campobasso, Italija, u listopadu 2005. S područja dijagnostike kornjaša (Coleoptera),



Dr. sc. A. Vukadin



Povjerenstvo za obranu disertacije – slijeva: B. Hrašovec, J. Margaletić, M. Dautbašić

porodica (*Cerambycidae*), vrste: *Monochamus galloprovincialis*, *M. sutor*, *M. sartor*, *M. urusovi*, *M. alternatus*, *M. carolinensis*, *M. scutellatus*, *A. chinensis*, *A. glabripennis* te nekih leptira (*Lepidoptera*), specijalizira taksonomsku identifikaciju karantenskih važnih vrsta iz porodica *Noctuidae*, *Geometridae*, *Tortricidae* i *Pyralidae* u Službi za zaštitu bilja (Plant Protection Service) u Wageningenu u Nizozemskoj 2007. U rujnu 2011. godine tjedan dana boravio je u European biological control Laboratory, USDA, ARS, Campus International de Baillarguet u Montferrieru sur Lez u Francuskoj, gdje je radio s parazitoidnim vrstama *Aprostocetus anoplophorae*, *Spathius erythrocephalus*, *Sclerodermus* spp. i *Trigonoderus princeps*, koje bi se mogle koristiti za biološko suzbijanje azijske strizibube – *A. chinensis*. Imao je znatan broj izlaganja na domaćim i inozemnim skupovima. U sklopu projekta

Phytophthora ramorum sudjelovao je na EPPO Conference on *Phytophthora ramorum* and other forest pests, Falmouth, Cornwall, GB, u listopadu 2005. Također je aktivno sudjelovao na međunarodnom stručnom skupu u Beču: First meeting forestry expert in Vienna February 2006. Objavio je 4 znanstvena i 10 stručnih radova, nekoliko popularnih članaka i poglavlja za emisiju "Plodovi zemlje". Član je Radne skupine za poglavlje 12 Sigurnost hrane, veterinarstva i fitosanitarni nadzor u pregovorima za pristupanje u EU i član Hrvatskog društva biljne zaštite. Magistarski rad pod naslovom "Bolesti i štetnici u šumskim i hortikulturnim rasadnicima" obranio je na Šumarskom fakultetu 2000. godine. To je do sada zasigurno najcjelovitije i najopsežnije djelo o štetnim organizmima u rasadnicima u nas.

Tijekom 2007. godine pronašao je i determinirao novo pojavnu azijsku strizibubu u nas. Nakon toga slijedi proučavanje toga organizma, suradnja s domaćim i stranim znanstvenicima, izvještavanje i publiciranje. O azijskoj strizibubi napisao je posebnu brošuru, a rezultat cjelokupnoga rada je napisana disertacija koju ukratko prikazujemo.

Sažetak rada

Povećanjem prometa bilja i biljnih dijelova povećao se i rizik unošenja štetnih organizama, ponajprije kukaca. Tako je u rujnu 2007. godine na sadnicama dlanastolisnog javora – *Acer palmatum* u Hrvatskoj pronađena azijska strizibuba – *Anoplophora chinensis*. Ona može ugroziti šumske ekosustave, voćnjake i urbano zelenilo. Zbog važnosti i opasnosti od karantenske štete azijske strizibube za mnoge biljne vrste, napisan je ovaj disertacijski rad. Azijska strizibuba je karantenski štetni organizam koji se nalazi na EPPO A2 listi, a u nas je stavljena na Popis I, Dio A, Odjeljak I Pravilnika o mjerama za sprječavanje unošenja i širenja štetnih organizama.

Osnovni ciljevi istraživanja bili su utvrditi nazočnost azijske strizibube na vrstama drveća u okolici, smanjiti rizike uvoza, proučiti biologiju i ponašanje štetnika i ukazati na mjere suzbijanja.

Anoplophora chinensis (ima 11 sinonima) spada u red kornjaša (*Coleoptera*), porodica strizibuba ili cvilidreta (*Cerambycidae*). Za strizibube je značajno da manje dolaze do izražaja u stabilnim šumskim sastojinama i vitalnim pojedinačnim stablima. Opširno je opisana morfologija istraživane vrste.

Ovisno o temperaturi i uvjetima hranjenja, razvoj azijske strizibube traje 1 do 2 godine. Odrasli oblici iz biljke domaćina izlaze krajem svibnja i u lipnju. Nakon toga do spolne zrelosti (kraće vrijeme) hrane se lišćem, peteljka i korom mladih izbojaka, pa i na taj način čine štete. Poslije toga ženka pojedinačno odloži oko 70 jaja u deblo u visini korjenova vrata i na površinskim žilama, a ponekad i na višim dijelovima debla. Ličinke imaju više razvojnih stadija tijekom kojih naprave vrlo velike hodnike u drvu. Rasprostranjena je u Kini, Koreji i Japanu, a u manjoj mjeri i u drugim azijskim državama. Izvan prirodnoga areala utvrđena je u Francuskoj, Nizozemskoj, Hrvatskoj i SAD-u gdje se nije udomačila, a proširila se na po-

dručju regije Lombardija i okolnih područja u sjevernoj Italiji. Napada preko 100 biljnih vrsta iz 26 porodica i 70 rodova. Među domaćinima su naše vrijedne šumske vrste, voćne i ukrasne biljke, što je čini iznimno opasnim štetnikom. Veći dio Europe klimatski je povoljan za njen razvoj. Suzbijati se može integriranim pristupom, u što spada izbor biljnih vrsta za sadnju, provođenje zakonskih mjera pri uvozu, mehaničkim mjerama (sječa i spaljivanje napadnutog i sumnjivog materijala, vađenje i usitnjavanje panjeva i korijenja, postavljanje gustih žičanih mreža na donje dijelove debla), biološki (entomo-patogene gljive, bakterije i nematode, predatori i parazitoide) i kemijski (tretiranje donjeg dijela debla i injektiranje insekticida u deblo).

Objekti istraživanja nazočnosti azijske strizibube su parkovi, voćnjaci, privatni vrtovi, šume, rasadnici i prodajni centri. Traženi su svojstveni simptomi kao što su izlazni otvori, piljevina na bazalnom dijelu stabla, oštećenja mladih izbojaka, listova i peteljki te nazočnost imaga. U slučaju nalaza nužno je uspostaviti demarkirano područje uokrug 2 km. Nove metode za detekciju ovog štetnika idu u smjeru razvoja akustičnih detektora, korištenja x zraka, feromonskih klopki i dresiranih pasa. U laboratoriju su ličinke uzgajane na posebnoj hranidbenoj podlozi i rezanim granama raznih biljnih vrsta, a dohrana na izbojcima iz autohtone vegetacije. Vrsta se određuje po ključevima i DNK analizom.

Autor je istraživao azijsku strizibubu od 2008. do 2011. godine. Objekti istraživanja bili su hortikulturni rasadnici, vrtni i distribucijski centri, parkovi, šumske sastojine i privatni vrtovi. Kao potencijalni domaćini pregledane su biljke iz 31 roda podrijetlom iz zemalja Dalekog Istoka, posebice Kine. Obavljeno je 109 pregleda, uzeto je 128 uzoraka na kojima je bilo 112 pozitivnih nalaza azijske strizibube. Pregledavane su i šumske sastojine na području Zadra, Splita i Rijeke. U šumskim sastojinama azijska strizibuba nije pronađena. Glavnina terenskih istraživanja obavljena je na mjestu nalaza ove strizibube, a to je MBM rasadnik u Turnju kod Zadra. Zatim su obuhvaćeni objekti u obalnim gradovima, pa u Zagrebu, Sisku, Varaždinu, Đakovu i Osijeku. Uz vizualne detekcije u Turnju i okolici, korištena su 4 dresirana psa 2011. godine. Rezultat je bio nalaz jedne strizibube u sadnici lagerstremije. Prednost detekcije s dresiranim psima je što oni mogu otkriti štetnika u niskim gustoćama populacije bez vidljivih simptoma, i što u kratkom vremenu mogu pregledati sve biljke (bez obzira na vrstu) na određenom području. Ukazano je i na teškoće kod te metode.

U svrhu sprječavanja razvoja i širenja azijske strizibube iz rasadnika Turanj spaljeno je 9200 sadnica dlanastolisnog javora, 400 sadnica lagerstremije i 1430 sadnica ruža. Manji dio uvezene pošiljke sa svojstvenim simptomima nazočnosti štetnog organizma i fiziološki oslabljene biljke spaljene su 2007. godine, a preostale biljke 2010. godine koje su do tada bile u karantenskom plasteniku.

Tijekom trogodišnjih istraživanja u hranidbenim podlogama iz 75 ličinki razvilo se 30 mužjaka i 23 ženke azijske strizibube. Njen potpuni razvoj dobiven je umjetnom zarazom grana ja-

vora, bukve i jabuke, te na sadnici hrasta lužnjaka. Za dohranu imaga do spolne zrelosti korišteni su izbojci javora, lijeske, vrbe, hrasta kitnjaka, platane, divljeg kestena, bukve i lipe. Posebno je praćeno odlaganje jaja u grane raznih vrsta biljaka. Ženke su jaja odlagale u grane gorskoga javora (najviše), divljega kestena, bukve, platane, lipe i lijeske.

Poseban dio disertacije odnosi se na analizu rizika štetnog organizma (PRA – *pest risk analysis*). Tu se ukazuje na opravdanost izrade analize rizika, kategorizaciju štetnog organizma, domaćine i klimatske prilike povoljne za njegov razvoj i širenje. Analizom rizika pokazano je da ovaj organizam može predstavljati veliku opasnost i uzrokovati goleme gospodarske štete u Hrvatskoj. Naglašeno je da je najveća mogućnost unosa trgovina biljkama domaćinima. Moguć je unos karantenskog štetnog organizma na drvenom materijalu za pakiranje (DMP – palete, ambalaža, koluti i sl.) i biljnim dijelovima. Najvažniji domaćini su javori, pa na njih treba iznimno paziti. Ističe se da je vrlo velika vjerojatnost da se ova strizibuba u Hrvatskoj udomaći na velikom broju biljnih vrsta. Naveden je još čitav niz činjenica i date upute kako upravljati ovim opasnim organizmom.

Pošiljka u kojoj je pronađena azijska strizibuba u našu zemlju stigla je u veljači 2007. godine izravno iz Kine s fitosanitarnim certifikatom, ali bez dodatnih pregleda u nas. Biljke su stigle u riječku luku i otpremljene u rasadnik u Turnju. Među biljkama bile su *Acer palmatum* i *Lagerstroemia indica*. Početkom rujna iste godine u njima je nađena azijska strizibuba. Sljedeće godine, osim na javorima, nađena je i na ružama koje nisu bile podrijetlom iz iste pošiljke, a nalazile su se u istom plasteniku s uvezenim biljkama. Ruža do tada nije bila na popisu domaćina. Nalaz strizibube u ružama je važan, jer je došlo do prijelaza na novog domaćina u našim klimatološkim uvjetima. Samoinicijativnim presađivanjem sadnica prikriveni su svojstveni simptomi piljevina na površini zemlje, što je rezultiralo



Imago azijske cvildrete

pozitivnim nalazima 2009. i 2010. Na istom materijalu i iz istih razloga nisu se mogli uočiti simptomi ni sljedeće godine. Ovaj postupak samovoljnog presađivanja ukazuje kako čovjek može napraviti grešku s nesagledivim ekonomskim i vremenskim posljedicama.

Istraživanjima u laboratoriju utvrđeno je da bi neke naše najvrjednije biljne vrste mogle biti ugrožene u slučaju udomaćenja azijske strizibube. Za razvoj ličinki, dohranu imaga, odlaganje jaja i pricinjene štete u laboratoriju, pokazale su se povoljne dvije vrste javora i hrasta te lijeska, platana, bukva, jabuka, lipa i divlji kesten. Dakle, važne šumske i hortikulturne vrste mogu biti ugrožene. Nadajmo se da do toga nikada neće doći.

Najveća vrijednost ovog disertacijskoga rada je u ranom otkrivanju azijske strizibube u nas i poduzetim radikalnim mjerama njenog uništavanja, što je rezultiralo da se nije proširila dalje od

mjesta nalaza. Povoljna je okolnost, kako je utvrđeno, da se ova strizibuba ne širi na veće udaljenosti od mjesta pronalaska, što nam daje nadu da se kod nas neće proširiti, a još se više trebamo nadati da je poduzetim mjerama potpuno uništena. Uz znanstvenu obradu štetnoga kukca, u disertaciji nailazimo i na usporednu analizu vlastitih rezultata s onima do kojih su došli drugi autori, što je od velike koristi. Na sebi svojstven način autor je plastično ukazao na zakonske propise kakvi se danas postavljaju fitosanitarnim službama, a koji se odnose na uvoz sadnica i provođenje posebnih mjera zaštite.

Uvjeran sam da će stručne i znanstvene spoznaje ovoga disertacijskog rada, znanstvenicima i stručnjacima u praksi te fitosanitarnim službenicima biti od velike koristi, jer ova disertacija zasigurno predstavlja vrijedno znanstveno djelo.

Doktoru znanosti Andriji Vukadinu upućujem iskrene čestitke.

Mr. sc. DAMIR MATOŠEVIĆ

Prof. dr. sc. Marijan Grubešić

Dugogodišnjim radom na području lovstva, zvanjem magistra znanosti okrunio se i kolega **Damir Matošević**, dipl. ing. šumarstva, nakon javne obrane znanstvenoga magistrarskog rada na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, 25. travnja 2012. godine. Rad, čiji je naslov: "Stanje i mogućnosti razvoja lovnog turizma u poduzeću "Hrvatske šume" d.o.o.", autor je izradio i predao na daljnji postupak ocjene krajem 2011. godine.

Fakultetsko vijeće Šumarskoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu donijelo je na svojoj 3. redovnoj sjednici akademske godine 2011/2012. održanoj 12. prosinca 2011. godine Odluku kojom se imenuje stručno povjerenstvo za ocjenu izrađenoga znanstvenoga magistrarskoga rada Damira Matoševića, dipl. inž. šum., u sastavu:

- Doc. dr. sc. Stjepan Posavec – predsjednik, Šumarski fakultet Zagreb
- Prof. dr. sc. Marijan Grubešić – mentor, član, Šumarski fakultet Zagreb
- Dr. sc. Dijana Vuletić – znanstveni savjetnik, Hrvatski šumarski institut, član

Imenovano povjerenstvo proučilo je i pozitivno ocijenilo rad.

Damir Matošević rođen je 23. rujna 1964. godine u Novoj Gradiški, gdje je završio Srednju matematičku školu. Godine 1984. upisuje se na Šumarski fakultet u Zagrebu gdje



diplomira 1989. godine. Od 1990. do 1991. godine bio je pripravnik u "Šumskom gospodarstvu Josip Kozarac" Nova Gradiška i to većim dijelom na poslovima lovstva.

Od 1992. do 1995. godine radio je na poslovima revirnika za lovstvo u lovištu "Radinje", a nakon toga na poslovima stručnog suradnika za lovstvo pri Upravi šuma Podružnici Nova Gradiška. Od 1995. godine posjeduje obrt pod nazivom D-M Usluge u lovstvu, putem kojega izrađuje do 2007. godine elaborate lovnogospodarskih osnova, programa uzgoja divljači i programa zaštite divljači, a posjeduje licencu Ovlaštenog inženjera šumarstva za lovstvo. Trenutno uz poslove na lovstvu radi i kao koordinator za humanitarno razminiranje na području UŠP Nova Gradiška.

Sudionik je Domovinskog rata na Zapadnoslavonskoj bojišnici, te u Vojnoredarstvenim akcijama "Bljesak" i "Oluja".

Znanstveni magistarski rad Damira Matoševića opsega je 157 stranica, sadrži 18 slikovnih priloga, 64 tablice i 114 navoda citirane literature. Sadržajno je rad podijeljen u osam poglavlja.

Autor naglašava važnost lovstva kao jedne od djelatnosti poduzeća Hrvatske šume, poziva se na dugu tradiciju zajedništva šumarstva i lovstva te ukazuje na ekonomske rezultate lovnog turizma. Obrazlaže i niz čimbenika koji posredno ili neposredno utječu na lovni turizam, kojega svrstava u elitni turizam.

Glavni cilj istraživanja je upoznati i prikazati stanje lovnog turizma u HŠ d.o.o. te odrediti smjernice i mogućnosti daljnjeg razvoja lovnog turizma. Da bi ostvario zacrtani cilj, ponajprije treba utvrditi stanje lovišta i uzgajališta divljači te analizirati poslovanje u lovnoturističkoj djelatnosti. Kao rezultat utvrđenog činjeničnog stanja lovišta i uzgajališta te dosadašnjeg poslovanja, uz primjenu spoznaja vezanih za ekonomiku i marketing, cilj je razraditi planiranje marketinga u lovnom turizmu.

Hrvatske šume gospodare s 27 lovišta i uzgajališta divljači na području čitave Hrvatske, odnosno svih 16 uprava. Radi opsega podataka autor se ograničio u svojim istraživanjima na 11 otvorenih lovišta i jedno uzgajalište, odnosno ukupno 12 subjekata za koje su pojedinačno prikazani elementi gospodarenja kroz pet godina, bitni za daljnju analizu.

Za analizu turističko–ugostiteljske ponude autor je uzео 14 lovačkih domova, odnosno kuća, putem kojih se realiziraju noćenja i ugostiteljske usluge u sklopu lovnog turizma, što je također jedna od značajnijih stavki lovnog turizma.

U rezultatima rada autor analizira zasebno istraživane objekte te u cjelini poslovanje lovišta s težištem na lovni turizam i iskorištenost ugostiteljskih i smještajnih kapaciteta.

U svojoj analizi stanja, ali i smjernica za predstojeće razdoblje, osvrće se na probleme koji su uočeni u dosadašnjem gospodarenju, te uzima u razmatranje trendove koji ukazuju na perspektivnije predstojeće razdoblje za lovni turizam. Na temelju toga obrazlaže pet predispozicija na kojima se treba temeljiti razvoj lovnog turizma u HŠ (cjelovita djelatnost poduzeća od uzgoja divljači lovnog turizma do smještaja, potom HŠ kao najveći lovoovlaštenik, stručno osoblje, vlastiti marketing, integralni nastup i sinergija svih sadržaja, što predstavlja prepoznatljivi brend).

Ukazuje na znatno veće potencijale i ponude divljači, posebice kroz povećanje udjela komercijalnog i trofejnog odstrela te dozvoljeno povećanje odstrelne kvote od 25–35% u odnosu na današnje stanje.

Poseban problem predstavlja slabo korištenje smještajnih kapaciteta, taj problem se može donekle riješiti upravo povećanjem lovnog turizma i količine odstrijeljene divljači putem komercijalnog lova. Uz povećanje smještaja paralelno se povećava udio ugostiteljske ponude.

Prodaja i plasman mesa divljači je problem koji je zanemaren, a dobrim marketingom može se postići znatno bolja cijena, a time i u konačnici poslovni rezultat.

Autor ukazuje i na premalo korištenja sitne divljači koja je ekonomski gledano kroz lovni turizam znatno isplativija od krupne divljači.

Autor ukazuje i na nerealno visoke opće troškove koji opterećuju lovstvo, čime ga dodatno stavljaju u negativni kontekst.

Povjerenstvo je u svojoj pozitivnoj ocjeni rada naglasilo da je prema prikazanom sadržaju rada, opsegu prikupljenih podataka i brojnim tablicama, grafikonima i analizama, vidljivo je da je autor ispunio postavljene ciljeve i zadatke u skladu s odobrenim naslovom magistarskoga rada.

Odabirom 12 objekata istraživanja različitih stanišnih uvjeta, različitih vrsta divljači i smjernica gospodarenja, ostvario je prvi preduvjet istraživanja i očekivanih razlika u području istraživanja. Prikupljanjem podataka o fondovima divljači, komercijalnom, odnosno trofejnom odstrelu u 12 lovišta, kroz 5 lovnogospodarskih godina, došlo se do većeg broja parametara na temelju kojih su izrađene analize, dobiveni rezultati i na temelju toga doneseni komentari i zaključci.

Svi dobiveni rezultati u financijskom poslovanju su proanalizirani i obrazloženi. Sadržajno i tehnički rad ispunjava kriterije samostalnoga znanstvenoga rada te predstavlja vrijedan doprinos znanstveno–istraživačkom radu iz područja lovstva, a u velikoj mjeri rezultati i rasprava mogu poslužiti u predstojećem razdoblju kao smjernice kod osmišljavanja marketinga lovnog turizma, kao i kod donošenja razvojnih planova HŠ, pa čak u jednom dijelu i kod donošenja zakonske regulative.

Cjelokupno gledajući, znanstveni magistarski rad Damira Matoševića, dipl. ing. šumarstva, predstavlja značajan doprinos istraživanju lovstva, lovnog gospodarenja i marketinga u lovnom turizmu. S jasnim pokazateljima dosadašnjeg financijskog poslovanja u lovstvu, ovaj rad daje analizu takvoga stanja, ali i smjernice s predispozicijama Hrvatskih šuma za pozitivne pomake u lovstvu kao jednoj od djelatnosti tvrtke.

Glede uloženi truda i stečeno iskustva u lovstvu, poslovanju, posebice marketingu lovnog turizma, očekujemo i želimo novom magistru uspješan rad, te i da stečeno znanje što više ugradi u svakodnevni operativni rad. Kako je već više puta naglašeno zvanje magistra znanosti stječe se obranom rada, a diploma se "brani" radom i rezultatima kroz cijeli radni vijek.

Uz iskrene čestitke mr. sc. Damiru Matoševiću želimo puno uspjeha i dobru buduću suradnju u području znanstveno–istraživačkoga rada.

AUSTRIJSKI DANI ŠUMARSTVA – 2012.

RAIDING, 23–25. 2012.

mr. sc. Josip Dundović

Na poziv dipl. ing. mag. Johannesesa Wohlmachera, predsjednika Austrijskog šumarskog društva i dipl. ing. Loisa Bergera, predsjednika Gradišćanskog šumarskog društva, upućen Hrvatskom šumarskom društvu, Dragomir Pfeifer, dipl. ing. i mr. sc. Josip Dundović, sudjelovali smo kao predstavnici HŠD-a na Austrijskim danima šumarstva u Gradišću od 23. do 26. svibnja 2012. godine.

Prvi dan navečer, zajedno s oko 450 sudionika iz Austrije, Češke, Hrvatske, Mađarske i Slovenije nazočili smo svečanom prijemu u Kleinmutschenu.

U četvrtak, 24. svibnja otputovali smo u Raiding s dipl. ing. dr. Georgom Frankom sa Šumarskog instituta u Beču. U koncertnoj dvorani Centra Franz Lista (izgrađena je 2011. povodom godine Lista) od 9.00 do 17.00 sati pod motom: "MULTIFUNKCIONALIST NA KRAJU? Sve na jednoj površini ili za sve jedna površina", sudjelovali smo na svečanom otvorenju Austrijskih dana šumarstva – 2012. Nakon nastupa grupe rogista Blaufränkischland (zemlja fran-kovke) uz moderatora dipl. ing. Stefana Zwetllera, pozdravne riječi uputili su dipl. ing. Lois Berger i dipl. ing. mag. Johannes Wohlmacher.

Zatim je sve sudionike stručnog skupa pozdravio dipl. ing. Niki Berlakovich, savezni ministar poljoprivrede, šumarstva, zaštite okoliša i vodnog gospodarstva (Ministarstvo

života) i tom prigodom uručio sedmorici šumara **odlikovanja ambasadora šume**, koji su se posebno istakli u Međunarodnoj godini šuma 2011.

U nadahnutom petnaestminutnom govoru pod naslovom "Značaj šume i drva kao sirovine u Austriji", istakao je:

- Austrija je zemlja šume, oko 50% površine su šume;
- Austrijske šume su značajan gospodarski čimbenik: **oko 300 000 ljudi** redovito ostvaruje svoj prihod iz šume (točno 292 100), među kojima je 145 000 šumovlasnika; **gotovo 81% šuma je u privatnim rukama**;
- Načelo potrajnog gospodarenja uvijek je na prvome mjestu: **Izvršeni sječivi etat 2010.** iznosio je 17,8 milijuna m³ (bez kore) i bio je veći za 6,6 % nego u 2009.; Unatoč rastu proizvodnje drva, nismo iskoristili sve što je u šumi priraslo – iskoristili smo **oko 80 % potrajnog drvnog prirasta**; Naš cilj je ipak **mobilizacija drva**, što ćemo postići kroz školovanje i daljnju izobrazbu, infrastrukturnim mjerama (izgradnja šumskih cesta), poticajima u kooperaciji sa zajednicama gospodarenja šumama i dr.;
- Drvo je značajan gospodarski čimbenik: Austrijsko šumarstvo i drvna industrija je nakon turizma najveća privredna grana koja donosi profit – s izvoznim preتيčkom od preko 3,4 milijarde EUR-a; Ukupna vrijednost izvoza roba u lancu novostvorene vrijednosti šuma, drvo i papir iznosio je 2010.: **8,68 milijardi EUR-a** – što je više za oko 11 % nego u 2009. To znači da će potražnja za visokovrijednim proizvodima biti sve veća, a Austrija kao proizvođač kvalitetnih visokovrijednih proizvoda ima vrlo dobar ugled u inozemstvu;
- **Drvo je sirovina budućnosti:** Način gradnje drvom je u porastu i osvaja nove udjele na tržištu. Drvo je sirovina budućnosti. Ono je potrajno, višestruko primjenjivo i čini (jamči) jedan bitan doprinos u zaštiti klime, tj. **gradnja s drvom znači i zaštitu klime**. Graditi s drvom je **CO₂-spremnik**: u 1 m³ drva spremjena je 1 tona CO₂, što znači da se svake sekunde u šumi spremi 1 tona CO₂!; Udio gradnje s drvetom u postojećoj gradnji iznosi oko 5 %, a cilj je povećanje na 10 % do 2020.; Problem su različiti građevinski pravilnici u saveznm zemljama, ali mi već radimo na iznalaženju rješenja:



Slijeva: L. Berger, J. Dundović, J. Wohlmacher i D. Pfeifer ispred rodne kuće Franza Lista (Foto: Hannah Berger)

- U dijalogu o šumi već iscrpno diskutiramo o različitim interesima
- U razgovorima s odgovornim za graditeljstvo saveznih zemalja trebamo poboljšati situaciju
- Mjerama u okviru od "klima.aktiv" ili "Wood 2020" trebamo više učiniti ne samo u uporabi drva u gradnji, nego i pri toplinskom saniranju.
- Baza za uspjeh u lancu novostvorene vrijednosti drva u Austriji je potrajna proizvodnja vrijednosti i sirovine drva. Generacijama su naši šumovlasnici uspjeli svojim radom, po načelu potrajnosti, osigurati multifunkcionalnost austrijske šume;
- **Gospodarenje šumom je projekt generacija;**
- Mjere koje se danas primjenjuju, ne pokazuju svoj rezultat sutra, nego tek u godinama koje slijede i ulog su za našu djecu i unučad.

Multifunkcionalnost šume: Šuma nam daje **zdravi zrak, čistu vodu, hranu, odmor, energiju, zaštitu od prirodnih opasnosti i radna mjesta.**

Šuma je zaštita: Bez šume bili bi bez zaštite prepušteni čestim opasno razornim snagama prirode: odron kamenja, lavinama, eroziji tla, naplavinama (morenama) i velikim vodama. Posebno je važno: nema 100 % zaštite od prirodnih opasnosti, ali mi možemo stalno poduzimati sve što je u našoj moći u smanjenju opasnosti, stoga; Gdje god je moguće treba prirodnom zaštitom sačuvati se od prirodnih opasnosti – dakle zaštitna šuma; Tehnička zaštita od prirodnih opasnosti samo tamo gdje priroda ne može pružiti zaštitu – zaštitne građevine. Šuma čini Austriju sigurnijom i šuma nam pomaže štedjeti: **bez intaktne zaštite šuma morali bi godišnje dodatno investirati preko 600 milijuna EUR-a u tehničke građevine.**

Šuma je raznolikost: Šume ispunjavaju opće korisne funkcije. Šume skrbe za pripremu čiste pitke vode i čistog zraka te služe za odmor. One štite našu klimu tako da dugoročno vežu CO₂. Šume su zeleni dom mnoštvu biljnih i životinjskih vrsta. Mnoge naše životinjske i biljne vrste našle su svoj životni prostor u šumi. Od oko dva milijuna vrsta, koje poznamo u svijetu, dvije trećine nalazimo samo u šumi. U našim šumama prema anketiranju oko 70 % Austrijanaca najčešće provodi svoje slobodno vrijeme. Oko 30 % ukupnih oborina dospije zahvaljujući našim šumama u tokove podzemnih voda kao čista/zdrava pitka voda. Šuma filtrira prašinu i zdravstveno štetne tvari iz zračnih masa. Npr. 1 ha bukovice šume može godišnje vezati do 50 tona prašine.

Šuma je energija: Obnovljiva energija ima budućnost u Austriji. Drvo je multitalent – kao sirovina i isporučitelj energije: Sada se iz obnovljivih energenata pokriva oko 30 % potreba za energijom. Biomasa iz drva i poljoprivredna biomasa predstavlja – još ispred vodene snage – **sa 11 % najznačajniji obnovljiv energent.** Moj cilj je energijska autarkičnost (nezavisnost). Austrija bi mogla **do 2050. postati**

100 % energetski autarkična iz snage vjetra, sunca, vode i biomase. Fosilna energija je prošlost. U opskrbi energijom i ubuduće, moramo radikalno iz temelja promijeniti mišljenje i tehnički se drukčije opremiti. Energetski autarkična studija Saveznog ministarstva poljoprivrede, šumarstva, zaštite okoliša i vodnog gospodarstva dokazuje da je **energetska autarkičnost uvjerljiv ukupni koncept, od kojega svi profitiraju: ljudi, okoliš i klima, tržište rada i gospodarstvo naše zemlje.**

- Dva stupa u proizvodnji energije: šuma i voda – Oba čine 75 % udjela obnovljive energije. Potencijal kod šumske biomase je 25 PJ. Ovo vrijedi koristiti!

Zatim su od 10,00 do 12,00 sati siljedila četiri stručna predavanja:

Multifunkcionalno gospodarenje šumom – kratak povijesni pregled

Dr. Elisabeth Johann, voditeljica Austrijskog šumarskog društva

Europska vizija uporabe šume

Ernst U. Schulte, voditelj odjela Europske komisije za okoliš, Direkcija B – zaštita šume, biološka raznolikost i zaštita tla

Globalna uporaba šume – multifunkcionalnost (ni)je tema

Dipl. ing. Alexander Buck, direktor IUFRO

Multifunkcionalnost njemačkih šuma u opasnosti – šumska politika na energetskej prekretnici

Dr. Philipp Freiherr Heerman, predsjednik Uprave udruge šuma Nordhein – Westfalen e.v.

Potom je *dipl. ing. mag. Johannes Wohlmacher*, u ime Austrijskog šumarskog društva i Udruge šuma, drvo i papir, uručio *dipl. ing. Gerhardu Mannsbergeru*, državnom tajniku u Ministarstvu života, **RAIDINGERSKU DEKLARACIJU** šumskog sektora u Austriji

"Multifunkcionalno gospodarenje šumom i izdvajanje iz gospodarenja velikih šumskih površina".

Nakon zajedničkog ručka od 12,10–14,00 sati slijedila su stručna predavanja:

Svatko to hoće – šuma to ima – ima li zbilja?

Multifunkcionalnost u prostornom planiranju šuma

Ing. mag. Alfred Grieshofer, Ministarstvo života, Referada u šumarskom prostornom planiranju

Multifunkcionalnost iz sveukupne državne perspektive

Dir. i prof. dr. Matthias Dieter, voditelj Instituta Johann Heinrich od Thünen – Institut, Ekonomika šumarstva i drvne industrije

Djelovanja na šumu – izloženost opasnosti od lovstva i multifunkcionalnost?

Dipl. ing. Josef Fuchs, direktor šumarstva, Ured Tirol zemaljska vlada.



Slijeva: D. Pfeifer, J. Dundović, V. Čamba, P. Honsig – Erlenburg, EFNS Koruške (Foto: Hannah Berger)

Od 15,20–16,20 dipl. ing Stefan Zweittler, moderator sa svih sedam izlagatelja vodio je raspravu uz pitanja sudionika, potom su slijedili zaključci. Dipl. ing. mag. Johannes Wohlmacher zahvalio je svim referenticama i referentima na zaista kvalitetnim izlaganjima vezanim za **multifunkcionalnost šumarstva**, koja je razumljivo za sve šumare u Austriji na provjeri. Više na internetu: www.forstverein.org/index.php?site, a kompletnu RAIDINGERSKU DEKLARACIJU pripremit ćemo za sljedeći broj Šumarskoga lista. Isti dan navečer otputovali smo sa kolegom Vladimirom Čambom iz Lutzmannsburga na svečanu večeru u Deutschkreutz i organiziranim prijevozom vratili se iza 22,00 sata u Lutzmannsburg.

U petak, 25.05. sudjelovao sam od 6 predloženih stručnih ekskurzija na cjelodnevnoj stručnoj ekskurziji 1. Gradišćanska udruga šuma, ENERGIJA IZ MALIH ŠUMA, a kolega Dragomir Pfeifer na stručnoj ekskurziji 3. Šumsko poduzeće Esterhazy, GOSPODARENJE NA RAZLIČITIM STANIŠTIMA.

Uz stručno vodstvo dipl. ing. Roberta Flascha, Gradišćanska zemaljska udruga i revirnika dipl. ing. Klausa Peter Friedla, upoznali smo:

- Gospodarenje šumom u agrarnoj urbarijalnoj udruzi (zemljišna zajednica) Eisenberg
2008. godine dobila je državnu nagradu za dobar primjer odličnog gospodarenja šumom. 26 članova Agrarne udruge raspolažu sa 106 udjela i gospodare sa 158 ha šumske površine. Poduzeće je nastalo nakon 2. svjetskog rata i bilo je u vlasništvu Republike Austrije. Političkom voljom odlučeno je da se šumsko poduzeće ne može prenositi na pojedince, nego se može prodavati mjesnoj udruzi. Danas se Agrarna udruga prikazuje kroz ekološki orijentirano i gospodarski uspješno gospodarenje šumom. Članovi godišnje dobivaju po pravu udjela 1 prm ogrjevnog drva. Osim toga, članovi iskoriste godišnje oko 1 000 prm energetskog drva, od čega se polovina isporuči za Centralizirani toplinski sustav Güssing i Deutsch – Schützen, oko 30 % industrijskog drva i oko 20 % pilanskih trupaca ide u prodaju. Jedino ogrjevno drvo izrađuju članovi, a sve ostalo iskorištenje drva ide u organizaciji Gradišćanske udruge šuma d.o.o. u kojoj je zaposlen jedan dipl. ing. šumarstva.



Prva proreda 30-godišnje borove kulture tehnologijom harvester (Foto: dr. Nikolaus Fernsebner)



7-godišnji hrastov mladik nakon prirodne obnove – bez šteta od divljači (Foto: dr. Nikolaus Fenrsebner)

Otvorenost šuma sa 25 m/ha je jako dobra, što omogućuje korištenje i energetskog drva, prva proreda 30 godišnje borove kulture obavlja se tehnologijom harvester i forvarder po 24 EUR/m³ i prodaja 34 EUR/m³ franco šumska cesta. Problem prirodne obnove 85–90 godišnjih mješovitih bjelogoričnih i borovih sastojina te hrastovih panjača na bogatom šumskom tlu, danas se dobro odvija uz stručnu pomoć dipl. ing. šumarstva Klause Peter Friedla i dipl. ing. Roberta Flascha iz Gradišćanske zemaljske udruge. Bez žičane ograde – "pastir", zbog šteta od srneće i jelenske divljači ne bi se mogla vršiti njega mladih bjelogoričnih i mješovitih kultura. Nakon gotovo tri sata šetnje kroz šume Agrarne urbane udruge Eisenberg uz domaćina g. Wachtera Helmuta, predsjednika Uprave udruge, stigli smo u **Centralizirani toplinski sustav Deutsch – Schützen d.o.o.**, gdje nas je dočekaio i pozdravio g. *Franz Wachter*, načelnik općine Deutsch – Schützen sa 1 130 stanovnika i 350 vikendaša, a g. *Schlatter Bertholdt*, šef CTS upoznao nas je s izgradnjom koja je trajala od travnja do rujna 2005. godine, te tehničkim podacima (snaga kotla firme Urbas 850 kW, broj korisnika 67, dužina toplovođa 4 850 m, godišnje isporučena toplotina oko 2 063 MWh, potrebna količina šumske sječke 800 tona/godišnje cijena šumske sječke franco postrojenje 92 EUR-a/tona troškovi, cijena investicije 1,3 mili-

juna EUR-a, od čega 40 % poticaji EU, Gradišća i Austrije, cijena topline 62 EUR-a/MWh, cijena priključka na CTS 7500 EUR-a).

Zatim je slijedio zajednički ručak i posjeta **Vinskom podrumu Wachter – Wiesler**

Vinski podrum je u vlasništvu vinarske obitelji Wachter (Franz Wachter, koja ima dugogodišnju tradiciju – već peta generacija).

U subotu, 26. svibnja otputovali smo u Güttenbach/Pinkovac, gdje smo sa kolegom dipl. ing. *Franzom Jandrisitsom*, članom Uprave EEE Güssing dogovorili:

1. nastavak suradnje iz područja obnovljivih izvora energije EEE Güssing i Hrvatske udruge za biomasu sekcija HŠD-a u izradi Programa Klima i energija modela regija u cilju energetski autarkičnih općina – regija u RH i naslov 7. Hrvatskih dana biomase "Mogućnosti regionalnog razvoja kroz povećanje novostvorene vrijednosti korištenjem poljoprivredne i šumske biomase" i
2. termin stručne ekskurzije HŠD Ogranak Nova Gradiška, 19–21. rujna 2012. u Austriju uz stručnu pomoć kolega dipl. ing. Franza Jandrisitsa, Franje Handla, prof. i dipl. ing. Vladimira Čambe.



U ZNAKU SJEĆANJA NA PREMINULE ČLANOVE

Alojzije Erkočić, dipl. ing. šum.

Na prošlogodišnjem prvom susretu članova Sekcije umirovljenika bivšeg delničkog Šumskog gospodarstva, odnosno njegova pravnog sljednika Uprave šuma Podružnice Delnice, održanom u Šumariji Delnice 27. svibnja 2011. čvrsto je dogovoreno da se sljedeći susret ima održati "zadnjeg petka mjeseca svibnja 2012." Rečeno učinjeno. Drugi susret, uvjetno rečeno delničkih šumara umirovljenika, održan je u petak, 25. svibnja 2012., ovoga puta u novoj zgradi Šumarije Crni Lug u Bjeloj Vodici, podignutoj tik do starog grandioznog zdanja bivše zgrade šumarije izgrađene u vrijeme Thurn-Taxisa negdje krajem 19. st.

Susret je otvorio voditelj Sekcije i član HŠD-a ogranak Delnice mr. sc. Božidar Pleše. Uz upućenu dobrodošlicu svim nazočnima, posebno je pozdravio tajnika HŠD-a iz Zagreba Damira Delača i predsjednicu HŠD-a ogranak Delnice Tijanu Vujnović-Grgurić te domaćine, direktora UŠ Podružnice Delnice Roberta Abramovića i upravitelja Šumarije Crni Lug Zvonimira Pršlea sa suradnicima. Potaknuti iznenadnom smrću kolege Nikole Spudića, sudionika našeg prvog druženja prije godinu dana u "njegovoj" Šumariji Delnice, kojega smo prvih dana svibnja otpratili na vječni počinak (vidi nekrolog u ovom broju ŠL-a na str. 321), mimo zacrtanog dnevnog reda prvih dvadesetak minuta susreta bilo je posvećeno iskazivanju sjećanja i hvale našim pokojnicima, umrlim kolegama šumarima zaposlenima ti-

jekom minula pola stoljeća u Šumskom gospodarstvu Delnice/Upravi šuma Podružnici Delnice. Kako za dobar dio njih odlazak s ovoga svijeta nije zabilježen na stranicama našega staleškog glasila "Šumarskog lista", njihova imena s mjestom i godinom rođenja, odnosno smrti, zabilježiti ćemo redom kako su pročitana na susretu u Crnom Lugu: Đuro Basić (Medak 1927 – Opatija?), Matija Brajdić (Gornji Kuti, Brod Moravice 1938 – Delnice 2003), Roman Chylak (Velika Gorica 1909 – Kraljevica 1990), Ljubomir Čelap (Gvozd 1930 – Mali Lošinj 2008), Miljenko Čop (Gerovo 1960 – Gerovo 1997), Nikola Fiedler (Zagreb 1911 – Golovik, Opatija 1989). Vladimir Hilak (Požega 1951 – Zagreb 1986), Veljko Jurdana (Volosko 1924 – Lovran 1975), Vladimir Klepac (Gerovo 1921 – Delnice 2003), Zorislav Kovačević (Osijek 1927 – Zagreb 1991), Krunoslav Kranjčević (Slavonski Brod 1932 – Skrad 1991), Kazimir Loknar (Čabar 1913 – Delnice 1998), Stjepan Maček (Zagreb 1912 – Zagreb 1962), Milivoj Majnarić (Lokve 1911 – Lokve 1978), Vladimir Matijašić (Ogulin 1908 – Ogulin 1979), Ivo Matota (Novigrad Podravski 1916 – Zagreb 2002), Mihajlo Merle (Slatina 1941 – Rijeka 2001), Ivan Pleše Curl (Delnice 1928 – Delnice 2003), Ivan Pleše Lukeža (Delnice 1942 – Delnice 2010), Matija Pleše (Delnice 1951 – Delnice 2011), Antun Polić (Sungar 1938 – Rijeka 2008), Miroslav Prpić (Senj 1926 – Senj 2001), Rade Rajnović (Moravice



Mr. sc. Božidar Pleše sa suradnicima prilikom otvaranja 2. susreta Sekcije umirovljenika u Šumariji Crni Lug; gost susreta tajnik HŠD Damir Delač (drugi s desna)

1956 – Moravice 2003), Nikola Spudić (Duga Resa 1928 – Lovran 2012), Miroslav Sukalić (Karlovac 1916 – Mali Lošinj?), Rene Sušan (Rijeka 1929 – Rijeka 1978), Darko Štimac (Lokve 1929 – SAD 1978), Stanko Tomaševski (Split 1923 – Zagreb 2007), Nikola Trbović (Gomirje 1931 – Gomirje 2003), Stjepan Varga (Mursko Središće 1931 – Delnice 2002), Aleksandar Vernak (Sisak 1921 – Opatija 2006), Mladen Vinski (Presika, Vrbovsko 1947 – Vrbovsko 2007), Vladimir Vukmanić (Zagreb 1927 – Rijeka 1990), Boško Vukmanović (Vrbovsko 1934 – Vrbovsko 2002).

Hvala im za sve ono što su učinili za našu šumarsku struku, za sva prijateljstva koja su gajili prema nama i mi prema njima. Doživjeli su da ih poštujemo još za života. Hvala im i slava!

Prema dnevnom redu uslijedili su istupi domaćina, najprije upravitelja Uprave šuma Podružnice Delnice Roberta Abramovića (koji je bio iznimno kratak, jer kako to reče morao bi ponoviti sve ono što je rekao gotovo istom auditoriju na prošlom susretu), a zatim upravitelja Šumarije Crni Lug Zvonimira Pršlea, koji tu dužnost uspješno obavlja već punih 17 godina. Dok je osamdesetih godina prošloga stoljeća površina gospodarskih šuma šumarije iznosila preko 5 700 ha, danas je ona gubitkom gosp. jedinice "Oštrac" (1 592 ha, pripojena novoustanovljenoj Šumariji Lokve) te oduzimanjem 750 ha za potrebe proširenja NP-a Risnjak (1997), svedena na 3 500 ha. Samim time raniji etat od 35 500 metara kubičnih sveden je na oko 29 000 bruto drvene mase, od čega na jelu otpada 70 %, a na bukvu i ostale listade 30 %. Približno polovicu svih zadataka na sječi i izradi te izvlačenju drvnih sortimenata ostvaruju stalno zaposlena četiri sječača i dva traktorista, dok se preostali radovi povjeravaju privatnim kooperantima. Sve šumsko-uzgojne radove šumarija izvršava vlastitom radnom snagom. Dok je još 1970. otvorenost šuma šumskim cestama, uključujući i javne prometnice, iznosila oko 20 km/1 000 ha, danas, prema riječima upravitelja, ona je dostigla brojku od 25 km/1 000 ha s takvim rasporedom da praktički otvara sve šumske predjele inače zamršenog reljefa.

Sušenje jele kao posljedica "kiselih kiša" i globalnog zatopljenja, donedavno gorući problem ovoga dijela Gorskog kotara, po svem je sudeći iza nas. Tome je u mnogome doprinijelo zatvaranje Koksare Bakar, rezolutan je upravitelj Pršle. Kako je ostatak druženja šumara-umirovljenika nastavljen u lovačkoj kući Pjetlićev vrh (pred stotinjak godina aktivno tetrijepsko pjevalište!), nekad u sklopu državnog-uzgojnog lovišta "Risnjak" (8 450 ha) delničkog Šumskog gospodarstva, sada pod upravljanjem sportske lovačke organizacije, danas je taj postupno obnovljeni objekt izgubio prvotnu namjenu, prihvat i boravak stranih lovaca turista. Iscrpan izvještaj o radu HŠD-a Ogranak Delnice podnijela je predsjednica Tijana Vujnović-Gašparac iz kojega izdajamo najavu suorganizacije 45. EFNS-skupa koji bi se trebao



Sjećanje na jednog od ponajmlađih kolega šumara delničkog Šumskog gospodarstva Vladimira Hilaka, rukovoditelja Rasadnika Kuželj, strada-log u prometnoj nesreći u Zagrebu 1986. u 35-oj godini života



Stručno šumarsko osoblje Šumarije Crni Lug, domaćini skupa: dipl.ing. šum. (slijeva). revirniči Dražen Tomić i Goran Malnar, upravitelj Zvonimir Pršle i revirnik Đoni Čop.



Članovi Sekcije umirovljenika HŠD-a Ogranak Delnice sa svojim domaćinima i gostima ispred lovačke kuće Pjetlićev vrh 25. svibnja 2012.

održati na poligonu Vrbovska poljana ponad Begovog Razdolja 2013.g. te osvajanje zlatnog odličja "naše gore lista" Alena Abramovića u kategoriji klasičnog trčanja na ovogodišnjem EFNS-u u Todtnau, Schwarzwald (Njemačka).

Druženje nije moglo proći a da nam se ne obrati prvi čovjek Hrvatskog šumarskog društva tajnik, naš kolega i Go-



Novo-staro vodstvo Sekcije umirovljenika (slijeva): Josip Robert Crnković, Željko Gjukić i mr.sc. Božidar Pleše (sve snimio Alojzije Frković)

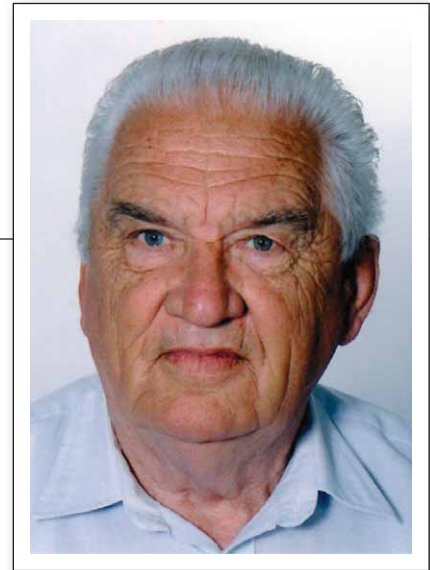
ranin, Damir Delač. Jasno i sažeto obavijestio nas je o svim novinama vezanim uz imenovanje nove Vlade i ustrojavanja novih ministarstava, izrazivši nezadovoljstvo zbog izostavljanja imena šumarstvo iz naziva resornog ministarstva (poljoprivrede), davanja šuma i šumskog zemljišta u koncesiju, donošenju novog Zakona o šumama, a time najavljeno smanjivanje nadoknade za općekorisne funkcije šuma, problematici Natura 2000. i dr. Istup tajnika HŠD-a ponukao je mnoge kolege na raspravu. Teme su bile: povrat šuma zemljišnih zajednica njihovim vlasnicima, razlozi odgađanja otvorenja stalne postave šumarstva, lovstva i ribolova u Brodu na Kupi, izrada spomen knjige delničkog gospodarstva. Izbor novog voditelja Sekcije u osobi kolege Josipa Roberta Crnkovića prihvaćen s aklamacijom bio je posljednja točka dnevnog reda, kada je kolona od točno dvadeset šumara-umirovljenika s domaćinima i gostima krenula put Pjetlićevog vrha.

Na svježem zraku, zaštićeni od sunca i vjetrova unutar novosagrađene sjenice, nastavljena su druženja u "kružocima", nevezani razgovori, dosjetke i šale. Nije izostala ni bogata trpeza.

Uspomene radi svakom je od nas šumara-umirovljenika od strane domaćina bila poklonjena knjiga mr. sc. Borka Plešea *Fotografijom kroz povijest šumarstva Gorskog kotara* (Zagreb 2012), a od HŠD-a Ogranak Delnice kemijska olovka. Doviđenja do svibnja 2013.

KRUNO VRGOČ, dipl. ing. šum (1934–2011)

Dr. sc. Vice Ivančević



Pred naletom teške i podmukle bolesti i samo nekoliko dana nakon 77. rođendana, napustio nas je naš prijatelj i kolega Kruno Vrgoč.

Rođen je 5.1.1934. godine u Beničancima, Donji Miholjac, u višečlanoj obitelji majke Jelene rođene Fekete, domaćice i oca Petra, pučkog učitelja. U vihoru II. svjetskog rata obitelj je zbog naprednih ideja njegova oca bila izložena progonima, pa se zbog toga morala često prebacivati na slobodna područja. U rodnom mjestu završava osnovnu školu 1946. g., a potom realnu gimnaziju "Ćiro Gamulin" u Splitu 1954.g. Bio je veoma perspektivni junior "Hajduka" s uspješno završenom nogometnom školom Luke Kaliterne, legendarnog igrača i trenera. Većina igrača njegovog godišta uskoro je zaigrala u seniorskom sastavu "Hajduka", koji je osvajao više naslova državnog prvaka. Međutim, odlaskom u Zagreb na studije prekinuta je njegova uspješna nogometna karijera. Kruno je bio omiljen među svojom generacijom nogometaša, a osobito je bio blizak prijatelj s Jolom Vidoševićem, kasnije standardnim prvotimcem i reprezentativcem.

U jesen 1954. g. upisuje se na Šumarski fakultet, Šumsko-gospodarski odsjek u Zagrebu, kojega završava početkom 1960.godine. Kao apsolvent boravi na višemjesečnoj studentskoj praksi u Danskoj i Finskoj u okviru međunarodne razmjene studenata. Iz Studentskog centra živo se sjećamo nerazdvojnog i skladnog para Krune i Rajke, kasnijih suružnika koji su, posebice, mlađim generacijama bili pravi uzori partnerstva i ljubavi. Po završetku studija nakratko se zapošljava u Šumskom gospodarstvu "Krndija", Našice, kao samostalni referent za biljnu proizvodnju. Nakon jednogodišnjeg vojnog roka vraća se na isto radno mjesto do odlaska u Bosnu i Hercegovinu krajem 1963. godine. Zbog izrazitog deficita visokoobrazovanih stručnjaka i relativno povoljnih uvjeta života, Kruno sa svojom suprugom Rajkom, profesoricom stranih jezika seli u susjednu Republiku. Početkom 1964.g. postavljen je za upravitelja Šumarije Novi Travnika u sastavu ŠIP-a Šebešić, Travnik, gdje će provesti punih 14 godina. U tom njegovom najplodnijem stručnom radu na kompleksnom gospodarenju relativno slabo otvorenih šuma planinskih masiva Vranice i Vlašića, postiže značajne rezultate. Osobitu pozornost posvećuje uzgajanju

šuma i srodnim disciplinama, koje su ga uostalom i na Fakultetu najviše zaokupljale. U iskorištavanju šuma uvodi mehanizaciju u kombinaciji s izgradnjom šumskih cesta i vlaka primjenom nove tehnike izgradnje. Uz to, razvija lovstvo, koje također pozitivno utječe na bolje poslovanje. Organizira česte stručne ekskurzije u Hrvatskoj radi boljeg upoznavanja s tamošnjim naprednijim iskustvima u lovstvu. Ovakvo cjelovito gospodarenje šumama utjecalo je na poboljšanje strukture šuma, ali i na bolje financijske rezultate. Radničkom standardu poklanja dužnu pažnju i to izgradnjom suvremenih radničkih nastambi i poboljšanjem životnih uvjeta radnika. Jedan je od začetnika, trenera i sudaca na natjecanjima šumskih radnika na regionalnoj, republičkoj i državnoj razini. Bio je uspješni trener nekolicini pojedinačnih regionalnih, republičkih i državnih prvaka u tim natjecanjima. Osim toga, na području njegove šumarije uspješno je održano nekoliko natjecanja šumskih radnika na svim razinama. Izuzimajući šumarstvo, kraće se vrijeme uspješno oprobao na urbanoj hortikulturi. Na molbu profesora Šumarskog fakulteta Sarajevo izravno je uključen kao volonter na višegodišnjem snimanju terenskih normi iskorištavanja i uzgajanja šuma, koje su poslužile kod izrade jedinstvenih normi. Inače, kolega Kruno izvrsno je surađivao s profesorima Šumarskog fakulteta u znanstvenom i praktičnom pogledu.

Po odlasku iz Šumarije Novi Travnik krajem 1977. g. pa do 1992. godine, uspješno je obavljao i druge poslove, i to: samostalnog projektanta hortikulture urbanog prostora, rukovoditelja sektora za plan i analize, direktora ŠIP-a "Šebešić", Travnik, rukovoditelja sektora za razvoj, te samostalnog planera i analitičara DIP-a Šebešić, prerada drva Nova Bila. Za vrijeme rata do primirja 1994.g. bio je uključen u logističku službu HVO, kada se vraća u Hrvatsku. Zahvaljujući

razumijevanju njegovih kolega zapošljava se sredinom 1994.g. u Upravu šuma Senj, Odjelu za iskorištavanje šuma na mjesto stručnog suradnika mehanizacije do odlaska u mirovinu krajem 1999. godine. Na ovom radnom mjestu kao vrlo iskusni praktičar uspješno primjenjuje analitičku metodu brzog pojedinačnog praćenja učinka kamiona, traktora i građevinskih strojeva. Njegovo praktično iskustvo i veliki angažman na pripremi i održavanju prvog državnog natjecanja šumskih radnika na području Uprave šuma Senj u turističkom naselju "Zagori" Novi Vinodolski 1995. g. umnogome je doprinijelo njegovom velikom uspjehu.

U privatnom životu bio je pravi intelektualac širokih pogleda, duhovnog potencijala i velike tolerancije u komunikaciji. Izvrsno je poznao pčelarstvo koje je obilno koristio u vlastitom dugogodišnjem uspješnom uzgoju pčela, izradi košnica i ostalog pratećeg pribora. Bio je dobar znalac flore, posebice ljekovitog bilja, koje je intenzivno skupljao za vlastite potrebe. Osim u praksi gdje je pokazivao veliku sklonost za lovstvo, bio je i pasionirani lovac te vlasnik većeg broja vrijednih trofeja. U slobodno vrijeme izrađivao je zahtjevne goblene, ponajprije prirodne motive, koji su krasili njegov dom.

Posljednji brutalni rat u BiH ostavio je duboku traumu u njegovoj obitelji. Njegov svjetonazor nikako nije mogao doći odakle se skupilo toliko zla i mržnje kod ljudi, koji su prouzročili toliko puno ljudskih tragedija i razaranja. Iako je sa suprugom na relativno zadovoljavajući način razriješio trajni boravak u Novom Vinodolskom, teško se uklopio u novu sredinu. Njihov dom, okruženje, mnogobrojna prijateljstva i poznanstva s cjelokupnim okruženjem bilo je vezano za Travnik, gdje su proveli najljepše i najintenzivnije godine zajedničkog života. Zbog toga su, uza svu susretljivost ljudi u novoj sredini bili neizmjereno nesretni. Naprasni odlazak supruge Rajke prije kratkog vremena zadao mu je težak udarac od kojeg se nije oporavio. Uskoro je i sam teško obolio i nakon nekoliko mjeseci bezuspješnog oporavka Kruno nas je iznenada napustio. Kao što i priliči njihovom skladnom zajedničkom životu, njegovi ostaci položeni su kraj supruge Rajke u Malinskoj na otoku Krku, sadašnjem trajnom boravištu njihovog jedinca sina Petra, afirmiranog šumarskog stručnjaka i znanstvenika i njegove obitelji.

Njegov plemeniti i uzorni lik zadržat ćemo u trajnoj uspomeni kao i zavidni stručni doseg, koji je umnogome doprinio razvoju i afirmaciji naše zelene struke.

IVAN ĐUKIĆ, dipl. ing. šum. (1946–2012)

Ivica Tomić, dipl. ing. šum.

Nakon duge i teške bolesti, 13. travnja 2012. godine, u 66. godini života preminuo je i zauvijek nas napustio kolega Ivan Đukić, diplomirani inženjer šumarstva, umirovljeni zaposlenik novogradiške podružnice "Hrvatskih šuma". Rođen je u 28. kolovoza 1946. u Slavonskome Brodu, osnovnu školu i gimnaziju završava u rodnome gradu, a zatim upisuje Šumarski fakultet u Zagrebu, na kojemu diplomira 1973. godine. Po završetku studija vraća se u svoju Slavoniju koju je istinski volio, u svoj grad, te 1974. započinje radni vijek kao pripravnik u Šumariji Trnjani, u ondašnjem Šumskom gospodarstvu "Slavonski Brod". Budući da je bio iznimno predan i temeljit kada se radilo o šumarstvu, Braco je, kako su ga svi zvali, preuzimao odgovorne i zahtjevne poslove na kojima se nije štedio, pa je često poslijepodneva i vikende provodio na radnome mjestu. Od



1975. godine radi na poslovima programiranja i pripreme proizvodnje u djelatnosti uzgajanja šuma, od 1980. u iskorišćivanju šuma, te se tijekom toga perioda intenzivno bavi izradom normativa u šumarstvu (THV-sustav). Rukovoditelj Proizvodnog odjela u Šumskom gospodarstvu postaje 1986.godine, a tu funkciju obavlja do 1991. godine, kada preuzima dužnost stručnog suradnika za studij i organizaciju rada u novoosnovanom Javnom poduzeću "Hrvatske šume", p.o. Zagreb (Uprava šuma Vinkovci). Nakon formi-

ranja Uprave šuma Podružnice Nova Gradiška, radi na mjestima stručnoga suradnika za iskorišćivanje šuma, savjetnika za poslove proizvodnje, upravitelja Šumarije Trnjani, stručnoga suradnika za mehanizaciju, te stručnoga suradnika za unutarnji nadzor, a na ovoj dužnosti ostaje do umirovljenja 2011. godine. Radni vijek kolege Đukića u šumarstvu je obilježen iznimnom predanošću svakom poslu koji je zahtijevao šumarskog stručnjaka, praktičara i dobrog organizatora, a on ih je uzorno i vrlo dobro obavljao. Uvijek je radio izvan svakodnevnih okvira i pokušavao unaprijediti sebe kao stručnjaka, a općenito i šumarstvo. Godinama je kao dobar domaćin dočekivao studente Šumarskog fakulteta te sudjelovao u organizaciji terenske nastave, a stručna je znanja kao mentor prenosio i generacijama mladih kolega. Do zadnjeg radnog dana uživao je u odlascima u šumu, jer se tamo, kako je sam znao reći, nakon 38 godina rada osjećao najsvrsishodnije i najugodnije.

Od početka rada u šumarstvu član je Hrvatskoga šumarskog društva, a od 1993. do 2006. godine bio je predsjednik slavonskobroškog ogranka HŠD-a. Dipl. ing. Ivan Đukić bio je aktivan i izvan radnog vremena, posebice u nogometu. Obavljao je funkcije u svome klubu Posavcu iz Rušice, u Nogometnom savezu općine Slavonski Brod te u Županijskom nogometnom savezu Brodsko-posavske županije. Svi koji su ga poznavali i s kojima je radio pamte ga kao velikog šumara i domoljuba, koji je ljubavlju prema šumi iskazivao i svoju veliku privrženost Slavoniji. Stoga su svi duboko bili potreseni njegovom smrću.

Pogreb kolege Đukića obavljen je 14. travnja na mjesnom groblju u Rušici, nedaleko od Slavonskoga Broda, u nazočnosti obitelji i rodbine te brojnih kolega šumara i prijatelja.

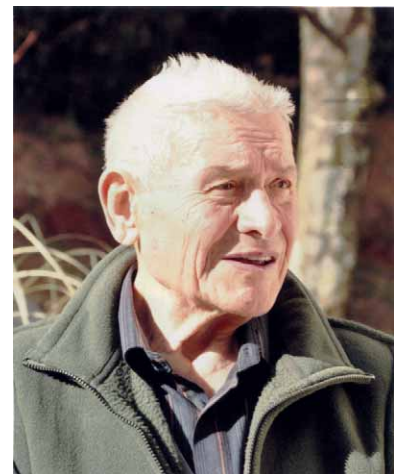
Neka mu je laka hrvatska zemlja!

NIKOLA SPUDIĆ (1928–2012)

Alojzije Erkočić, dipl. ing. šum.

"Stablo, a otud i šuma, prijatelji su ljudi.
Ona daju svoje plodove ne pitajući se tko će ih jesti"

Phil Bosman



U svom obiteljskom domu u Lovranu u srijedu 25. travnja u 84. godini života preminuo je nakon kratke i teške bolesti Nikola Spudić, dipl. ing. šumarstva.

Rođen je 25. rujna 1928. u Dugoj Resi, kao jedinac oca Nikole i majke Zore r. Duganić. Godine 1938. završio je osnovnu školu u rodnom mjestu, a realnu gimnaziju u Karlovcu 1946. Okončanjem srednje škole upisao je studij šumarstva na Poljoprivredno-šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, na čijem je Šumskogospodarskom odsjeku apsolvirao nastavne 1950./51., a diplomirao 12. lipnja 1952. g.

Prema Hrvatskom šumarskom životopisnom leksikonu (PŠ knjiga 4 Tutiz Leksika Zagreb 1999.) svoju prvu službu u struci, nakon okončanja vojnog roka, dobiva u Vinkovcima – Manipulacija Spačva, gdje je, nakon kraćeg pripravničkog staža, upravitelj radilišta (1953–54). Od 1954. do 1955. godine u istom je šumskom gospodarstvu upravitelj Šumarije

Strošinci. Ustrojstvom Šumarije Zalesina, u čijem sklopu djeluje istoimeno "fakultetsko dobro", godine 1955. napušta Slavoniju i primivši službu upravitelja te šumarije trajno dolazi u Gorski kotar. Reorganizacijom šumarstva i osnivanjem Šumskog gospodarstva Delnice 1960., biva premješten u Delnice na radno mjesto upravitelja Šumarije Delnice, na kojoj dužnosti ostaje pune 32 godine (1961–1993), sve do umirovljenja 1993. g.

Njegov stručni rad u "hrvatskoj Švici", gdje je ukupno proveo gotovo puna četiri desetljeća, bio je vrlo plodan i društveno koristan. Smatrajući šumu i bogatstva što se u njoj kriju "mrtvim kapitalom" ako nisu dostupni, njegova je glavna preokupacija bila izgradnja šumskih cesta. U spomen-knjizi *Deset godina razvitka Šumskog gospodarstva Delnice* (Delnice 1970) Nikola će zapisati: "Mreža cesta na području Šumarije Delnice je dobra. Ima 96 km kamionskih cesta, odnosno prosječno 1 km/87 ha šumske površine.

Oko 30 % tih cesta sagrađeno je posljednjih 5–6 godina, kada je Šumarija zbog nestašice kirijaša i samaraša bila prisiljena što više skratiti privlačenje i iznos drvnog materijala. Razmjerno malim novčanim sredstvima gotovo svi kolski putovi prošireni su u dobre kamionske ceste. Na taj je način prosječna duljina privlačenja drva skraćena na manje od 500 m...". Ništa manje značajan nije ni njegov doprinos na melioraciji degradiranih šuma i goleti na strmom kanjonskom dijelu rijeke Kupe bivših zemljišnih zajednica. Stare bukove panjače i druge degradirane šumske površine na površini od 130 ha pretvorene su danas u visoko vrijedne sastojine smreke, borovca, bijelog bora, duglazije, ariša... Ushićen tim uspjesima zapisati će: "Pošumljavanjem i meliorativnim zahvatima bitno smo uljepšali krajolik, osobito uz cestu Delnice – Brod na Kupu, doprinijevši tako turističkoj valorizaciji ovoga kraja".

Nesebično prenoseći svoja znanja na mlađe kolege, Nikola Spudić osjećao se sretnim i ponosnim kada je na prvom

prošlogodišnjem susretu Sekcije kolega umirovljenika delničkog gospodarstva, svibnja 2011. iz usta svojih nasljednika mogao čuti da je primarna otvorenost šuma masiva Drgo mlja i ostalih šumskih predjela delničke šumarije dostigla brojku od impresivnih 26 km/1000 ha. Kao člana Hrvatskog šumarskog društva Ogranak Delnice, njegova svijetlog lika, kao i ostalih kolega preminulih tijekom posljednjih 50 godina, sjetili su se kolege umirovljenici na svom drugom ovogodišnjem susretu 25. svibnja u Šumariji Crni Lug (vidi članak *U znaku sjećanja na preminule članove* u ovom broju ŠL-a na str. 316).

Pokopan je u srijedu 2. svibnja na starom gradskom groblju Lovran u nazočnosti članova obitelji, rodbine, prijatelja i kolega. Misu zadušnicu u kapeli Gospodnjeg Uskrsnuća, podignutu ravno prije jednog stoljeća (1912) i sprovodne obrede predvodio je vlč. Matija Rašpica, župnik Župe Lovran.

Gloriam et gratias agimus eo!

Prof. dr. sc. RADOVAN DESPOT (1955–2012)

Dr. sc. Mar'in Hasan

Prof. dr. sc. Radovan Despot rođen je 14. listopada 1955. u Zagrebu, gdje je živio i školovao se.

Akadske godine 1974/75. upisao se na Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Drvno-tehnološki odjel, gdje je diplomirao 1980. godine. Tijekom studija kao demonstrator bio je uključen u nastavni rad u Katedri za anatomiju i zaštitu drva na predmetu Anatomija drva, a kao apsolvant honorarno je radio i na znanstveno istraživačkim temama spomenute Katedre. Od 1982. godine sve do povratka na Fakultet radio je u tadašnjoj RO Industrogradnja, OOUR-Proizvodnja i ugradnja građevne stolarije u Lomnici. Na temelju rada kao studenta i demonstratora, kao i rada u struci, njegov mentor prof. dr. sc. Božidar Petrić i mr. sc. V. Šćukanec prepoznali su njegove kvalitete i doveli ga na Fakultet u travnju 1986. godine kao asistenta iz predmeta Zaštita drva i drvnih proizvoda, na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, gdje je bio zaposlen sve do iznenadne i prerane smrti.

Dana 21. lipnja 1991. Radovan Despot je obranio magistarski rad pod naslovom "Poboljšanje permeabilnosti jelovine



djelovanjem bakterija", a u zvanje znanstvenog asistenta izabran je u siječnju 1992. godine. Od 7. veljače 1989. godine upisan je u registar istraživača Ministarstva znanosti i tehnologije Republike Hrvatske. Doktorsku disertaciju pod naslovom "Prilog poznavanju mehanizma infekcije i truljenja jelove građevne stolarije", Radovan Despot je obranio 4. studenog 1996. godine. Početkom 1997. godine izabran je za višeg asistenta iz predmeta Zaštita drva i drvnih proizvoda, a 26. lipnja iste godine izabran je u znanstveno-nastavno zvanje docenta iz istog predmeta. Godine 1999. po prvi je puta izabran za pročelnika Zavoda za istraživanja u drvnjoj industriji (ZIDI), a 2001. izabran je po-

novno i tu je dužnost obnašao sve do trenutka kada 2002. godine preuzima dužnost prodekana Drvno-tehnološkog odsjeka Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, kao i dužnost predstojnika Zavoda za ploče i kemijsku preradu drva. Tijekom svibnja 2002. godine, zbog svog je dotadašnjeg rada i zalaganja bio izabran za dopisnog člana Akademije šumarskih znanosti. U znanstveno-nastavno zvanje izvanrednog profesora izabran je 21. veljače 2007., a u znanstveno-nastavno zvanje redovitog profesora izabran je početkom 2011. godine. U akad. god. 2007/08. i 2008/09, prof. dr. sc. Radovan Despot obnaša dužnost prodekana za znanstveno-istraživački rad Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Od samog početka bavljenja znanstvenim radom prof. dr. sc. Radovan Despot sudjelovao je na pet nacionalnih znanstveno-istraživačkih projekata, od kojih je na dva bio i voditelj. Također je sudjelovao i bio glavni voditelj triju međunarodnih bilateralnih znanstveno-istraživačkih projekata. Objavio je više od 100 znanstvenih i stručnih radova u publikacijama u zemlji i inozemstvu. Prof. dr. sc. Radovan Despot je u dva navrata boravio u Building Research Establishment Institutu u Garstonu u Velikoj Britaniji. Godine 1998. postaje članom IRG-a (International Research Group on Wood Protection) te je u periodu od 1998. do smrti aktivno sudjelovao na više IRG-ovih međunarodnih znanstvenih konferencija na kojima je u više navrata bio moderator pojedinih sekcija. Prof. dr. sc. Radovan Despot je kao autor i koautor znanstvenih radova više puta sudjelovao na međunarodnim kongresima Wood structure and properties (Zvolen, Slovačka) i na European Conference on Wood Modification, a od samoga je početka bio član znanstvenih i programskih odbora međunarodnih konferencija Drvo u graditeljstvu, Ambianta i SHATIS (Structural Health Assessment of Timber Structures). Bio je član uredničkih odbora i izdavačkih savjeta više međunarodno priznatih znanstvenih časopisa iz područja drvne tehnologije. Godine 1999. postao je članom europske organizacije COST (European Cooperation in Science and Technology). Prvo je bio član COST akcije E22, a potom postaje članom COST akcija E31 i E37. U razdoblju od 2000.g. do 2004. godine uspostavio je putem COST-a značajniju suradnju sa BFH Institutom u Hamburgu (Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft). Znanstvenom novaku Marinu Hasanu je u okviru te suradnje osigurao dva znanstvena boravka (tzv. Short Term Scientific Mission) u spomenutom institutu. Godine 2004. imenovan je od Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa Nacionalnim koordinatorom COST-a za područje Šumarstva i drvne tehnologije (Domain Committee for Forest, Forestry Products and Services), a 2010. godine je ponovo izabran na istu dužnost, koju je vrlo aktivno i predano izvršavao do zadnjeg dana. Svojom zapanjujućom energijom i entuzijazmom potaknuo je i uključio u međunarodnu suradnju mnoge mlade znanstvenike i kolege.

Svoj interes za nastavu prof. dr. sc. Radovan Despot pokazivao je kroz stalno sustavno metodičko i tehničko osuvremenjavanje nastave. Studentima je bio jedan od najboljih i omiljenih nastavnika na Šumarskom fakultetu. Sudjelovao je u ocjeni nekoliko desetaka diplomskih radova, a bio je mentor dvadesetak diplomskih, dva magistarska rada i jedne doktorske disertacije. Do zadnjeg je dana s puno obzira, pažnje, žara i entuzijazma pripremao vođenje još dva doktoranda u izradi njihovih doktorskih disertacija. Tri je puta bio član povjerenstva za obranu doktorske disertacije (od toga dvaput u inozemstvu), više puta član povjerenstva u obrani magistarskog rada, a više je puta bio član povjerenstva za izbor nastavnika u više znanstveno-nastavno zvanje u Hrvatskoj i inozemstvu. U okviru izrade novih studijskih programa preddiplomskih studija drvne tehnologije u Zagrebu i Virovitici, te diplomske i poslijediplomske nastave u Zagrebu, kreirao je i uveo preko deset novih predmeta. Na poslijediplomskom studiju iz znanstvenog usmjerenja Vođenje procesa u preradbi drva bio je voditelj izborne skupine Zaštita drva, a od 2005. godine bio je voditelj i novog modula Modifikacije drva na poslijediplomskom doktorskom studiju Drvne tehnologije. Kao gost predavač Radovan Despot je 1999. godine boravio u Ljubljani, gdje je za studente diplomskog studija Oddelka za lesarstvo Biotehniške fakultete održao više predavanja.

Prof. dr. sc. Radovan Despot bio je član Akademije šumarskih znanosti, Hrvatskog šumarskog društva, Društva nastavnika i Hrvatske komore inženjera šumarstva i drvne tehnologije u kojoj je bio imenovan članom povjerenstva za napredovanje i edukaciju kadrova.

U znanstveno-istraživačkom radu prof. dr. sc. Radovan Despot bavio se istraživanjem mehanizma i sukcesije abiološke i biološke razgradnje drva u uporabi, identifikacijom štetnika u drvu, postupcima zaštite i modifikacije drva, sterilizacijom, zaštitom i konzervacijom drvenih umjetnina i objekata kulturne baštine na području Hrvatske. Izradio je više desetaka stručnih mišljenja i ekspertiza te je više puta bio član nadzora prilikom restauratorskih zahvata na objektima kulturne baštine (npr. paviljon Jeka, Vidikovac i Švicarska kuća u Maksimiru, Tehnički muzej u Zagrebu i mnogi drugi objekti diljem Hrvatske). Intenzivno se bavio i ekološkim načelima zaštite drva te bio aktivni član europskog COST projekta o zbrinjavanju drvnog otpada i kemijski zaštićenog drva, kogeneraciji i pridobivanju ekološki čišće energije.

Približavanjem Republike Hrvatske ulasku u Europsku Uniju prof. dr. sc. Radovan Despot je intenzivno radio na prilagođavanju propisa domaće drvnotehnološke struke europskim i svjetskim normama, prilikom čega je bio i kreator Pravilnika i utemeljitelj fitosanitarnog sustava Republike Hrvatske sukladnog međunarodnom standardu ISPM 15. U izgradnji i razvoju navedenog sustava,

a time i hrvatskog gospodarstva, godinama je održavao i unaprjeđivao fitosanitarni sustav stotinjak tvrtki. Na temelju rada i zalaganja veliki dio tih tvrtki iz Hrvatske probilo se na europsko tržište i time si osiguralo dugoročni prosperitet.

Prof. dr. sc. Radovan Despot bio je nesalomljivi entuzijast, znanstvenik predan implementaciji znanosti u razvoj gospodarstva. Bio je čovjek koji je uz brojne obveze vezane uz svoj profesorski habitus uvijek imao vremena za svoju užu obitelj i rodbinu te tople riječi za svoju veliku obitelj, a to

su njegovi brojni prijatelji diljem svijeta. Dragi naš profesor Despot je otišao, no nije nas napustio. Svijetli lik, uvijek pozitivan stav, velika podrška i razumijevanje, te plemenita djela u ponajprije redu čovjeka i prijatelja, kolege i profesora, ostat će trajno u našim mislima i našim srcima, a brojne generacije njegovih studenata još dugo će se sjećati jednog od najvećih i najomiljenijih profesora Šumarskoga fakulteta.

Neka mu je vječna slava i hvala za dobrotu, toplinu, prijateljstvo i znanje koje je nesebično pronosio.

UPUTE AUTORIMA

Šumarski list objavljuje znanstvene i stručne članke iz područja šumarstva, odnosno svih znanstvenih grana pripadajućih šumarstvu, zatim zaštite prirode i lovstva. Svaki znanstveni i stručni članak trebao bi težiti provedbi autorove zamisli u stručnu praksu, budući da je šumarska znanost primjenjiva. U rubrikama časopisa donose se napisi o zaštiti prirode povezane uz šume, o obljetnicama, znanstvenim i stručnim skupovima, knjigama i časopisima, o zbivanjima u Hrvatskom šumarskom društvu, tijeku i zaključcima sjednica Upravnoga odbora te godišnje i izvanredne skupštine, obavijesti o ograncima Društva i dr.

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

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

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

Priloge opisati dvojezično (naslove priloga, glave tablica, mjerne jedinice, nazive osi grafikona, slika, karata, fotografija, legende i dr.) u fontu Times New Roman 10 (po potrebi 8). Drugi jezik je u kurzivu. U tekstu označiti mjesta gdje se priložio moraju postaviti.

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

Pravila za citiranje literature:

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

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

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

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

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

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

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

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

Documents must be prepared in standard A4 format, all margins should be 2.5 cm, and spacing should be 1.5. The font should be 12-point Times New Roman (notes – footnotes 10). The text itself should be in normal type, the titles in bold and capital letters, the subheadings in bold and small letters, and the authors in bold and small letters without titles. Footnotes should contain the name of the author together with titles, address and electronic address (e-mail). The pages must be numbered.

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

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

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

Rules for reference lists:

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

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

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

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

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



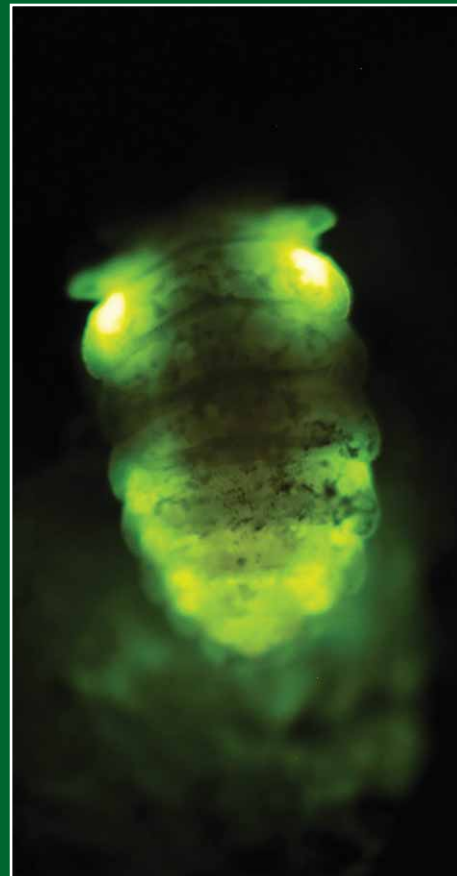
Slika 1. Mužjak male krijesnice *Lamprohiza splendidula* (Linnaeus, 1767). ■ **Figure 1** Lesser glow-worm *Lamprohiza splendidula* (Linnaeus, 1767).



Slika 2. Ličinka obične krijesnice *Lampyrus noctiluca* (Linnaeus 1767). ■ **Figure 2** Larva of the common glow-worm *Lampyrus noctiluca* (Linnaeus 1767).



Slika 3. Ženka male krijesnice (noćni snimak bljeskalicom). ■ **Figure 3** Female of the lesser glow-worm (night shot with the aid of flash).



Slika 4. Ista ženka male krijesnice u prirodnom noćnom okolišu. ■ **Figure 4** The same lesser glow-worm female in a natural nocturnal surroundings.

Krijesnice – biološki zanimljivi i ekološki vrijedni kornjaši očuvanih staništa.

Tople i mirne ljetne noći prava su prilika kada možemo uživati u "svadbenom letu" krijesnica. Nekada česte i uobičajene, danas u Europi postaju sve rjeđe. Uzrok je dijelom u svjetlosnom "onečišćenju" urbaniziranih područja, s obzirom da se mužjaci u potrazi za svijetlećim ženkama noću otežano orijentiraju u uvjetima dodatnog umjetnog svjetla. Također, za njihov opstanak važna je i očuvanost staništa, osobito vlažnih travnjaka i šumskih proplanaka te vlažne šumske prostirke sa pripadajućom bogatom faunom malenih puževa, koji su im dominantan izvor hrane. Zanimljiva biološka pojava bioluminiscencije dobro je proučena i najjače je izražena kod beskrilnih ženki. Pojava zelenkastog "hladnog", biosintezom stvorenog svjetla temelji se na pigmentu luciferinu, koji uz prisustvo enzima luciferaze i ATP sporom oksidacijom izgara uz izuzetnu učinkovitost. U usporedbi s običnom žarnom niti klasične žarulje (gubitak energije u toplinu od preko 90 %) ovaj biokemijski proces gotovo da nema temperaturnih gubitaka. Jedna od fascinantnih primjena proizašla iz proučavanja ovih malenih kornjaša je korištenje gena luciferaze u medicini za potrebe biološkog markiranja. Tako se primjerice za par minuta može utvrditi djelotvornost antibiotika na brojne sojeve bacila tuberkuloze. Za taj je postupak prije bilo potrebno i do dva i pol mjeseca.

Fireflies – biologically interesting and ecologically valuable beetles of preserved habitats.

Warm and calm summer nights offer a wonderful opportunity to enjoy the magnificent swarming of flying fireflies. Common in the past, they are becoming more sparse in today's Europe. Partly, the cause is the light "pollution" in urbanized areas since males lose the natural visual clues of glowing females in the artificially lightened space. Also, fireflies (or glow-worms) need a well preserved habitat, like wet meadows and forest clearings, with rich litter fauna of small slugs and snails upon which they prey. An interesting biological phenomenon of bioluminescence is well explored and is most strongly expressed among wingless firefly females. The green "cold" biosynthesized light is based on the pigment luciferin which in the presence of enzyme luciferase and ATP and oxygen burns with extreme efficiency. In comparison with incandescent light bulb with filament wire (converting more than 90 % of energy into heat) this biochemical process almost has no heat losses. One of the most fascinating outcomes of firefly bioluminescence research is the use of luciferase as a biological marking tool in medicine. The gene responsible for the luciferase production is introduced into tuberculosis bacillus and within a few minutes it is possible to define the appropriate antibiotic for the specific TB strain. Before the introduction of this method the procedure of antibiotic selection could take up to ten weeks.