

# ŠUMARSKI LIST

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO



170  
GODINA



UDC 630\*  
ISSN  
0373-1332  
CODEN  
SULIAB



9-10

GODINA CXXXX  
Zagreb  
2016

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO

CROATIAN FORESTRY SOCIETY

članica  
**HIS**

O DRUŠTVU  
ČLANSTVO

stranice ogranaka:  
BJ DE GO KA SI SP ZA

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

AKADEMIJA ŠUMARSKIH ZNANOSTI

aktivna karta  
Zagreb  
Trg Mažuranića 11  
tel: +385(1)4828359  
fax: +385(1)4828477  
mail: hsd@sumari.hr

**www.sumari.hr**

**HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO**

**170. godina djelovanja  
19 ogranaka diljem Hrvatske  
oko 3000 članova**

**IMENIK HRVATSKIH ŠUMARA**

**14035 osoba  
22254 biografskih činjenica  
14747 bibliografskih jedinica**

**ŠUMARSKI LIST**

**140. godina neprekidnog izlaženja  
1072 svezaka na 80930 stranica  
15600 članaka od 2739 autora**

**DIGITALNA ŠUMARSKA BIBLIOTEKA**

**4176 naslova knjiga i časopisa  
na 26 jezika od 2759 autora  
izdanja od 1732. do danas**

IMENIK HRVATSKIH ŠUMARA

ŠUMARSKI LIST

DIGITALNA BIBLIOTEKA

ŠUMARSKI LINKOVI

EPH HŠ ŠF HŠI  
HKISD DHMZ



**Naslovna stranica – Front page:**

Nastavno pokusni šumski objekt Lipovljani,  
Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu  
(Foto: Hrvoje Barać)

Forest Training and Research Centre Lipovljani  
of the Faculty of Forestry, University of Zagreb  
(Photo: Hrvoje Barać)

Naklada 1400 primjeraka

**Uredništvo ŠUMARSKOGA LISTA**

HR-10000 Zagreb  
Trg Mažuranića 11

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

Šumarski list online: [www.sumari.hr/sumlist](http://www.sumari.hr/sumlist)

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

**Izdavač:**

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO

**Suizdavač:**

Hrvatska komora inženjera šumarstva i drvene tehnologije  
Financijska pomoć Ministarstva znanosti obrazovanja i sporta  
i Ministarstva poljoprivrede

Publisher: Croatian Forestry Society –

Editeur: Société forestière croate –

Herausgeber: Kroatischer Forstverein

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

Tisak: CBprint – Samobor



# ŠUMARSKI LIST

Znanstveno-stručno i staleško glasilo Hrvatskoga šumarskog društva  
Journal of the Forestry Society of Croatia – Zeitschrift des Kroatischen Forstvereins  
– Revue de la Societe forestiere Croate

## Uređivački savjet – Editorial Council:

- |                                    |  |  |
|------------------------------------|--|--|
| 1. Akademik Igor Anić              | 12. Mr. sc. Ivan Grginčić              | 23. Damir Miškulin, dipl. ing. šum.              |
| 2. Mario Bošnjak, dipl. ing. šum.  | 13. Benjamino Horvat, dipl. ing. šum.  | 24. Martina Pavičić, dipl. ing. šum.             |
| 3. Davor Bralić, dipl. ing. šum.   | 14. Mr. sc. Petar Jurjević             | 25. Zoran Šarac, dipl. ing. šum.                 |
| 4. Goran Bukovac, dipl. ing. šum.  | 15. Tihomir Kolar, dipl. ing. šum.     | 26. Davor Prnjak, dipl. ing. šum.                |
| 5. Dr. sc. Lukrecija Butorac       | 16. Čedomir Križmanić, dipl. ing. šum. | 27. Ariana Telar, dipl. ing. šum.                |
| 6. Mr. sc. Danijel Cestarić        | 17. Daniela Kućinić, dipl. ing. šum.   | 28. Prof. dr. sc. Ivica Tikvić                   |
| 7. Mr. sp. Mandica Dasović         | 18. Prof. dr. sc. Josip Margaletić     | 29. Oliver Vlainić, dipl. ing. šum., predsjednik |
| 8. Domagoj Devčić, dipl. ing. šum. | 19. Akademik Slavko Matić              | 30. Dr. sc. Dijana Vuletić                       |
| 9. Mr. sc. Josip Dundović          | 20. Darko Mikičić, dipl. ing. šum.     | 31. Silvija Zec, dipl. ing. šum.                 |
| 10. Prof. dr. sc. Milan Glavaš     | 21. Boris Miler, dipl. ing. šum.       |  |
| 11. Prof. dr. sc. Ivica Grbac      | 22. Marijan Miškić, dipl. ing. šum.    |  |

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

### 1. Šumski ekosustavi – Forest Ecosystems

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

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

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

**Prof. dr. sc. Marilena 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*

**Prof. dr. sc. Ivica Tikvić,**  
Ekologija i njega krajolika, općekorisne funkcije šuma –  
*Ecology and Landscape Tending, Non-Wood Forest Functions*

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

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

### 3. Iskorištavanje šuma – Forest Harvesting

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

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

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

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

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

#### 4. Zaštita šuma – Forest Protection

**Dr. 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,**  
Integralna zaštita šuma – *Integral Forest Protection*

**Prof. dr. sc. Danko Diminić,**  
Šumarska fitopatologija – *Forest Phytopathology*

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

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

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

#### 5. Izmjera i kartiranje šuma – Forest Mensuration and Mapping

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

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

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

**Izv. prof. dr. sc. Ante Seletković,**  
Izmjera terena s kartografijom –  
*Terrain Mensuration with Cartography*

**Prof. dr. sc. Anamarija Jazbec,**  
Biometrika u šumarstvu – *Biometrics in Forestry*

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

**Prof. dr. sc. Jura Čavlović,**  
**urednik područja** –*field editor*  
Uređivanje šuma – *Theory of Forest Management*

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

**Izv. prof. dr. sc. Stjepan Posavec,**  
Šumarska ekonomika i marketing u šumarstvu –  
*Forest Economics and Marketing in Forestry*

**Prof. dr. sc. Ivan Martinić,**  
Organizacija u šumarstvu – *Organization in Forestry*

**Branko Meštrić, dipl. ing. šum.,**  
Informatika u šumarstvu – *Informatics in Forestry*

**Hranislav Jakovac, dipl. ing. šum.,**  
Staleške vijesti, bibliografija, šumarsko zakonodavstvo,  
povijest šumarstva – *Forest-Related News, Bibliography,  
Forest Legislation, History of Forestry*

### Članovi Uređivačkog odbora iz inozemstva – Members of the Editorial Board from Abroad

Prof. dr. sc. Vladimir Beus, Bosna i Hercegovina –  
*Bosnia and Herzegovina*

Prof. dr. sc. Vjekoslav Glavač, Njemačka – *Germany*

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

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

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

### Glavni i odgovorni urednik – Editor in Chief

Prof. dr. sc. Josip Margaletić

### Lektor – Lector

Dijana Sekulić-Blažina

### Tehnički urednik i korektor – Technical Editor and Proofreader

Hranislav Jakovac, dipl. ing. šum.

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

Na osnovi mišljenja Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa Republike Hrvatske, „Šumarski list“ smatra se znanstvenim časopisom.

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

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

Based on the opinion of the Ministry of Science, Education and Sport of the Republic of Croatia, „Forestry Journal“ is classified as a scientific magazine.

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



# SADRŽAJ

## CONTENTS

### Izvorni znanstveni članci – Original scientific papers

UDK 630\* 383 (001)

Pentek T., A. Đuka, I. Papa, D. Damić, T. Poršinsky

**Elaborat učinkovitosti primarne šumske prometne infrastrukture – alternativa Studiji primarnog otvaranja šuma ili samo prijelazno rješenje? – The Effectiveness Study of Primary Forest Road Traffic Infrastructure – an alternative to Study of Primary Forest Opening or just a short-term solution? . . . . .** 435

UDK 630\* 451+ 232.3 (001)

Bjedov L., P. Svoboda, A. Tadin, J. Habuš, Z. Štritof, N. Labaš, M. Vucelja, A. Markotić, N. Turk, J. Margaletić

**Utjecaj uroda sjemena obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) na populacije sitnih glodavaca i pojavnosti hantavirusa u šumama Nacionalnog parka „Plitvička jezera“ i Parka prirode „Medvednica“ – Influence of beech mast on small rodent Populations and hantavirus prevalence in Nacional park „Plitvice lakes“ and Nature park „Medvednica“ . . . . .** 455

UDK 630\* 160 (*Quercus robur* L.) (001)

Sever K., M. Hrust, Ž. Škvorc, Saša Bogdan, Ivan Seletković, Nenad Potočić, Jozo Franjić

**Pouzdanost procjene stanja ishrane hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) s dušikom pomoću prijenosnog klorofilmetra CCM-200 – Estimation of nitrogen nutrition of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) using a portable chlorophyll meter ccm-200 . . . . .** 465

UDK 630\* 453 (001)

Kasumović L., B. Hrašovec, A. Jazbec

**Učinkovitost suhih i mokrih naletno barijernih Theysohn® feromonskih klopki u lovu smrekovih potkornjaka *Ips typographus* L. i *Pityogenes chalcographus* L. – Efficiency of dry and wet flight barrier Theysohn® pheromone traps in catching the spruce bark beetles *Ips typographus* L. and *Pityogenes chalcographus* L. . . . .** 477

### Prethodno priopćenje – Preliminary communication

UDK 630\* 375 + 114.7

Ozturk T.

**The effects on soil compaction of timber skidding by tractor on skid road in plantation forest in northern Turkey – Utjecaj privlačenja drva traktorom na zbijanje tla na traktorskim vlakama i putevima u plantažnim šumama sjeverne Turske . . . . .** 485

UDK 630\* 582

Galečić N., J. Tomićević-Dubljević, M. Očokoljić, D. Vujičić, D. Skočajić

**Quality and utilization potential of urban parks: case study Tašmajdan park, Belgrade, Serbia – Kvaliteta i upotrebnost potencijal gradskih parkova: studija slučaja Tašmajdanski park u Beogradu, Srbija . . . . .** 493

### Pregledni članci – Reviews

UDK 630\* 231 + 232

Yolasiğmaz H. A., S. Güner

**The process of silviculture planning in Turkey: Hisar case study – Priprema plana uzgajanja šuma u Turskoj: sažetak primjera upravnog odjela Hisar šume . . . . .** 503

### Zaštita prirode – Nature protection

Arač K.:

**Zviždak (*Phylloscopus collybita* Vieillot) . . . . .** 515

Franjić J.:

**Popularizacija hrvatske flore – Makedonski hrast . . . . .** 516

## Knjige i časopisi – Books and journals

Kajba D.:  
Znanstvena monografija  
Prof. dr. sc. Dalibor Ballian i doc. dr. sc. Velid Halilović „Varijabilnost obične jele (*Abies alba* Mill.) u Bosni i Hercegovini“ ..... 518

Glavaš M.:  
Tarik Treštić  
Imele u Bosni i Hercegovini ..... 519

## Priznanja i nagrade – Recognitions and rewards

Glavaš M.:  
Performans kolege Damira Pavelića na Floraartu  
Umijeće kiparenja motornom pilom bila je atrakcija ..... 521

## In memoriam

Schreiber P.:  
Heliodor Prelesnik (1914–2015) ..... 524

Crnković J.:  
Damir Moćan (1943–2016) ..... 526

Crnković V.:  
Dejan Kapš (1979–2016) ..... 527

Jakovac H.:  
Alojzije Frković (1934–2016) ..... 528

Benko M.:  
Vladimir Malez (1939–2016) ..... 531

# RIJEČ UREDNIŠTVA

## VREDNOVANJE ŠUMA U KLIMATSKOJ POLITICI I KASKADNA UPORABA ŠUMA

Ovo su bile teme Konferencije za tisak u hotelu Vestin krajem rujna, koje su nazočnima predstavili: zastupnica u Europskom Parlamentu gospođa Marijana Petir i direktor Hrvatskog drvnog klastera Marijan Kavran.

U Strasbourgu je u rujnu na izvanrednoj sjednici Odbora za okoliš, javno zdravlje i sigurnost hrane, pretstavljen paket novog zakonodavstva u području europske politike ublažavanja klimatskih promjena koji je usvojen u srpnju. Taj je paket na odnosnoj sjednici podržala i naša zastupnica, pozdravljajući nastavak odgovornog provođenja energetske i klimatske politike EU, s primjedbom da prijedlozima propisa nedostaje opipljivo vrednovanje potencijala dugogodišnjih šuma kao ponora ugljika. S tom primjedbom se u potpunosti slažemo, s napomenom da je to samo jedna, ali svakako vrlo značajna, od 15-ak navedenih općekorisnih uloga šume u Zakonu o šumama, na koje neprestano ukazujemo suprotstavljajući je mišljenjima o šumi kao isključivo sirovinskom resursu.

Glede ponora ugljika, podsjećamo da je grupa od nekoliko šumarski stručnjaka imenovanih od tadašnjeg Ministarstva zaštite okoliša i prostornog uređenja, 2000. god. putem Akademije šumarskih znanosti za šumarski sektor (jedan od 6) napravila analizu i izradila Izvješće o ulozi šume i šumarstva o vezivanju ugljika, kao Prilog nacionalnom izvješću o klimatskim promjenama za Okvirnu konfenciju UN za promjenu klime (UNFCCC). Navodimo neka značajna saznanja, podatke i izračune iz toga Izvješća:

Šume značajno djeluju na klimu ovisno o dobi šumskih sastojina, te imaju pozitivan utjecaj na smanjenje negativnog učinka „stakleničkih plinova“. Od 720 milijardi tona CO<sub>2</sub>, 120 milijardi tona veže se u procesu fotosinteze, 60 milijardi tona veže se trajno, a najveći je dio uskladišten u šumama, koje prema Burschelu najučinkovitije upijanjem CO<sub>2</sub> utječu na njegovo smanjenje. Ugljik je u šumi vezan u drveću, prizemnoj vegetaciji, tlu i mrtvom drvu (drvnim proizvodima). Kao mjere ublažavanja navedene su: smanjenje stope devastacije, povećanja površina pod šumom (npr. na oko 331 000 ha produktivnog neobraslog tla mogu se osnivati energetske šume), povećanje zaliha ugljika u postojećim šumama kroz značajnije njege proredom, koje će rezultirati većom drvnom masom, kvalitetom i biološkom raznolikošću. Unapređenjem gospodarenja i podizanjem kvalitete privatnih šuma postiglo bi se također povećanje zaliha ugljika. U odnosnoj analizi nastavno je i naznačena uloga zamjene fosilnih goriva sa šumskom biomasom, što je također prilog ublažavanju klimatskih promjena, no to je već drugo pitanje. Izračunom, koristeći kao podlogu Šumsko-gospodarsku osnovu područja za razdoblje 1996.-2005. god., a po metodi Burschela, Kuerstena i Larsona, izraču-

nata je količina vezanog ugljika u drveću (krupno drvo, granjevina i korijen) po vrstama drveća za kopneni dio Hrvatske i Sredozemlje, a isto tako u prizemnom rašću, šumskom tlu i mrtvom drvu. Sveukupno to iznosi 418,191.492 tona (374, 281. 359 tona crnogorica i 43, 910. 103 tone bjelogorica).

Ovo Izvješće i izračune naveli smo skraćeno, samo da se zna da oni postoje, jer nismo sigurni da li to znaju u odnosnim ministarstvima i da li ih koriste, a nije nam znano da li i zastupnica Petir raspolaže s tim podacima. Potom zanima nas, da li su, ako su bili potrebni napravljeni izračuni za razdoblje 2006.-2015. god., u što sumnjamo, jer zastupnica Petir hvaleći hrvatske šumarske stručnjake kako oni znaju svoj posao, navodi kako su *naše državne institucije opet podbacile*, tako da strateški dokument poput Šumsko-gospodarske osnove gospodarenja Republike Hrvatske za razdoblje 2016.-2025. god. koja je temelj novog obračuna, kasni. Prema na početku spomenutom paketu glede udjela korištenja zemljišta i šumarstva, Komisija će primjenom od 2021. god. koristiti „načelo nezaduživanja“ – ne smije se emitirati više emisija od onoga što priroda može apsorbirati. Upozoravamo na, kako kaže zastupnica Petir, prednosti koje Republika Hrvatska ima glede svojih očuvanih šuma u odnosu na ostale zemlje, a mi dodajemo i na temelju pokazanih izračuna o poniranju ugljika, koje bi mogla izgubiti opetovano neodgovornim ponašanjem.

Glede informacija o novoj studiji Europske komisije: „Kaskadna uporaba drva“ i međusobnog utjecaja šumarstva, prerade drva i sektora proizvodnje energije iz drva, posebice povećanja novo-dodane vrijednosti u finalnoj proizvodnji za nas nije novost, jer smo više puta o tome pisali u ovoj rubrici. Primjerice u br. 3-4/2011. „Nešto o klasično-gospodarskoj vrijednosti šuma“; u br. 5-6/2011. „Strategija (Strategije) razvoja“; u br. 5-6/2012. „Odnos šumarstva i prerade drva“, a ponešto i u br. 1-2/2016. „Problemi konzistentne šumarske i drvoprerađivačke politike u Hrvatskoj“. Isto tako bilo je riječi i o šumskoj biomasi i korištenju stvarnog drvnog otpada za energiju, a ne standardnih sortimenata (ogrjevnog drva). Ponajprije problem leži u tome, da se šumski sortimenti vrednuju po netržišnim cijenama, pa je tako moguće drvenu sječku i pelete, pa i parket proizvoditi iz za to tržišno preskupe drvene sirovine. Naravno, Hrvatske šume d.o.o. (kćerka „Biomasa“) trebale su se ponajprije baviti načinima pridobivanja drvnog otpada iz šume, a ne prodajom biomase iz dosadašnje redovite proizvodnje sortimenata (ogrjevnog drva). Tada bi imali vjerojatno i manji problem s potkornjacima o kojima danas bruje ponajviše nestručnjaci, ali to je također posebna tema.

Uredništvo



# EDITORIAL

## EVALUATION OF FORESTS IN THE LIMATE POLICY AND THE CASCADE USE OF FORESTS

These were the main topics of the press conference held at the Westin Hotel at the end of September. The speakers who introduced the topics to those present were Ms Marijana Petir, the Croatian representative in the European Parliament, and Marijan Kavran, Director of the Croatian Wood Cluster.

A new legislative package in the field of the European policy of climate change mitigation, which was adopted in July, was presented at an extraordinary session of the Committee on the Environment, Public Health and Food Safety in Strasbourg in September. The package was also supported by the Croatian MEP, who commended the continued responsible application of the EU energy and climate policy. However, she objected that the proposals of the regulations lacked a more palpable evaluation of the long-term forest potential as a carbon sink. We fully agree with this objection, stressing that this is just one, but highly important, of the fifteen-or-so non-market forest roles listed in the Forest Act. We constantly refer to these roles whenever we argue against those who perceive the forest as a raw material resource only.

As for carbon sinks, we would like to remind the readers that in the year 2000, a group of forestry experts appointed by the then Ministry of Environment Protection and Spatial Planning, made an analysis within the Academy of Forestry Sciences for the Forestry Sector (one of six sectors) and issued a Report on the Role of Forests and Forestry in Carbon Sequestration. The report was a contribution to the national report on climate change for the UN Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). Here are some important insights, data and calculations from the Report:

Forests have a significant effect on climate, depending on the age of forest stands, and positively mitigate the negative effect of „glasshouse gases“. Of 720 milliard tons of CO<sub>2</sub> 120 milliard tons are sequestered in the process of photosynthesis, 60 milliard tons are sequestered permanently, while the largest part is stored in forests. According to Burschel, by capturing CO<sub>2</sub> forests have an immense importance in carbon dioxide reduction. In forests, carbon is sequestered in trees, ground vegetation, soil and dead wood (wood products). The following mitigating measures were listed: reducing the degree of devastation, increasing areas under forests (e.g. about 331,000 ha of productive bare soil may be used to establish energy forests), and increasing carbon stocks in the existing forests through tending by thinning, which will result in greater wood mass, higher quality and biological diversity. Other measures of increasing carbon stocks would be to apply progressive management and raise the quality of private forests. The analysis also discusses the possibility of replacing fossil fuels with forest biomass as yet another contribution to climate change mitigation. However, this is another issue. The Forest Management Plan of the area for the period 1996 – 2005 and a method by Burschel, Kuersten and Larson were used to calculate the quantity of sequestered

carbon in trees (large wood, branches and roots) by tree species for the continental part of Croatia and the Mediterranean. The same was done for ground vegetation, forest soil and dead wood. Overall, the amount is 418,191,492 tons (374, 281, 359 tons of coniferous and 43, 910, 103 tons of deciduous trees).

This Report and the calculations are presented here in brief form, just to show that they exist, because we are not sure that those in the ministries are aware of their existence or that they use them. We do not know whether Ms Petir, the Croatian MEP, is aware of these data either. We would also like to know whether calculations were made for the period 2006 -2015, but we doubt it very much, considering that MEP Petir, when praising the Croatian forestry experts and their know-how, claimed that *our state institutions have failed yet again*, so that the strategic document such as the Forest Management Plan of the Republic of Croatia for the period 2016 – 2025, which is the basis for the new calculation, is late. According to the aforementioned package, in terms of the share of land use and forestry, the Committee will apply the „principle of non-indebtedness“ as of 2021 – no quantities of emissions are allowed beyond those that nature can absorb. As Ms Petir says, the Croatian representatives constantly stress the advantages of the Republic of Croatia in terms of preserved forests compared to those in other countries. To this we would add the advantages related to carbon sequestration, which could be lost by the repeatedly irresponsible behaviour.

The new study of the European Commission, entitled „The Cascade Use of Wood“, and the mutual interaction of forestry, wood processing and the sector of wood for energy production, and particularly an increase in the newly-added value in the final production are topics that we are already familiar with. We mentioned these issues in our column on several occasions, for example in No 3-4/2011 „Something about the Classical-Commercial Value of Forests“, No 5-6/2011 „The Strategy (Strategies) of Development“, No 5-6/2012 „The Relationship between Forestry and Wood Processing“, and No 1-2/2016: „The Problem of Formulating a Consistent Forestry and Wood Processing Policy in Croatia“. We also dealt with the problem of forest biomass and the use of real wood waste for energy production instead of standard assortments (fuel wood). The main problem is that forest assortments are evaluated by non-market prices; as a result, wood chips and pellets, and even parquet, are produced from highly expensive raw wood material. The company Croatian Forests Ltd (daughter company „Biomass“) should primarily concentrate on the ways of obtaining wood waste from forests rather than selling biomass obtained from regular production of assortments (fuel wood). In this case, we might not have so many problems with bark beetles today, a favourite topic of discussion among non-experts mostly; however, this is another story and another topic.

Editorial Board

# ELABORAT UČINKOVITOSTI PRIMARNE ŠUMSKE PROMETNE INFRASTRUKTURE – ALTERNATIVA STUDIJI PRIMARNOG OTVARANJA ŠUMA ILI SAMO PRIJELAZNO RJEŠENJE?

## THE EFFECTIVENESS STUDY OF PRIMARY FOREST ROAD TRAFFIC INFRASTRUCTURE – AN ALTERNATIVE TO STUDY OF PRIMARY FOREST OPENING OR JUST A SHORT-TERM SOLUTION?

Tibor PENTEK, Andreja ĐUKA\*, Ivica PAPA, Darija DAMIĆ, Tomislav PORŠINSKY

### Sažetak

Planiranje šumskih prometnica, kao prva, nezaobilazna i vrlo važna faza uspostavljanja optimalne/najbolje moguće mreže primarne šumske prometne infrastrukture na terenu, može biti na: 1) strateškoj, 2) taktičkoj te 3) operativnoj razini. Strateško i taktičko planiranje odnose se na planiranje cjelokupne mreže primarnih šumskih prometnica, dok se operativno planiranje odnosi na planiranje pojedinačne šumske ceste. Rezultat taktičkog planiranja primarnih šumskih prometnica je, ili bi bar trebala biti, Studija primarnog otvaranja šuma pojedine gospodarske jedinice (dalje: Studija).

Nepostojanje (pod)zakonske obveze izrade Studije, dokumenta u kojemu bi se objedinili svi rezultati rada pri taktičkom planiranju primarne šumske prometne infrastrukture na razini gospodarske jedinice, predstavlja velik problem pri optimizaciji primarne šumske prometne infrastrukture, poglavito neotvorenih ili nedovoljno otvorenih šuma. Unatoč čestom ukazivanju na navedeni problem, ali i na mogućnosti njegova rješavanja/umanjenja, kroz značajan broj radova različitih autora koji su se u svojem znanstvenom radu bavili problematikom otvaranja šuma, rezultati istraživanja i konkretne preporuke do danas nisu naišle na širu primjenu u operativnome šumarstvu.

Tijekom izrade Programa Ruralnog razvoja Republike Hrvatske za razdoblje 2014.–2020. (dalje: Program), EU je zatražila od Republike Hrvatske da osmisli dokument kojim će se analizirati i ocijeniti kvantiteta i kvaliteta prostornog rasporeda primarne šumske prometne infrastrukture određene gospodarske jedinice, utvrditi potreba daljnijega primarnog otvaranja šuma, definirati položaj idejnih trasa planiranih šumskih prometnica te uskladiti gustoća mreže primarnih šumskih prometnica na taktičkoj razini s preporučenim vrijednostima pojedinog reljefnog područja na strateškoj razini planiranja primarne šumske prometne infrastrukture.

Prof. dr. sc. Tibor Pentek, e-pošta: pentek@sumfak.hr; \*Dr. sc. Andreja Đuka, e-pošta: aduka@sumfak.hr; Dr. sc. Ivica Papa, e-pošta: papa@sumfak.hr; Prof. dr. sc. Tomislav Poršinsky, e-pošta: porsinsky@sumfak.hr, Zavod za šumarske tehnike i tehnologije, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, HR – 10 000 Zagreb

Darija Damić, mag. ing. silv., e-pošta: darija.damic@gmail.com, Vladimira Nazora 31, HR – 51 311 Skrad

\* Corresponding author

U okviru Pravilnika o provedbi mjere M04 »Ulaganja u fizičku imovinu«, podmjere 4.3. »Potpora za ulaganja u infrastrukturu vezano uz razvoj, modernizaciju i prilagodbu poljoprivrede i šumarstva«, tipa operacije 4.3.3. »Ulaganje u šumsku infrastrukturu« iz Programa ruralnog razvoja Republike Hrvatske za razdoblje 2014.–2020. (NN 106/15) (dalje: Pravilnik) se nalazi prilog 1 – Obrazac za izradu Elaborata učinkovitosti mreže šumskih prometnica – primarne šumske prometne infrastrukture (dalje: Elaborat), koji je u potpunosti zadovoljio postavljene kriterije EU.

U radu se: 1) kritički raščlanjuju osnovne sastavnice Elaborata s posebnim naglaskom na njegovu sastavnicu B. – Analiza postojeće mreže primarne šumske prometne infrastrukture, 2) detaljno pojašnjava metodologija izrade registra primarne šumske prometne infrastrukture, 3) opisuju novodefinirani kriteriji određivanja gustoće primarne šumske prometne infrastrukture, 4) u odnos se radi međusobne usporedbe dovode Elaborat i Studija, te 5) donose se preporuke o budućim aktivnostima usmjerenima ka poboljšanju taktičkog planiranja primarne šumske prometne infrastrukture.

**KLJUČNE RIJEČI:** taktičko planiranje primarnih šumskih prometnica, Elaborat učinkovitosti primarne šumske prometne infrastrukture, registar primarne šumske prometne infrastrukture, kriteriji određivanja gustoće primarne šumske prometne infrastrukture, Studija primarnog otvaranja šuma

## 1. ŠTO JE ELABORAT UČINKOVITOSTI PRIMARNE ŠUMSKE PROMETNE INFRASTRUKTURE, KAKO JE, KADA I ZAŠTO/ ZBOG ČEGA OSMIŠLJEN?

### WHAT IS THE EFFECTIVENESS STUDY OF PRIMARY FOREST ROAD TRAFFIC INFRASTRUCTURE, HOW, WHEN AND WHY IT WAS DEVELOPED?

Tijekom izrade Programa, EU je zatražila od Republike Hrvatske dokument u kojemu se mogu pronaći podaci o postojećoj i planiranoj primarnoj šumskoj prometnoj infrastrukturi pojedine gospodarske jedinice. Traženi podaci u postojećim šumskogospodarskim planovima (Gospodarskim osnovama i Programima gospodarenja) su, prema ocjeni šumarskih stručnjaka EU, bili jako šturi i nedostatni za bilo kakvo ozbiljnije planiranje primarne šumske prometne infrastrukture, odnosno neodgovarajući kao polazište za projektiranje primarnih šumskih prometnica (izradu glavnih projekata šumskih cesta) na temelju kojih bi se ostvarivalo pravo šumovlasnika/šumoposjednika na sufinanciranje ulaganja sredstvima EU.

Time su vodeći šumarski stručnjaci u EU potvrdili dugogodišnje, skoro pa istovjetno stajalište znanstvenika (Contreras i Chung 2007, Čališkan 2013, Danilović i Stojnić 2014, Demir 2007, Enache i dr. 2013, Hribernik i Potočnik 2013, Kiss i dr. 2015, Krč i Beguš 2013, Lugo i Gucinski 2000, Pentek 2002, Pentek i dr. 2007, Pentek i Poršinsky 2012, Pentek i dr. 2014, Potočnik i dr. 2005), ali i nekih kolega koji su vezani uz operativno šumarstvo iz Republike Hrvatske (Brajković 1997, Bumber 2011, Dundović 1996, Hodić i Jurušić 2011), koji se u svome znanstveno-istraživačkom, odnosno praktičnom radu bave problematikom u

svezi s planiranjem/optimizacijom primarnih šumskih prometnica.

Od strane EU je naloženo Republici Hrvatskoj da osmisli dokument kojim će se: 1) analizirati i ocijeniti kvantiteta i kvaliteta prostornog rasporeda primarne šumske prometne infrastrukture određene gospodarske jedinice, 2) utvrditi potreba njezina daljnjeg primarnog otvaranja, 3) definirati položaj idejnih trasa planiranih šumskih cesta i 4) uskladiti gustoća mreže primarnih šumskih prometnica na taktičkoj razini s preporučenim vrijednostima pojedinog reljefnog područja na strateškoj razini planiranja primarne šumske prometne infrastrukture. Samo u slučaju potvrde potrebe daljnjeg primarnog otvaranja šuma te po definiranju položaja idejnih trasa planiranih šumskih prometnica, što će se dokazati predmetnim dokumentom, pristupa se fazi projektiranja šumskih cesta.

Vlada Republike Hrvatske je putem svojega Ministarstva poljoprivrede formirala Povjerenstvo za izradu Pravilnika o provedbi mjere M04 »Ulaganja u fizičku imovinu«, podmjere 4.3. »Potpora za ulaganja u infrastrukturu vezano uz razvoj, modernizaciju i prilagodbu poljoprivrede i šumarstva«, tipa operacije 4.3.3. »Ulaganje u šumsku infrastrukturu« iz Programa ruralnog razvoja Republike Hrvatske za razdoblje 2014. – 2020. (dalje: Pravilnik). Pravilnik je objavljen u NN 106/15, a njegov prilog 1 je Obrazac za izradu Elaborata.

Elaborat učinkovitosti primarne šumske prometne infrastrukture sadrži pet osnovnih sastavnica:

- ⇒ A. Opći podaci,
- ⇒ B. Analiza postojeće mreže primarne šumske prometne infrastrukture,
- ⇒ C. Planiranje/projektiranje idejne trase šumske ceste na karti i na terenu,



- ⇒ D. Analiza unaprijeđene mreže primarne šumske prometne infrastrukture,
- ⇒ E. Rekapitulacija i ocjena opravdanosti primarnog otvaranja šuma

- ⇒ 4. Dokaz o vlasništvu i posjedništvu u području zahvata primarnog otvaranja šuma,
- ⇒ 5. Pregledna karta gospodarske jedinice\* koja je predmet zahvata primarnog otvaranja šuma.

## 2. SASTAVNICE ELABORATA UČINKOVITOSTI PRIMARNE ŠUMSKE PROMETNE INFRASTRUKTURE

### COMPONENTS OF THE EFFECTIVENESS STUDY OF PRIMARY FOREST ROAD TRAFFIC INFRASTRUCTURE

U ovom su poglavlju opisane i pojašnjene sve sastavnice Elaborata, pri čemu je poseban naglasak stavljen na detaljniji prikaz sastavnice B. – Analiza postojeće mreže primarne šumske prometne infrastrukture, koja treba dati odgovor na pitanje o potrebi/svršishodnosti daljnjeg primarnog otvaranja pojedine gospodarske jedinice (unaprijeđenja postojeće primarne šumske prometne infrastrukture) te je po tome ključna sastavnica Elaborata.

Za ogleadni primjer, nekih priloga sastavnice B. Elaborata, odabrana je GJ »Javornik – Tisov vrh«, ukupne površine 4076,46 ha, kojom gospodari šumarija Korenica. U vertikalnom se pogledu pruža od 350 do 1648 m nadmorske visine, bogata je krškim fenomenima, te pripada planinskom (gorskom) reljefnom području. Obrasla površina GJ iznosi 3985,57 ha, u kojoj prevladavaju sjemenjače (2992,94 ha, 75,1 %), dok ostatak obrasle površine otpada na panjače (20,2 %) i šikare (4,7 %). Približno isti udjel obrasle površine, zauzimaju preborne (1902,58 ha, 47,7 %) i raznodobne sastojine (1896,32 ha, 47,6 %). Najzastupljenija je šumska zajednica brdska bukova šuma s mrtvom koprivom (1760,04 ha, 44,2 %). Drvna zaliha GJ iznosi 1.106.479 m<sup>3</sup>, najzastupljenija vrsta je obična bukva (68,5 % drvne zalihe GJ), prosječni godišnji prirast iznosi 23.480 m<sup>3</sup>, a propisani 10-godišnji etat etat 181.055 m<sup>3</sup>.

#### 2.1 Opći podaci (Sastavnica A. Elaborata) – General information (Effectiveness Study Component A.)

Opći podaci, kao što im i samo ime govori, daju opće informacije o podnositelju zahtjeva za financiranje ulaganja te o području zahvata primarnog otvaranja šuma. Ova sastavnica Elaborata služi za procjenu ispunjavanja općih uvjeta podnositelja zahtjeva kandidiranog za financijsku potporu ulaganju u primarnu šumsku prometnu infrastrukturu.

Opći podaci koji se mogu pronaći u Elaboratu su:

- ⇒ 1. Osnovni podaci o podnositelju zahtjeva,
- ⇒ 2. Osnovni podaci o području zahvata primarnog otvaranja šuma,
- ⇒ 3. Rješenje iz šumskogospodarskog plana,

#### 2.2 Analiza postojeće mreže primarne šumske prometne infrastrukture (Sastavnica B. Elaborata) – Analysis of existing primary forest traffic infrastructure network (Effectiveness Study Component B.)

Analiza postojeće mreže primarne šumske prometne infrastrukture, kroz svojih 11 definiranih podsastavnica, treba jasno i nedvosmisleno ocijeniti kvantitetu i kvalitetu prostornog rasporeda postojeće primarne šumske prometne infrastrukture određene gospodarske jedinice. U nastavku se detaljno opisuju navedene podsastavnice (zasebno ili objedinjeno kada čine neraskidivu logičnu cjelinu), a pojašnjavaju se i metode/postupci koje je bilo potrebno razviti (ili unaprijediti), a koje su bile preduvjet kvalitetnog dostizanja cilja u okviru pojedine podsastavnice.

Obavezni su prilozi sastavnice B. Elaborata:

1. Slojnička karta gospodarske jedinice s ucrtanom granicom gospodarske jedinice, unutarnjom podjelom i registrom postojeće primarne šumske prometne infrastrukture (M 1:25000 ili krupnije, a slojnice sa TK 25),
2. Registar postojeće primarne šumske prometne infrastrukture gospodarske jedinice (tablični prikaz),
3. Karta drvene zalihe po odjelima/odsjecima gospodarske jedinice (M 1:25000 ili krupnije),
4. Karta ukupnog desetogodišnjeg brutto etata po odjelima/odsjecima gospodarske jedinice (M 1:25000 ili krupnije),
5. Karta kategorija opasnosti pojave šumskoga požara po odjelima/odsjecima gospodarske jedinice (M 1:25000 ili krupnije),
6. Određivanje pripadajuće kategorije reljefnog područja za gospodarsku jedinicu (tabelarni prikaz),
7. Karta postojeće geometrijske (euklidske) udaljenosti privlačenja drva gospodarske jedinice (M 1:25000 ili krupnije),
8. Prikaz postojeće geometrijske (euklidske) udaljenosti privlačenja drva, drvne zalihe i ukupnog desetogodišnjeg brutto etata po odjelima/odsjecima gospodarske jedinice (tabelarni prikaz),
9. Raščlamba primarne relativne otvorenosti za postojeću primarnu šumsku prometnu infrastrukturu u gospodarskoj jedinici (M 1:25000 ili krupnije),

\* Termin gospodarska jedinica u kontekstu Elaborata, koji se koristi u nastavku ovoga rada, se odnosi na gospodarsku jedinicu ili veći šumski kompleks (grupu odjela/odsjeka) koji je predmet zahvata primarnog otvaranja šuma.

10. Raščlamba primarne relativne otvorenosti za postojeću primarnu šumsku prometnu infrastrukturu u gospodarskoj jedinici (tabelarni prikaz),
11. Rekapitulacija parametara procjene kvantitete i kvalitete postojeće mreže primarnih šumskih prometnica u gospodarskoj jedinici (tabelarni prikaz).

### 2.2.1 Registar postojeće primarne šumske prometne infrastrukture – *Existing primary forest traffic infrastructure registry*

Za svako je kvalitetno planiranje, pa tako i planiranje primarnih šumskih prometnica na taktičkoj razini, nužno poznavati postojeće stanje, odnosno u ovom slučaju imati detaljan uvid u postojeću primarnu šumsku prometnu infrastrukturu (Pentek i dr. 2005). Stoga je izrada registra primarnih šumskih prometnica prvi, nezaobilazan i vrlo važan korak pri analizi postojeće mreže primarne šumske prometne infrastrukture. Registar postojeće primarne šumske prometne infrastrukture sastoji se od slikovnog (prilog B.1. Elaborata) i tabelarnog prikaza (prilog B.2. Elaborata koji sadrži tri tablice B.2.1., B.2.2. i B.2.3.)

Na razini Republike Hrvatske prije izrade Elaborata nije postojala jedinstvena metodologija izrade registra primarne šumske prometne infrastrukture pojedine gospodarske jedinice za potrebe taktičkog planiranja mreže primarne šumske prometne infrastrukture. Postojala je spomenuta metodologija samo na razini državnih šuma Republike Hrvatske kojima upravlja trgovačko društvo »Hrvatske šume« d.o.o., a kako je njena prva inačica, koja je kasnije dorađivana i koja je nastala u suradnji »Hrvatskih šuma« d.o.o. i Zavoda za šumarske tehnike i tehnologije Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (Pentek i dr. 2008, Papa i dr. 2015), bila dosta kvalitetna, ista je uzeta kao polazište, te je za potrebe Elaborata poboljšana.

### 2.2.2 Metodologija izrade registra primarne šumske prometne infrastrukture – *Methodology of primary forest traffic infrastructure registry development*

Registar primarne šumske prometne infrastrukture, tablični dio koji se izrađuje u tabličnom kalkulatoru (npr. Microsoft Excel) i grafički dio koji se izrađuje u GIS aplikaciji (npr. ArcGIS ili QGIS) uspostavlja se na razini gospodarske jedinice.

Svakoj se sastavnici primarne šumske prometne infrastrukture, i na grafičkom i u tabličnom prikazu, pridružuje jedinstveni registarski broj koji se sastoji od tri grupe oznaka složenih od velikih tiskanih slova i arapskih brojeva.

Prva grupa oznaka je troznamenasti arapski broj, koji predstavlja identifikacijski broj gospodarske jedinice u šumskogospodarskoj podjeli područja Republike Hrvatske. Ukoliko gospodarska jedinica nema pripadajući identifikacijski broj, umjesto njega se upisuje skraćeni naziv (duljine tri tiskana slova) gospodarske jedinice.

Druga grupa oznaka se sastoji od velikog tiskanog slova koje opisuje kategoriju ceste (A – javna i nerazvrstana cesta, B – šumska gospodarska i šumska protupožarna cesta) i jednoznamenastog arapskog broja koji definira cestu prema kriteriju njezina značenja u cjelovitoj mreži primarnih šumskih prometnica određene gospodarske jedinice (1 – glavna primarna šumska prometnica, 2 – sporedna primarna šumska prometnica, 3 – prilazna primarna šumska prometnica, a koje odgovaraju definicijama glavne, sporedne i prilazne šumske ceste prema Šikiću i dr. (1988)).

Treća grupa oznaka je troznamenasti arapski broj koji određuje redoslijed šumske, javne ili nerazvrstane ceste u gospodarskoj jedinici.

Snimanje i unos podataka moguće je obaviti na dva načina: 1. skeniranjem i geokodiranjem dovoljno točnih kartografskih podloga (HOK mjerila M 1:5000 ili TK 25) te vektORIZIRANJEM cesta u obliku linija, 2. prikupljanjem podataka pomoću globalnog pozicijskog sustava (GPS-a) odgovarajuće preciznosti uz uredsku prilagodbu i obradu podataka pogodnim računalnim programima.

Debljina linija se u grafičkom prikazu za sve registrirane sastavnice primarne šumske prometne infrastrukture prilagođava mjerilu grafičkog prikaza. Vrsta i boja linije pojedine grupe primarnih šumskih prometnica definirana je kako slijedi:

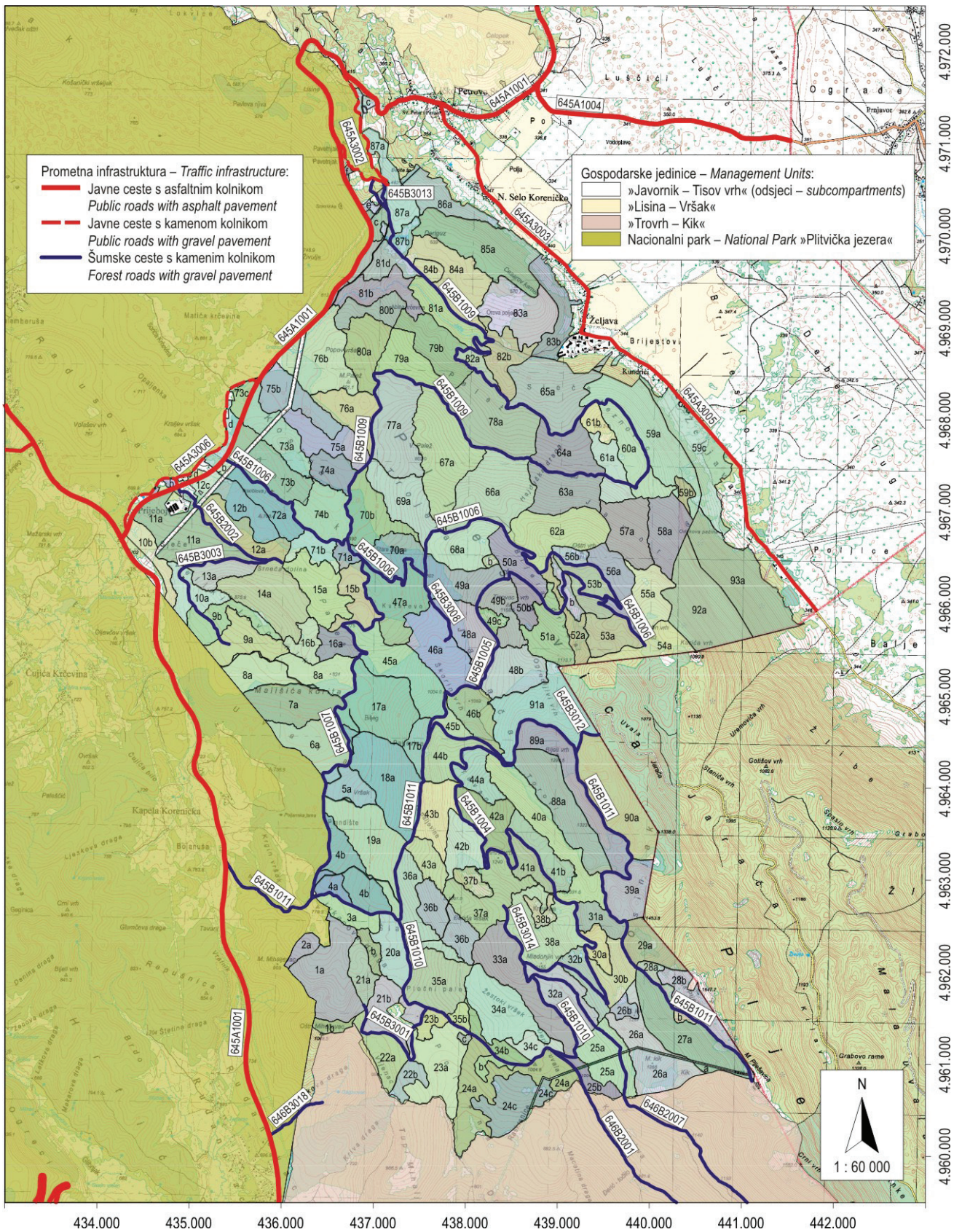
- ⇒ javne ceste s asfaltnim kolnikom – puna linija crvene boje,
- ⇒ javne ceste s kamenom kolničkom konstrukcijom (tucanik ili šljunak) – isprekidana linija crvene boje,
- ⇒ šumske ceste s asfaltnim kolnikom – puna linija ljubičaste boje,
- ⇒ šumske ceste s kamenom kolničkom konstrukcijom (tucanik ili šljunak) – puna linija plave boje,
- ⇒ šumske ceste bez kolničke konstrukcije – isprekidana linija plave boje,
- ⇒ planirane šumske ceste (idejne trase budućih šumskih cesta) – točkasta linija plave boje.

Registarske oznake sastavnica primarne šumske prometne infrastrukture su crne boje, upisuju se u pravokutnik također crne boje, koji se na grafičkom prikazu smješta pokraj primarne šumske prometnice na lako uočljivo mjesto. Veličina pravokutnika i veličina registarskih oznaka prilagođena je mjerilu grafičkog prikaza.

### 2.2.3 Kriteriji određivanja gustoće primarne šumske prometne infrastrukture – *Criteria for determining density of primary forest traffic infrastructure*

Na temelju uspostavljenog registra i uz primjenu kriterija određivanja gustoće, moguće je izračunati gustoću (klasičnu otvorenost) primarne šumske prometne infrastrukture.





Slika 1. Slojnička karta gospodarske jedinice »Javornik – Tisov vrh« (prilog B.1 Elaborata)  
Fig. 1 Contour line map of management unit »Javornik – Tisov Vrh« (Effectiveness Study Appendix B.1)



**Tablica 1. Registar postojećih šumskih cesta gospodarske jedinice »Javornik – Tisov vrh« (prilog B.2.1 Elaborata)**  
**Table 1. Registry of existing forest roads in management unit »Javornik – Tisov Vrh« (Effectiveness Study Appendix B.2.1)**

Redni broj – No.	(1)	(2)	(3)	(4)	Vrsta kolničke konstrukcije Pavement type		Bez kolničke konstrukcije Without pavement structure		Duljina segmenta ceste u primarnoj otvorenosti šuma – Road segment length in primary forest openness		(11)	(12)	(13)	(14)
					Asfalt km	Tucanik km	Asfalt km	Gravel km	Ne otvara km	Jednostrano otvara km				
1.	645B3001	Pločni palež – Jelar			–	1,660	–	–	0,268	1,392	1,660	1,526	0,374	
2.	645B2002	Prijeboj			–	1,563	–	–	0,262	1,301	1,563	1,432	0,351	
3.	645B3003	Veliki Javornik			–	2,053	–	–	–	2,053	2,053	2,053	0,504	
4.	645B1004	Torovi – G. Bara – Jelov vrh			–	7,255	–	–	–	7,255	7,255	7,255	1,780	
5.	645B1005	Paljevine – Lokvice			–	4,590	–	–	–	4,590	4,590	4,59	1,126	
6.	645B1006	Prijeboj – Čojluk – Mihajličin vrh			–	8,164	–	–	–	8,164	8,164	8,164	2,003	
7.	645B1007	Alatinovac – Škorin vrh			–	5,101	–	–	1,432	3,669	5,101	4,385	1,076	
8.	645B3008	Bijela draga – Tisov vrh			–	0,822	–	–	–	0,822	0,822	0,822	0,202	
9.	645B1009	Tromeđa – Čojluk – Majdan – Jaža 2			–	12,452	–	–	0,430	12,022	12,452	12,237	3,002	
10.	645B1010	Ravni bukvići – Šeganovac			–	4,201	–	–	0,208	3,993	4,201	4,097	1,005	
11.	645B1011	Kapela Korenička – Mala Plješivica			–	11,917	–	–	0,598	10,009	11,917	10,308	2,529	
12.	645B3012	Bijeli vrh			–	0,433	–	–	–	0,433	0,433	0,433	0,106	
13.	645B3013	D1 – Bunarić			–	0,344	–	–	0,064	0,280	0,344	0,312	0,077	
14.	645B3014	Đerića vřak			–	0,737	–	–	–	0,737	0,737	0,737	0,181	
15.	646B2001	Šeganovac – Kik			–	5,269	–	–	–	0,494	5,269	0,494	0,121	
16.	646B2007	Kuk – Crni vrh – Uskokovača – Poljana			–	10,488	–	–	–	2,159	10,488	2,159	0,530	
17.	<b>Ukupno postojeće šumske ceste – Total existing forest roads (1–16)*</b>				–	<b>77,049</b>	–	–	<b>3,262</b>	<b>59,373</b>	<b>77,049</b>	<b>61,004</b>	<b>14,965</b>	

\* Sastavnica priloga B.2.3. Elaborata – Effectiveness Study Appendix B.2.3. Component

**Tablica 2** Registar javnih i nerazvrstanih cesta gospodarske jedinice »Javornik – Tisov vrh« (prilog B.2.2 Elaborata)  
 Table 2 Registry of existing public and unclassified roads in management unit »Javornik – Tisov Vrh« (Effectiveness Study Appendix B.2.2)

Redni broj – No.	Naziv ceste Road name	Broj ceste iz registra Road registry code	Broj ceste iz NN (6/15) Official road registry code	Vrsta kolničke konstrukcije Pavement type		Bez kolničke konstrukcije Without pavement structure	Ne otvara Doesn't open	Duljina segmenta ceste u primarnoj otvorenosti šuma Road segment length in primary forest openness		Dvostrano otvara Two-side opening	Ukupna duljina ceste (5+6+7) Total road length (5+6+7)	U obratnu primarne otvorenosti In primary openness calculation	Uteče na primarnu otvorenost Influences primary openness	Napomena Comment
				Asfalt km	Tucanik km			(8)	(9)					
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	
1.	Macelj – Krapina – Zagreb – Karlovac – Gračac – Knin – Brnaze – Split	645A1001	DC 1	15,114	–	–	14,812	0,302	–	15,114	0,151	0,037		
2.	Ličko Petrovo Selo (D1) – GP Ličko Petrovo Selo	645A1004	DC 217	3,020	–	–	3,020	–	–	3,020	–	–		
3.	Ukupno državne ceste – Total state roads (1 + 2)*			18,134	–	–	17,832	0,302	–	18,134	0,151	0,037		
4.	D1 – Ličko Petrovo Selo – Novo Selo Koreničko – Željava	645A3003	LC 59027	3,042	–	–	–	–	–	3,042	–	–		
5.	Ukupno lokalne ceste – Total local roads (4)*			3,042	–	–	–	–	–	3,042	–	–		
6.	D1 – D1 (Terezijana)	645A3002	–	–	2,228	–	–	2,228	–	2,228	1,114	0,273		
7.	Željava – Državna granica	645A3005	–	4,274	–	–	3,316	0,958	–	4,274	0,479	0,118		
8.	Prijeboj (D1 – D1)	645A3006	–	–	2,614	–	0,534	2,080	–	2,614	1,040	0,255		
9.	Ukupno nerazvrstane ceste – Total unclassified roads (6 + 7 + 8)*			4,274	4,842	–	3,850	5,266	–	9,116	2,633	0,646		
10.	Sveukupno javne i nerazvrstane ceste – Total public and unclassified roads (3 + 5 + 9)*			25,450	4,842	–	24,724	5,568	–	30,292	2,784	0,683		
	Ukupno postojeće šumske ceste – Total existing forest roads*			–	77,049	–	14,414	3,262	59,373	77,049	61,004	14,965		
	Sveukupno javne, nerazvrstane i šumske ceste* – Total public, unclassified and forest roads*			25,450	81,891	–	39,138	8,83	59,373	107,341	63,788	15,648		

\* Sastavnica priloga B.2.3. Elaborata – Effectiveness Study Appendix B.2.3 Component

Gustoća primarne šumske prometne infrastrukture\*\* (šumske, javne i nerazvrstane ceste) iskazuje se u km/1000 ha, a određuje se za područje gospodarske jedinice. Pri izračunu gustoće primarne šumske prometne infrastrukture, uslijed održivoga gospodarenja šumom na površini čitave gospodarske jedinice, u obzir se uzima njena ukupna površina šume i šumskog zemljišta.

Duljina pojedine sastavnice primarne šumske prometne infrastrukture koja se uzima u obzir pri obračunu gustoće primarne šumske prometne infrastrukture određuje se na temelju osnovnog/eliminacijskog i posebnih/prostornih kriterija.

#### Osnovni/eliminacijski kriterij

Šumska, javna ili nerazvrstana cesta, odnosno njezina pojedina dionica koja se uzima u obzir pri obračunu gustoće primarne šumske prometne infrastrukture, **mora** zadovoljavati ove osnovne/eliminacijske podkriterije:

- a. ima izgrađenu kolničku konstrukciju (gornji ustroj),
- b. u većoj mjeri ispunjava bitne minimalne tehničke značajke nužne za prijevoz drva solo kamionom,
- c. ne postoji prometnom signalizacijom regulirano ograničenje osovinskog prometnog opterećenja manje od 10 tona i ukupnog prometnog opterećenja manje od 26 tona,
- d. do ceste se može privlačiti drvo, pri čemu se šumska vozila neće kretati po nešumskom zemljištu (poljoprivredno zemljište, urbanizirano zemljište i sl.).

#### Posebni/prostorni kriteriji

Šumska, javna ili nerazvrstana cesta, odnosno njezina pojedina dionica, koja se može koristiti pri održivom gospodarenju šumama, a poglavito za utovar šumskih drvnih proizvoda, koja čitavom svojom duljinom prolazi kroz šumu i/ili preko šumskog zemljišta i koja šumu otvara dvostrano, uzima se u obračun gustoće primarne šumske prometne infrastrukture čitavom svojom duljinom (100 % duljine).

\*\* Gustoća ceste je dobro poznat parametar, koji je dugo vremena u šumarskim krugovima predstavljao osnovnu veličinu prema kojoj se određivala razina dosegnute postojeće, ali i željene primarne otvorenosti nekoga šumskog područja (Pentek i dr. 2011). Kao pokazatelj otvorenosti šuma, gustoća ceste je brojčani podatak koji ne govori puno o kvaliteti prostornoga rasporeda primarnih prometnica šumskoga područja, već samo o njihovoj kvantiteti te se stoga samo na osnovi ovog parametra ne može dovoljno pouzdano opisati funkcionalnost i provesti ocjena postojećeg, odnosno procjena unaprijeđenog (poboljšanog, razvijenog) primarnog šumskog transportnog sustava (Pentek i dr. 2004). Razvojem GIS-a i uspostavom digitalnog registra primarne prometne šumske infrastrukture ovaj je osnovni nedostatak otklonjen (Pentek i dr. 2005).

Šumska, javna ili nerazvrstana cesta, odnosno njezina pojedina dionica, koja se može koristiti pri održivom gospodarenju šumama, a poglavito za utovar šumskih drvnih proizvoda, koja čitavom svojom duljinom prolazi kroz šumu i/ili preko šumskog zemljišta i koja šumu, zbog različitih ograničenja, otvara jednostrano, uzima se u obračun gustoće primarne šumske prometne infrastrukture s polovicom svoje duljine (50 % duljine).

Šumska, javna ili nerazvrstana cesta, odnosno njezina pojedina dionica, koja se može koristiti pri održivom gospodarenju šumama, a poglavito za utovar šumskih drvnih proizvoda, koja prolazi granicom gospodarske jedinice (dalje: granica), ili najviše do 250 m udaljenosti od granice s njene vanjske ili najviše do 125 m udaljenosti od granice s njene unutarnje strane, a čija trasa generalno prati smjer pružanja granice, uzima se u obračun gustoće primarne šumske prometne infrastrukture s polovicom svoje duljine (50 % duljine).

Šumska, javna ili nerazvrstana cesta, odnosno njezina pojedina dionica (minimalne duljine 500 m), koja se može koristiti pri održivom gospodarenju šumama, a poglavito za utovar šumskih drvnih proizvoda, koja dolazi do granice gospodarske jedinice (dalje: granica) pod približno pravim kutom ( $90^\circ \pm 20^\circ$ ) i na granici završava, uzima se u obračun gustoće primarne šumske prometne infrastrukture s duljinom od 250 m. Ukoliko je duljina spomenute sastavnice primarne šumske prometne infrastrukture manja od 500 m, ista se uzima u obračun otvorenosti s polovicom svoje duljine (50 % duljine). Ukoliko predmetna sastavnica primarne šumske prometne infrastrukture ne završava na granici već ulazi u područje zahvata primarnog otvaranja šuma, na nju se unutar spomenute granice primjenjuju ostali opći i posebni kriteriji određivanja gustoće primarne šumske prometne infrastrukture.

Šumska, javna ili nerazvrstana cesta, odnosno njezina pojedina dionica, koja se može koristiti pri održivom gospodarenju šumama, a poglavito za utovar šumskih drvnih proizvoda, koja dolazi blizu granice gospodarske jedinice (dalje: granica) koja je predmet zahvata primarnog otvaranja šuma pod približno pravim kutom ( $90^\circ \pm 20^\circ$ ), ali završava s vanjske strane granice, uzima se u obračun gustoće primarne šumske prometne infrastrukture s duljinom od 250 m umanjenom za polovicu udaljenosti njezina završetka od granice.

Nakon primjene gore navedenog osnovnog/eliminacijskog kriterija (s četiri podkriterija) i pet posebnih/prostornih kriterija ispunjavaju se tri tablice koje su sastavni, tablični dio registra primarne šumske prometne infrastrukture (prilog B.2 Elaborata).

U hrvatskome šumarstvu trenutno važeće kriterije za određivanja gustoće primarne šumske prometne infrastrukture definiraju »Tehnički uvjeti za gospodarske ceste« (Šikić i dr.

1989), koji su u sažetom obliku uključeni u Pravilnike o uređivanju šuma (NN 111/06, NN 141/08) te (NN 79/15). Na navedene kriterije, više autora (Bumber 2011, Đuka 2014, Lepoglavec 2014, Pentek i dr. 2011) u svojim objavama daje kritičke osvrtne s obzirom na neke nejasnosti/nedorečenosti, te daju prijedloge za njihovo bolje određivanje, a koji su većinom ugrađeni u Pravilnik o provedbi mjere M04... (NN 106/15).

Uspostavljeni Registar postojeće primarne šumske prometne infrastrukture gospodarske jedinice »Javornik – Tisov vrh«, kao primjer priloga B.1. Elaborata (u prilagođenom mjerilu za objavu u časopisu) i koji je izrađen prema metodologiji iz potpoglavlja 2.2.2, prikazuje slika 1 te tablica 1 (prilog B.2.1 Elaborata) i tablica 2 (prilog B.2.2 Elaborata). Prilog B.2.3 Elaborata, predstavlja rekapitulaciju prethodna dva priloga i u ovome radu nije zasebno iskazan, već su unutar tablica 1 i 2, označene njegove sastavnice. Posebno valja istaknuti, da su zaglavljiva tablica priloga B.2 Elaborata, nadopunjena sa tri kolone (8, 9 i 10) iz razloga što nedovoljno kvalitetno opisuju rezultate kriterija određivanja gustoće primarne šumske prometne infrastrukture iz potpoglavlja 2.2.3, odnosno krajnjemu korisniku nije jasan način obračuna duljine koja sudjeluje u primarnoj otvorenosti, bez iskazanih vrijednosti duljina segmenata pojedinih cesta u primarnoj otvorenosti šuma (ne otvara šumu, jednostrano ili dvostrano otvara šumsku površinu). Navedeno predstavlja nedostatak Pravilnika o provedbi mjere M04... (NN 106/15), koji se može izbjeći i pisanim obrazloženjem za svaku prometnicu unutar registra, kao na primjer:

⇒ Državna cesta D1 (645A1001), ukupne je duljine 421,2 km (Macelj – Krapina – Zagreb – Karlovac – Gračac – Knin – Brnaze – Split), a prolazi uz zapadnu i sjevernu granicu gospodarske jedinice Javornik – Tisov vrh na duljini od 15,114 km. Uzak zaštitni pojas te strmi i visoki pokosi zasjeka i usjeka predmetne javne prometnice, isključuju mogućnost formiranja pomoćnih stovarišta u njenom zaštitnome pojasu, kao i odobravanje Elaborata privremene regulacije prometa (Pravilnik o sadržaju, namjeni i razini razrade prometnoga elaborata za ceste – NN 140/13), osim na proširenju uz rub odsjeka 75b i 76b, ukupne duljine 302 m. S obzirom, da se duljina ovog segmenta predmetne javne ceste odnosi na jednostrano otvaranje šumske površine (sukladno 2. prostornom kriteriju obračuna gustoće primarne šumske prometne infrastrukture), ona sudjeluje sa 0,151 km u obračunu primarne otvorenosti, odnosno sa 0,037 km/1000 ha utječe na primarnu otvorenost GJ Javornik – Tisov vrh, ili

⇒ Šumska cesta »Kapela Korenička – Mala Plješivica« (645B1011), ukupne je duljine 11,917 km. Predmetna šumska cesta, dvostrano otvara površinu GJ Javornik – Tisov vrh na duljini od 10,009 km (sukladno 1. prostornom kriteriju obračuna gustoće primarne šumske pro-

metne infrastrukture), odnosno jednostrano na duljini od 0,598 km (sukladno 3. prostornom kriteriju obračuna gustoće primarne šumske prometne infrastrukture), a preostala duljina od 1310 m ne sudjeluje u otvaranju šumske površine, već povezivanju s državnom cestom D1 (645A1001). Navedenim šumska cesta sudjeluje sa 10,308 km u obračunu primarne otvorenosti, odnosno sa 2,529 km/1000 ha utječe na primarnu otvorenost GJ Javornik – Tisov vrh.

Registar postojećih šumskih cesta GJ Javornik – Tisov vrh (tablica 1), obuhvaća šesnaest šumskih cesta, ukupne duljine 77,049 km, od koje na jednostrano otvaranje predmetne šumske površine otpada 3,262 km, odnosno 59,373 km na dvostrano otvaranje šumske površine, a 14,414 km primarno ne otvara navedenu gospodarsku jedinicu. Uslijed posebnih/prostornih kriterija obračuna gustoće primarne šumske prometne infrastrukture, postojeće šumske ceste sudjeluju sa duljinom od 61,004 km, koje primarno otvaraju GJ Javornik – Tisov vrh sa 14,965 km / 1000 ha.

U registru javnih i nerazvrstanih cesta GJ Javornik – Tisov vrh (tablica 2), ukupna duljina svih šest cesta iznosi 30,292 km, od koje na jednostrano otvaranje predmetne šumske površine otpada 5,568 km, odnosno 24,724 km primarno ne otvara navedenu gospodarsku jedinicu. Uslijed osnovnih/eliminacijskih te posebnih/prostornih kriterija obračuna gustoće primarne šumske prometne infrastrukture, postojeće javne i nerazvrstane ceste sudjeluju u obračunu sa duljinom od 2,784 km, čime primarno otvaraju GJ Javornik – Tisov vrh sa 0,683 km / 1000 ha.

Gustoća postojeće primarne šumske prometne infrastrukture (svih šumskih te onih javnih i nerazvrstanih cesta koje se mogu koristiti pri održivome gospodarenju šumama) iznosi 15,648 km / 1000 ha. U odnosu na najveću dozvoljenu gustoću primarne šumske prometne infrastrukture planinskog (gorskog) reljefnog područja (22,5 km / 1000 ha) koja se sufinancira ulaganjem sredstvima EU, postojeća je u GJ Javornik – Tisov vrh niža za 6,852 km / 1000 ha. S obzirom da površina predmetne GJ iznosi 4076,46 ha, najveća duljina idejnih trasa budućih šumskih cesta koje se mogu izgraditi do postizanja najveće dozvoljene gustoće primarne šumske prometne infrastrukture (uz pretpostavku da sve idejne trase budućih šumskih cesta u izračun gustoće primarne šumske prometne infrastrukture ulaze s duljinom od 100 %, tj. dvostrano otvaraju šumsku površinu), iznosi 27,93 km.

#### 2.2.4 Tematske karte gospodarske jedinice – *Thematic maps of management unit*

U postupku analize postojeće mreže primarne šumske prometne infrastrukture izrađuju se, u mjerilu M 1:25000 ili krupnijem, tri tematske karte: 1) karta drvne zalihe, 2) karta ukupnog desetogodišnjeg bruto etata i 3) kategorija opa-



snosti pojave šumskog požara, gdje se svi tematski sadržaji povezuju s odjelima/odsjecima predmetne gospodarske jedinice. Navedene tematske karte dobro opisuju zahtjeve za dodatnim otvaranjem šumske površine i obavezne su sastavnice Elaborata, a ostale tematske karte se, prema potrebi i sukladno procjeni ovlaštenog inženjera šumarstva za šumske prometnice i šumarsko graditeljstvo pri Hrvatskoj komori inženjera šumarstva i drvne tehnologije, mogu priložiti Elaboratu, kao npr: karta nagiba i neravnosti terena (Đuka i dr. 2015), karta kamenitosti i stjenovitosti terena (Đuka i Poršinsky 2015), karta smjera privlačenja drva (Đuka 2014, Krč i Košir 2008) i dr.

### 2.2.5 Određivanje pripadajuće kategorije reljefnog područja – *Defining relief area categories*

Svaka kategorija reljefnog područja: nizinsko, prigorsko/brdsko, gorsko/planinsko i krško, sa stajališta primarnog otvaranja šuma, je karakterizirana specifičnim oblikom mreže primarne šumske prometne infrastrukture. Također je za svaku kategoriju reljefnog područja definirana ciljana gustoća primarne šumske prometne infrastrukture kao i ciljana geometrijska udaljenost privlačenja drva. U Programu i u Pravilniku se jasno definirane najveće dopuštene vrijednosti gustoće primarne šumske prometne infrastrukture, stoga je i za gospodarsku jedinicu koja je predmet primarnog otvaranja šuma važno točno odrediti u kojoj se kategoriji reljefnog područja nalazi. Na temelju 10 parametara određuje se kategorija reljefnog područja pojedine gospodarske jedinice, a radi jednostavnijeg određivanja svaka je kategorija reljefnog područja opisana kako slijedi:

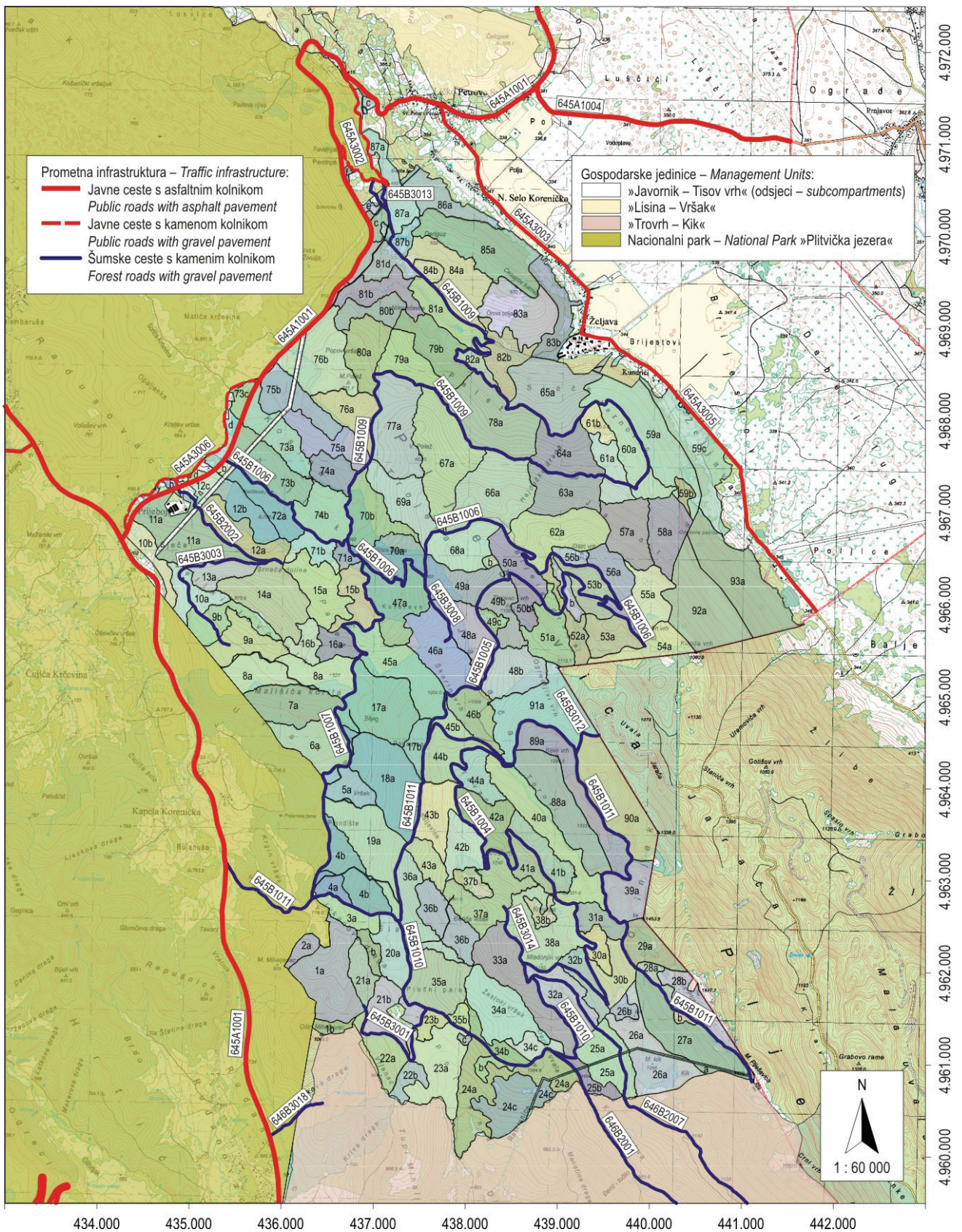
- ⇒ **Nizinsko reljefno područje** – je ravno reljefno područje bez uzvisina, nadmorske visine najčešće od 0 do 200 m. Sa gledišta otvaranja šuma primarnim šumskim prometnicama visinska razlika u nizinskom reljefu na duljini od 1 km karakteristične šumske ceste iznosi u pravilu do 20 m, nagib padina je do 1:10, nabranost terena je neznatna, a izbor tehničkih elemenata trase šumske ceste je slobodan. Mreža šumskih cesta nizinskog područja ima uglavnom pravilan oblik, usporedne šumske ceste se nalaze na približno jednakoj udaljenosti, prolaze postojećim prosjekama i zatvaraju površine pravilnog oblika. Ciljana gustoća primarne šumske prometne infrastrukture iznosi 15 km/1000 ha, a ciljana geometrijska udaljenost privlačenja drva 330 m.
- ⇒ **Brdsko (prigorsko) reljefno područje** – odlikuje se uzvisinama visine do 500 m. Sa gledišta otvaranja šuma primarnim šumskim prometnicama visinska razlika u brdskom (prigorskom) reljefu na duljini od 1 km karakteristične šumske ceste iznosi u pravilu od 20 do 80 m, nagib padina je od 1:10 do 1:3, nabranost terena je izražena, a izbor tehničkih elemenata trase šumske ceste je djelomično jače ograničen. Mreža šumskih cesta sastoji se od tzv. etažnih, gotovo paralelnih i po slojnicama po-

loženih šumskih cesta te između njih dijagonalnih, spojnih šumskih cesta. Opisana mreža šumskih cesta ima oblik očica nepravilne mreže i karakteristična je za brdska (prigorska) područja nerazvijene hidrografije. U brdskim (prigorskim) područjima razvijene hidrografije trase šumskih cesta prate vodotoke, mreža šumskih cesta ima oblik žila ili perastog lišća, a na kraju doline poprima oblik lepeze. Ciljana gustoća primarne šumske prometne infrastrukture iznosi 20 km/1000 ha, a ciljana geometrijska udaljenost privlačenja drva 250 m.

- ⇒ **Planinsko (gorsko) reljefno područje** – to je reljefno područje s uzdignutim dijelovima zemljine kore višima od 500 m. Sa gledišta otvaranja šuma primarnim šumskim prometnicama visinska razlika u planinskom (gorskom) reljefu na duljini od 1 km karakteristične šumske ceste iznosi u pravilu više od 80 m, nagib padina je od 1:3 do 1:0, nabranost terena je vrlo jaka, a izbor tehničkih elemenata trase šumske ceste je minimalan. Mreža šumskih cesta, ovisno o stupnju razvijivosti hidrografске mreže poprima oblike slične opisanima za brdsko (prigorsko) reljefno područje. Ukoliko se radi o krškom reljefu unutar planinskog (gorskog) reljefnog područja, tzv. visokom kršu, mreža primarnih šumskih prometnica prilagođava se krškim fenomenima te poprima oblik zatvorene mreže izrazito nepravilnih očica. Ciljana gustoća primarne šumske prometne infrastrukture iznosi 25 km/1000 ha, a ciljana geometrijska udaljenost privlačenja drva 200 m.
- ⇒ **Krško reljefno područje** – je tip reljefa koji se razvija na tlu sastavljenom od topljivih stijena (kalcijevog ili magnezijevog karbonata). Osnovna je karakteristika krškog reljefa izražena selektivna topljivost stijena, posljedica čega je izrazito razvijen reljef sa mnogo udubina i uzvisina. Obično se razvija u planinskom (gorskom) reljefu. Sa stajališta otvaranja šumskim cestama ovdje rastu degradirane šumske sastojine i šumske kulture (tzv. niski krš) primarno općekorisnih funkcija šuma u mediteranskom i submediteranskom pojasu. Ciljana gustoća primarne šumske prometne infrastrukture iznosi 15 km/1000 ha, a ciljana geometrijska udaljenost privlačenja drva 330 m.

Uz pojavnosti terenskih i klimatskih čimbenika te šumske vegetacije, uz pojedina je reljefna područja šuma povezana i: 1) mogućnost primjene pojedinih sustava pridobivanja drva (Đuka 2014, Kühmaier i Stampfer 2010, Pentek i dr. 2008), odnosno šumskih strojeva (Beuk i dr. 2007, Đuka i dr. 2016, Mihelič i Krč 2009, Poršinsky i dr. 2016, Tomašić 2012, Trajanov i dr. 2013A, Visser i Stampfer 2015, Visser i Berkett 2015) te 2) njima pogodnih oblika mreže primarne i sekundarne šumske infrastrukture (Pentek i dr. 2011). U navedenom kontekstu, osim troškovne konkurentnosti (Cavalli i Grigolato 2009, Chung i dr. 2008, Contreras i





**Slika 2.** Karta postojeće geometrijske (euklidske) udaljenosti privlačenja drva gospodarske jedinice »Javornik – Tisov vrh« (prilog B.7 Elaborata)  
**Fig. 2** Map of geometric (euclidean) timber extraction distance in management unit »Javornik – Tisov Vrh« (Effectiveness Study Appendix B.7)



Chung 2011, Danilović i dr. 2013, Hayati i dr. 2012, Pičman i dr. 1997, Trajanov i dr. 2013B) ne smije se zanemariti i pogodnost metoda izradbe drva (Danilović i dr. 2014, Huber i Stampfer 2015, Marčeta i dr. 2014) te okolišna pogodnost izvođenja šumskih radova, koja se ogleda kroz: 1) gaženje i sabijanje šumskog tla vozilima (Pandur i dr. 2014, Poršinsky i dr. 2011), 2) oštećivanje nedoznačenih stabala i pomlatka (Danilović i dr. 2015, Petreš 2006, Pičman i dr. 2003, Poršinsky i Ožura 2006, Sabo 2003), i 3) pojavu erozionih procesa na šumskim prometnicama (Bajrić i Sokolović 2015, Efta i Chung 2014, Gumus i dr. 2008, Papa i dr. 2015, Pellegriani i dr. 2013).

### 2.2.6 Prikaz postojeće geometrijske (euklidske) udaljenosti privlačenja drva – *Existing geometric (euclidean) timber extraction distance*

Geometrijska (euklidska) udaljenost privlačenja drva<sup>\*\*\*</sup>, određena metodom pravilne mreže točaka (razmaka  $10 \times 10$  m) na slikovnom prikazu (zemljovidu mjerila M 1:25000 ili krupnijem) vizualizira otvorena, nedovoljno otvorena i neotvorena šumska područja. U kombinaciji s poznavanjem gustoće primarne šumske prometne infrastrukture, izračunate na temelju registra i definiranih kriterija određivanja gustoće primarne šumske prometne infrastrukture, geometrijska (euklidska) udaljenost privlačenja drva je dobar pokazatelj kvalitete prostornog rasporeda primarnih šumskih prometnica.

Posebno valja istaći, da u analizu geometrijske (euklidske) udaljenosti privlačenja drva ne ulaze oni segmenti primarne šumske prometne infrastrukture, koji iz Registara javnih i nerazvrstanih cesta te šumskih cesta gospodarskih jedinica

\*\*\* Geometrijska udaljenost privlačenja drva je najkraća udaljenost od zadane točke u prostoru do najbliže ceste (Segebaden 1964). Isti autor, pomoću metode pravilne mreže točaka definira i srednju geometrijsku udaljenost privlačenja drva neke površine šuma, kao »aritmetičku sredinu geometrijskih udaljenosti privlačenja drva beskonačnoga broja točaka jednoliko raspoređenih predmetnom površinom, pri čemu svaka točka predstavlja beskonačno malu površinu«. Ovaj pokazatelj otvorenosti šuma, u sebi sadrži nepravilnosti: 1) oblika šumske površine, te 2) nepravilnost mreže šumskih cesta. Bumber (2011) i Đuka (2014) navode da je euklidska udaljenost (izračunata putem računalnog programa ArcGIS, alat *Euclidean distance* unutar alata *Spatial Analyst*) izuzetno dobar alat za određivanje prosječne geometrijske udaljenosti privlačenja drva na razini gospodarske jedinice, odnosno srednjih geometrijskih udaljenosti privlačenja drva pojedinih odjela/odsjeka. Isti autori, navode da euklidska udaljenost odgovara Segebadenovim (1964) temeljima određivanja srednje geometrijske udaljenosti privlačenja drva. Uz navedene, euklidsku udaljenost kao pokazatelj otvorenosti šuma u literaturi je koristio cijeli niz autora: Danilović i dr. 2013, Enache i dr. 2015, Laschi i dr. 2016, Lepoglavec 2014, ...

ne zadovoljavaju osnovni/eliminacijski kriterij određivanja gustoće primarne šumske prometne infrastrukture, odnosno koji ne otvaraju površinu gospodarske jedinice (kolona 8, tablice 1 i 2). Navedeno je vidljivo na slici 2, gdje su iz analize postojeće geometrijske udaljenosti privlačenja drva gospodarske jedinice »Javornik – Tisov vrh« isključene ceste sa oznakama: 645A1004 i 645A3003 (potpuno), 645A1001 (gotovu u potpunosti, osim segmenta od 302 m uz granicu odsjeka 75b i 76b), odnosno djelomično segmenti cesta s oznakama 645A3005, 645A3006, 645B1011, 646B2001 i 646B2007. Prosječna geometrijska (euklidska) udaljenost privlačenja drva gospodarske jedinice »Javornik – Tisov vrh« iznosi  $210 \pm 101$  m, a kreće se u rasponu od 0 do 1737 m.

Tablični prikaz postojeće geometrijske (euklidske) udaljenosti privlačenja drva (prosječne vrijednosti odjela/odsjeka) u kombinaciji s drvnom zalihom i ukupnim desetogodišnjim bruto etatom na razini odjela/odsjeka, omogućava još detaljniji uvid u kvalitetu prostornog rasporeda primarne šumske prometne infrastrukture (prilog B.8 Elaborata).

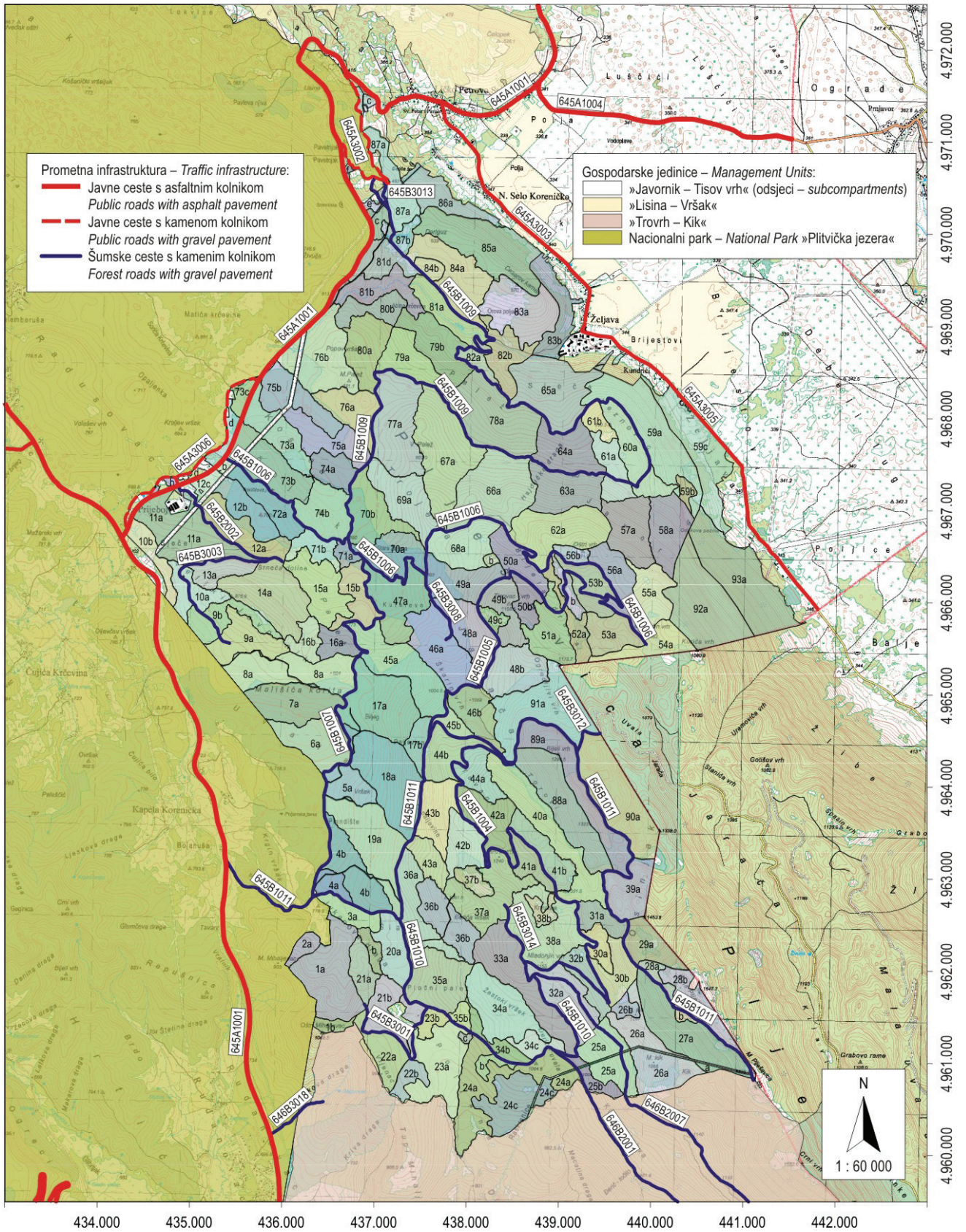
### 2.2.7 Prikaz raščlambe primarne relativne otvorenosti za postojeću primarnu šumsku prometnu infrastrukturu – *Existing primary forest traffic infrastructure network relative openness*

Primarna relativna otvorenost<sup>\*\*\*\*</sup>, slično kao i geometrijska (euklidska) udaljenost privlačenja drva, na slikovnom prikazu (zemljovidu mjerila M 1:25000 ili krupnijem) zorno prikazuje otvorena (dostupna), nedovoljno otvorena i neotvorena (nedostupna) šumska područja za ciljanu geometrijsku udaljenost privlačenja drva pojedinog reljefnog područja (poglavlje 2.2.5). Neotvorene šumske površine su, uz uvjet ispunjavanja dodatnih kriterija, područja mogućeg budućeg zahvata primarnog otvaranja šuma s ciljem unaprjeđenja/optimizacije postojeće mreže primarne šumske prometne infrastrukture.

Dodatno, primarna relativna otvorenost se u kombinaciji s koeficijentom učinkovitosti postojeće mreže primarne šumske prometne infrastrukture koristi za detaljniju analizu

\*\*\*\* Relativna otvorenost, kao kvalitativan pokazatelj analize otvorenosti šuma, predstavlja omjer prometnicama otvorene i ukupne površine šuma (Backmud 1966), gdje se otvorenom smatra ona površina, koja se nalazi unutar omeđene površine (pojasa otvaranja) koja prati tijek određene prometnice. Izvorno, Backmund (1966) je predložio da širina pojasa otvaranja bude jednaka teorijskom razmaku između šumskih cesta. Kasnije u istraživanjima, širinu pojasa otvaranja šuma autori modificiraju s obzirom na namjenu, ciljeve i potrebe istraživanja (Bumber 2011, Đuka 2014, Hentschel 1996, Lünzmann 1968, Sach 1968, Pentek 2002, Pentek i dr. 2010, Pičman i Pentek 1998, Pičman i dr. 2011)





**Slika 3.** Karta raščlambe postojeće primarne relativne otvorenosti za postojeću primarnu šumsku infrastrukturu gospodarske jedinice »Javornik – Tisov vrh« (prilog B.9 Elaborata)

**Fig. 3** Existing primary forest traffic infrastructure network relative openness in management unit »Javornik – Tisov Vrh« (Effectiveness Study Appendix B.9)



kvalitete prostornog rasporeda/učinkovitosti postojeće mreže primarne šumske prometne infrastrukture ili njene pojedine sastavnice.

U tabličnom su prikazu raščlambe primarne relativne otvorenosti za postojeću primarnu šumsku prometnu infrastrukturu (prilog B.10. Elaborata) na jednom mjestu objedinjeni i pregledno prikazani svi parametri potrebni za donošenje kvalitetnih odluka u zahvatu primarnog otvaranja šuma.

Primarna relativna otvorenost se na temelju udjela dostupne šumske površine za definiranu ciljanu geometrijsku udaljenosti privlačenja drva pripadajuće kategorije reljefnoga područja, u Elaboratu procjenjuje kako slijedi: 1) nedovoljna (dostupno < 55 % šumske površine), 2) slaba (dostupno od 55 do 65 % šumske površine), 3) dobra (dostupno od 65 do 75 % šumske površine), 4) jako dobra (dostupno od 75 do 85 % šumske površine) te 5) izvrsna (dostupno > 85 % šumske površine).

Pri analizi primarne relativne otvorenosti, isto kao i kod analize geometrijske udaljenosti privlačenja drva, ne ulaze oni segmenti primarne šumske prometne infrastrukture, koji ne zadovoljavaju osnovni/eliminacijski kriterij određivanja gustoće primarne šumske prometne infrastrukture, odnosno koji ne otvaraju površinu gospodarske jedinice. Rezultati analize primarne relativne otvorenosti gospodarske jedinice »Javornik – Tisov vrh« za ciljanu geometrijsku udaljenost privlačenja drva od 200 m (slika 3), ukazali su na slijedeću strukturu otvorenosti površina: 1741,06 ha jednostruko otvorene površine GJ, 334,26 ha višestruko otvorene površine GJ, 2001,14 ha neotvorene površine GJ, te 251,50 ha otvorene površine izvan GJ. Na osnovi polučinih rezultata raščlambe strukture (ne)otvorenih površina, primarna relativna otvorenost za postojeću primarnu šumsku prometnu infrastrukturu gospodarske jedinice »Javornik – Tisov vrh« iznosi 50,9 % (nedovoljna primarna relativna otvorenost), uz koeficijent učinkovitosti 71,8 %.

### **2.3 Planiranje/projektiranje idejne trase šumske ceste na karti i na terenu (Sastavnica C. Elaborata) – *Planning of forest road concept design alignment on map and in the field (Effectiveness Study Component C.)***

Planiranje/projektiranje idejne trase šumske ceste na karti i na terenu, odnosi se na planiranje šumskih cesta na taktičkoj, ali i na operativnoj razini. Na taktičkoj se razini otvaraju neotvorena ili nedovoljno otvorena šumska područja te unaprijeđuje mreža primarne šumske prometne infrastrukture u cjelini, dok se na operativnoj razini između više inačica nultih linija jedne idejne trase šumske ceste odabire najbolja, konačna inačica nulte linije koja se u fazi projektiranja koristi kao polazište za uklapanje osovinskog poligona šumske ceste.

Obavezni prilozi sastavnice C. Elaborata su:

1. Slojnička karta (s ucrtanom postojećom primarnom šumskom prometnom infrastrukturom, hidrografskom mrežom, granicom gospodarske jedinice i unutarnjom podjelom) s projektiranim inačicama nulte linije (M 1:5000 ili krupnije, ekvidistanta  $e = 1(5) \text{ m}$ )
2. Slojnička karta (s ucrtanom postojećom primarnom šumskom prometnom infrastrukturom, hidrografskom mrežom, granicom gospodarske jedinice i unutarnjom podjelom) s odabranom najboljom konačnom inačicom nulte linije (obilježenom nul linijskim poligonom) (M 1:5000 ili krupnije, ekvidistanta  $e = 1(5) \text{ m}$ )
3. Skraćeni tehnički opis idejne trase buduće šumske ceste predstavljene najboljom, konačnom inačicom nulte linije (tabelarni prikaz)

### **2.4 Analiza unaprijeđene mreže primarne šumske prometne infrastrukture (Sastavnica D. Elaborata) – *Analysis of improved primary forest traffic infrastructure network (Effectiveness Study Component D.)***

Nakon provedbe unaprijeđenja primarne šumske prometne infrastrukture planiranjem/projektiranjem idejne trase/trasa šumskih cesta na karti, vrlo jednostavnom usporedbom slikovnih i/ili tabličnih prikaza odgovarajućih priloga postojećeg (B.) i unaprijeđenog (D.) stanja primarne šumske prometne infrastrukture se vide rezultati/učinci primarnog otvaranja šuma. Ukoliko su rezultati zadovoljavajući idejna trasa/trase budućih šumskih cesta se prihvaćaju kao konačna inačica, u suprotnom se ponovno pristupa prilogu C. Elaborata te se traži povoljnija inačica.

Obavezni prilozi sastavnice D. Elaborata su:

1. Slojnička karta gospodarske jedinice s ucrtanom granicom gospodarske jedinice, unutarnjom podjelom i registrom unaprijeđene primarne šumske prometne infrastrukture (M 1:25000 ili krupnije, a slojnice sa TK 25)
2. Registar unaprijeđene primarne šumske prometne infrastrukture gospodarske jedinice (tablični prikaz)
3. Karta unaprijeđene geometrijske (euklidske) srednje udaljenosti privlačenja drva gospodarske jedinice (M 1:25000 ili krupnije)
4. Prikaz unaprijeđene geometrijske udaljenosti privlačenja drva, drvne zalihe i ukupnog desetogodišnjeg brutto etata po odjelima/odsjecima gospodarske jedinice (tablični prikaz)
5. Raščlamba primarne relativne otvorenosti za unaprijeđenu primarnu šumsku prometnu infrastrukturu u gospodarskoj jedinici (M 1:25000 ili krupnije)
6. Raščlamba primarne relativne otvorenosti za unaprijeđenu primarnu šumsku prometnu infrastrukturu u gospodarskoj jedinici (tablični prikaz)

7. Rekapitulacija parametara procjene kvantitete i kvalitete unaprijeđene mreže primarnih šumskih prometnica u gospodarskoj jedinici (tablični prikaz)

### **2.5 Rekapitulacija i ocjena opravdanosti primarnog otvaranja šuma (Sastavnica E. Elaborata) – Assessment of primary forest opening suitability (Effectiveness Study Component E.)**

Rekapitulacija i ocjena opravdanosti primarnog otvaranja šuma, predstavlja vrednovanje idejne trase buduće šumske ceste, u obliku tabličnoga priloga, u kojemu su radi lakše kontrole Elaborata i ocjene opravdanosti daljnjeg primarnog otvaranja šuma, objedinjeni te pregledno i jednostavno prikazani rezultati po svim sastavnicama, odnosno prilozima Elaborata (od A. do D.). Dodatno su u tablici istaknuti najvažniji rezultati Elaborata te kriteriji odabira/rangiranja ulaganja.

## **3. USPOREDBA ELABORATA UČINKOVITOSTI PRIMARNE ŠUMSKE PROMETNE INFRASTRUKTURE I STUDIJE PRIMARNOG OTVARANJA ŠUMA**

### **COMPARATION OF THE EFFECTIVENESS STUDY OF PRIMARY FOREST ROAD TRAFFIC INFRASTRUCTURE AND STUDY OF PRIMARY FOREST OPENING**

Elaborat je dokument osmišljen za provedbu jednokratne analize učinkovitosti postojeće i eventualno unaprijeđene mreže primarne šumske prometne infrastrukture gospodarske jedinice ili većeg šumskog kompleksa (grupa odjela/odsjeka) koji je predmet zahvata primarnog otvaranja šuma uz planiranje/projektiranje idejne trase/trasa budućih šumskih cesta predstavljenih najboljim, konačnim inačicama nultih linija, u provedbi postupka sufinanciranja ulaganja u šumsku prometnu infrastrukturu financijskim sredstvima iz Programa.

Studija je dokument obuhvatniji od Elaborata, njegov je cilj optimizirati količinu, kvalitetu/tehničke značajke, prostorni raspored i upravljanje/gospodarenje cjelokupnom mrežom primarne šumske prometne infrastrukture pojedine gospodarske jedinice u razdoblju od najmanje 10/20 godina. Broj sastavnica Studije je veći nego li broj sastavnica Elaborata. Također je veći i broj priloga usporedivih sastavnica u Studiji nego li u Elaboratu.

Neke od sastavnica Studije ne mogu se pronaći u Elaboratu, kao npr.: 1) troškovna sastavnica (predviđena cijena koštanja) i ekonomska opravdanost izgradnje svake idejne trase planirane šumske ceste, 2) dinamika izgradnje cjelokupne (optimalne/najbolje moguće) buduće mreže primarne šumske prometne infrastrukture usklađena s propisanim radovima u šumskogospodarskim planovima, 3) dinamika odr-

žavanja cjelokupne (optimalne/najbolje moguće) buduće mreže primarne šumske prometne infrastrukture i dr.), a neke se sastavnice Studije nalaze u Elaboratu, ali u reduciranom/jednostavnijem obliku.

Analiza unaprijeđene mreže primarne šumske prometne infrastrukture kod Elaborata se u pravilu i najčešće provodi za jednu idejnu trasu buduće šumske ceste. Samo u slučaju kompleksnog ulaganja, odnosno ulaganja kod kojega se gospodarska jedinica ili veći šumski kompleks otvara ne jednom već s više šumskih cesta, analiza unaprijeđene mreže primarne šumske prometne infrastrukture provodi se odvojeno za svaku idejnu trasu buduće šumske ceste (sukcesivna analiza), a završni se rezultati prikazuju i u zbirnoj, konačnoj tablici za sve novoplanirane sastavnice unaprijeđene primarne šumske prometne infrastrukture (prilog E.1. Elaborata).

U Studiji se optimizira kompletna mreža primarne šumske prometne infrastrukture, nudi se cjelovito dugoročno rješenje, a rezultat je optimalna/najbolja moguća mreža primarne šumske prometne infrastrukture s obzirom na dominantne utjecajne čimbenike (i njihovu stalnost/održivost) koji su u postupku optimizacije uzeti u obzir. Studija se može, ali se u pravilu ne bavi operativnim (detaljnim) planiranjem pojedine trase buduće šumske ceste kao što to čini Elaborat (sastavnica C.). To je i razumljivo; Elaboratu, s vrlo kratkim vremenskim odmakom, slijedi izrada glavnog projekta svake šumske ceste, a operativno planiranje rezultira nultom linijom koja je polazište za uklapanje osovinskog poligona (kojim započinje podfaza Trasiranja faze Projektiranja).

Ukratko, Studija je provedbeni dokument čija se »težina« i značaj, sa stajališta uspostavljanja optimalne/najbolje moguće mreže primarne šumske prometne infrastrukture te njezinim upravljanjem, može usporediti s šumskogospodarskim planom (Gospodarskom osnovom/Programom gospodarenja) kada govorimo o gospodarenju šumama na razini gospodarske jedinice.

U Programu i u Pravilniku, kao temeljnim dokumentima na koje se Elaborat veže, su kao prihvatljive gornje granice gustoće primarne šumske prometne infrastrukture po reljefnim područjima od EU navedene vrijednosti koje su manje od vrijednosti definiranih tijekom strategijskog planiranja mreže primarne šumske prometne infrastrukture u Republici Hrvatskoj (Pentek i dr. 2014) i koje bi trebale biti polazište pri taktičkom planiranju mreže primarne šumske prometne infrastrukture i izradi Studije.

Te se vrijednosti po reljefnim područjima razlikuju od 3,00 km/1000 ha (nizinsko i krško reljefno područje) do 7,50 km/1000 ha (planinsko (gorsko) reljefno područje), a iznose kako slijedi: 1) nizinsko reljefno područje – 12,50/15,00 km/1000 ha, 2) brdsko (prigorsko) reljefno područje 18,00/25,00 km/1000 ha, 3) planinsko (gorsko) reljefno po-

dručje 22,50/30,00 km/1000 ha i 4) krško reljefno područje 12,00/15,00 km/1000 ha.

Kod Elaborata se, za razliku od Studije, gotovo nikada, osim u rijetkim i izdvojenim slučajevima, i to samo kada bi prihvatljive (definirane od strane EU) i strategijskim planiranjem definirane (Pentek i dr. 2012) vrijednosti gustoće primarne šumske prometne infrastrukture bile istovjetne, na razini gospodarske jedinice ne dostižu parametri koji su pokazatelj optimalne mreže primarne šumske prometne infrastrukture.

#### 4. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA FINAL CONCLUSIONS

Studija kao dokument u kojemu su objedinjeni svi rezultati taktičkog planiranja mreže primarne šumske prometne infrastrukture na razini gospodarske jedinice i za razdoblje od 10/20 godina nema alternativu.

Studiju treba, putem zakonskih i podzakonskih akata, čim prije, s ciljem kvalitetnijeg svekolikog gospodarenja šumom i šumskim zemljištem, a poglavito primarnom šumskom prometnom infrastrukturom, implementirati u operativno šumarstvo.

Iako se i Elaborat i Studija prevladavajuće bave taktičkim planiranjem, Elaborat nije i ne može biti zamjena za Studiju.

Elaborat je kreiran na izričiti zahtjev EU kao dokument kojim će se analizirati i ocijeniti kvantiteta i kvaliteta prostornog rasporeda primarne šumske prometne infrastrukture određene gospodarske jedinice, utvrditi potreba njezina daljnjeg primarnog otvaranja te definirati položaj idejnih trasa planiranih primarnih šumskih prometnica.

Elaborat je dobro prijelazno rješenje iz situacije koju smo u svezi s planiranjem primarne šumske prometne infrastrukture na taktičkoj razini u Republici Hrvatskoj imali/imamo, kao situaciji kakvu bi u što kraćem razdoblju u našoj državi željeli imati. Potrebno je provesti određene »kozmetičke« zahvate, kako bi Elaborat u budućnosti bio jednostavniji, pregledniji, provjerljiviji i usporediviji.

I u slučaju Elaborata pokazalo se slijedeće: 1) iako smo i sami svjesni određenih nedostataka koji su u složenom postupku gospodarenja šumom i šumskim zemljištem prisutni, u ovom slučaju povezanih s šumskom prometnom infrastrukturom, ništa ne činimo kako bi uočene nedostatke uklonili/umanjili, već ih jednostavno ignoriramo i 2) potrebna je inicijativa/pritisak »sa strane« kako bi angažirali svoje nesumnjive znanstvene i stručne potencijale te prije spomenute nedostatke vrlo kvalitetno uklonili/umanjili.

Treba vjerovati (ali i djelovati) kako će do uvođenja Studije kao zakonske obaveze Elaborat, koji je sada obveza samo u slučaju financiranja ulaganja (izgradnje/rekonstrukcije šumske ceste) sredstvima EU, postati standard pri izgrad-

nji/rekonstrukciji šumskih cesta u Republici Hrvatskoj neovisno o izvoru financiranja ulaganja. Jednom dosegnuti standardi se ne bi smjeli umanjivati.

#### ZAHVALA ACKNOWLEDGEMENTS

Istraživanje je provedeno u sklopu znanstvenoistraživačkoga projekta »Razredba terena za šumarstvo i razvoj tehnologija pridobivanja drva« koji financira trgovačko društvo »Hrvatske šume« d.o.o Zagreb.

#### 5. LITERATURA REFERENCES

- Backmund, F., 1966: Kennzahlen für den Grad der Erschließung von Forstbetrieben durch autofahrbare Wege. Forstwissenschaftliches Centralblatt 85(11–12): 342–354.
- Bajrić, M., Sokolović, Dž., 2015: Rehabilitation of a Secondary Network of Forest Traffic Infrastructure (Skid roads – Skid Trails). Bulletin of The Faculty of Forestry Beograd, Special Issue, 5–13.
- Beuk, D., Tomašić, Ž., Horvat, D., 2007: Status and Development of Forest Harvesting Mechanization in Croatian State Forestry. Croat. j. for. eng. 28(1): 63–82.
- Brajković, S., 1997: Sadašnja i optimalna otvorenost G.J. Topovac-model za nizinske šume Spačvanskog bazena. Magistarski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–167.
- Bumber, Z., 2011: Primjena GIS-a pri analizi otvorenosti GJ Šiljakovačka dubrava II kroz strukturu prihoda drva u prostoru i vremenu. Magistarski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–139.
- Cavalli, R., Grigolato, S., 2009: Influence of characteristics and extension of a forest road network on the supply cost of forest woodchips. Journal of Forest Research 15(3): 202–209.
- Chung, W., Stückelberger, J., Aruga, K., Cundy, T.W., 2008: Forest road network design using a trade-off analysis between skidding and road construction costs. Can. J. For. Res. 38(3): 439–448.
- Contreras, M., Chung, W., 2007: Computer approach to finding an optimal log landing location and analyzing influencing factors for ground-based timber harvesting. Can. J. For. Res. 37(2): 276–292.
- Contreras, M., Chung, W., 2011: A modeling approach to estimating skidding costs of individual trees for thinning operations. Western Journal of Applied Forestry 26(3): 133–146.
- Čališkan, E., 2013: Planning of forest road network and analysis in mountainous area. Life Science Journal 10(2): 2456–2465.
- Danilović, M., Stojnić, D., Novković, N., Gačić, D., 2013: The state of forest roads and determining an optimum density of a forest road network using GIS. Forest review 44: 6–10.
- Danilović M., Stojnić D., 2014: Assessment of the State of a Forest Road Network as a Basis for Making a Program of Forest Management Unit Opening. Bulletin of The Faculty of Forestry Beograd 110: 59–72.
- Danilović, M., Grujović, D., Milovanović, B., Karić, S., 2014: Ocjena modificirane poludeblovne metode listača s dijelovima krošnje. Nova meh. šumar. 35: 35–50.



- Danilović, M., Kosovski, M., Gačić, D., Stojnić, D., Antonić, S., 2015: Damage to Residual Trees and Regeneration During Felling and Timber Extraction in Mixed and Pure Beech Stands. *Šum. list* 139(5–6): 253–262.
- Demir, M., 2007: Impacts, management and functional planning criterion of forest road network system in Turkey. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 41(1): 56–68.
- Dundović, J., 1996: Gospodarski i ekološki kriteriji za planiranje, projektiranje i gradnje šumskih prometnica. Magistarski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–231.
- Đuka, A., 2014: Razvoj modela prometnosti terena za planiranje privlačenja drva skiderom. Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–303.
- Đuka, A., Poršinsky, T., Vusić, D., 2015: DTM Models to Enhance Planning of Timber Harvesting. *Bulletin of The Faculty of Forestry Beograd, Special Issue*, 35–44.
- Đuka, A., Poršinsky, T., 2015: Analiza kamenitosti i stjenovitosti terena za potrebe privlačenja drva. *Nova meh. šumar.* 36: 43–52.
- Đuka, A., Pentek, T., Horvat, D., Poršinsky, T., 2016: Modelling of Downhill Timber Skidding: Bigger Load – Bigger Slope. *Croat. j. for. eng.* 37(1): 139–150.
- Efta, J.A., Chung, W., 2014: Planning Best Management Practices to Reduce Sediment Delivery from Forest Roads Using WEPP: Road Erosion Modeling and Simulated Annealing Optimization. *Croat. j. for. eng.* 35(2): 167–178.
- Enache, A., Kühmaier, M., Stampfer, K., Ciobanu, V. D., 2013: An integrative decision support tool for assessing forest road options in a mountainous region in Romania. *Croat. j. for. eng.* 34 (1): 43–60.
- Enache, A., Pentek, T., Ciobanu, V.D., Stampfer, K., 2015: Gis Based Methods for Computing the Mean Extraction Distance and its Correction Factors in Romanian Mountain Forests. *Šum. list* 139(1–2): 35–46.
- Gumus, S., Acar, H.H., Toksoy, D., 2008: Functional forest road network planning by consideration of environmental impact assessment for wood harvesting. *Environmental Monitoring and Assessment* 142(1–3): 109–116.
- Hayati, E., Majnounian, B., Abdi, E., 2012: Qualitative evaluation and optimization of forest road network to minimize total costs and environmental impacts. *iForest – Biogeosciences and Forestry* 5(3): 121–125.
- Hentschel, S., 1996: GIS-gestützte Herleitung der flächenhaften Erschliessungswirkung von Wegenetzen am Beispiel von ARC/INFO. *Forsttechnische Informationen*, 1–2: 8–13.
- Hodić, I., Jurušić, Z., 2011: Analiza primarne otvorenosti šuma kojima gospodare HŠ d.o.o. Zagreb kao podloga za kreiranje buduće politike izgradnje šumskih cesta. *Šum. list* 135(9–10): 487–499.
- Hribernik, B., Potočnik, I., 2013: Forest Opening in Multipurpose Private Forest – Case Study. *Nova meh. šumar.* 34: 29–37.
- Huber, C., Stampfer, K., 2015: Efficiency of Topping Trees in Cable Yarding Operations. *Croat. j. for. eng.* 36 (1): 185–194.
- Kiss, K., Malinen, J., Tokola, T., 2015: Forest road quality control using ALS data. *Can. J. For. Res.* 45(11): 1636–1642.
- Krč, J., Beguš, J., 2013: Planning Forest Opening with Forest Roads. *Croat. j. for. eng.* 34(2): 217–228.
- Krč, J., Košir, B., 2008: Predicting Wood Skidding Direction on Steep Terrain by DEM and Forest Road Network Extension. *Croat. j. for. eng.* 29(2): 177–188.
- Kühmaier, M., Stampfer, K., 2010: Development of a Multi-Attribute Spatial Decision Support System in Selecting Timber Harvesting Systems. *Croat. j. for. eng.* 31(2): 75–88.
- Laschi, A., Neri, F., Brachetti Montorselli, N., Marchi, E., 2016: A Methodological Approach Exploiting Modern Techniques for Forest Road Network Planning. *Croat. j. for. eng.* 37(2): 319–331.
- Lepoglavec, K., 2014: Optimizacija primarne i sekundarne šumske prometne infrastrukture nagnutih terena. Doktorska disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–341.
- Lugo, A.E., Gucinski, H., 2000: Function, effects, and management of forest roads. *Forest Ecology and Management* 133(3): 249–262
- Lünzmann, K., 1968: Der erschliessungs koefizient, eine Kennzahl zur Beurteilung von Waldwegenetzen und seine Anwendung bei Neuplanungen. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 87(1): 237–248.
- Marčeta, D., Petković, V., Košir, B., 2014: Comparison of Two Skidding Methods in Beech Forests in Mountainous Conditions. *Nova meh. šumar.* 35: 51–62.
- Mihelić, M., Krč, J., 2009: Analysis of Inclusion of Wood Forwarding into a Skidding Model. *Croat. j. for. eng.* 30(2): 113–125.
- Pandur, Z., Poršinsky, T., Šušnjar, M., Zorić, M., Vusić, D., 2014: Gaženje tla pri izvoženju drva forvarderom u sječinama hrasta lužnjaka. *Nova meh. šumar.* 35: 23–34.
- Papa, I., Pentek, T., Lepoglavec, K., Nevečerel, H., Poršinsky, T., Tomašić, Ž., 2015: Metodologija izradbe detaljnog registra primarne šumske prometne infrastrukture kao podloge za planiranje i optimizaciju radova održavanja šumskih cesta. *Šum. list* 139(7–8): 311–328.
- Papa, I., Pentek, T., Nevečerel, H., Lepoglavec, K., Đuka, A., Šafran, B., Risović, S., 2015: Raščlamba tehničkih značajki i sustava odvodnje postojećih šumskih cesta radi utvrđivanja potrebe njihove rekonstrukcije – Studija slučaja za G.J. »Belevine« NPŠO Zalesina. *Šum. list* 139(11–12): 497–519.
- Pellegrini, M., Grigolato, S., Cavalli, R., 2013: Spatial Multi-Criteria Decision Process to Define Maintenance Priorities of Forest Road Network: an Application in the Italian Alpine Region. *Croat. j. for. eng.* 34(1): 31–42.
- Pentek, T., 2002: Računalni modeli optimizacije mreže šumskih cesta s obzirom na dominantne utjecajne čimbenike. Doktorska disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–271.
- Pentek, T., Pičman, D., Nevečerel, H., 2004: Srednja udaljenost privlačenja drva. *Šum. list* 128(9–10): 545–558.
- Pentek, T., Pičman, D., Nevečerel, H., 2005: Planiranje šumskih prometnica – postojeća situacija, determiniranje problema i smjernice budućeg djelovanja. *Nova meh. šumar.* 26: 55–63.
- Pentek, T., Pičman, D., Potočnik, I., Dvorščak, P., Nevečerel, H., 2005: Analysis of an Existing Forest Road Network. *Croat. j. for. eng.* 26(1): 39–50.
- Pentek, T., Nevečerel, H., Pičman, D., Poršinsky, T., 2007: Forest Road Network in the Republic of Croatia – Status and Perspectives. *Croat. j. for. eng.* 28(1): 93–106.
- Pentek, T., H. Nevečerel, T. Poršinsky, D. Pičman, K. Lepoglavec, I. Potočnik, 2008: Methodology for Development of Secondary Forest Traffic Infrastructure Cadastre. *Croat. j. for. eng.* 29(1): 75–83.
- Pentek, T., Poršinsky, T., Šušnjar, M., Stankić, I., Nevečerel, H., Šporčić, M., 2008: Environmentally Sound Harvesting Technologies in Commercial Forests in the Area of Northern Velebit – Functional Terrain Classification. *Periodicum Biologorum* 110(2): 127–135.

- Pentek, T., Nevečerel, H., Dasović, K., Poršinsky, T., Šušnjar, M., Potočnik, I., 2010: Analiza sekundarne otvorenosti šuma gorskog područja kao podloga za odabir duljine uža vitla. Šum. list 134(5–6): 241–248.
- Pentek, T., Pičman, D., Nevečerel, H., Lepoglavec, K., Papa, I., Potočnik, I., 2011: Primary forest opening of different relief areas in the Republic of Croatia. Nova meh. šumar., 32(1): 401–416.
- Pentek, T., Poršinsky, T., 2012: Forest Transportation Systems as a Key Factor in Quality Management of Forest Ecosystems. In: Forest Ecosystems – More than Just Trees (ed: J. A. Blanco, Y. H. Lo), In Tech, 433–464.
- Pentek, T., Nevečerel, H., Ecimović, T., Lepoglavec, K., Papa, I., Tomašić, Ž., 2014: Strategijsko planiranje šumskih prometnica u Republici Hrvatskoj – raščlamba postojećega stanja kao podloga za buduće aktivnosti. Nova meh. šumar. 35(1): 63–78.
- Petreš, S., 2006: Oštećivanje ponika i pomlatka pri privitlavanju i privlačenju oblovine traktorom LKT 81T iz dovršne sječine hrasta lužnjaka. Šum. list 130(3–4): 87–100.
- Pičman, D., Pentek, T., Družić, M., 1997: Utjecaj troškova izgradnje i održavanja šumskih cesta na njihovu optimalnu gustoću u nizinskim šumama Hrvatske. Meh. šumar. 22(2): 95–101.
- Pičman, D., Pentek, T., 1998: Relativna otvorenost šumskog područja i njena primjena pri izgradnji šumskih protupožarnih prometnica. Šum. list 121(11–12): 423–435.
- Pičman, D., Pentek, T., Poršinsky, T., 2003: Prilog istraživanju oštećivanja stabala mehanizacijom za gradnju šumskih putova. Strojstvo 45(4–6): 149–157.
- Pičman, D., Pentek, T., Nevečerel, H., Papa, I., Lepoglavec, K., 2011: Mogućnosti primjene relativne otvorenosti pri sekundarnom otvaranju šuma nagnutih terena Republike Hrvatske. Croat. j. for. eng. 32(1): 417–430.
- Poršinsky, T., M. Ožura, 2006: Oštećivanje dubećih stabala pri izvoženju drva forvarderom. Nova meh. šumar. 27: 41–49.
- Poršinsky, T., Stankić, I., Bosner, A., 2011: Ecoefficient Timber Forwarding Based on Nominal Ground Pressure Analysis. Croat. j. for. eng. 31(1): 345–356.
- Poršinsky, T., Moro, M., Đuka, A., 2016: Kutovi i polumjeri prohodnosti skidera s vitlom. Šum. list 140(5–6): 259–272.
- Potočnik I., T. Pentek, D. Pičman, 2005: Impact of traffic characteristics on forest roads due to forest management. Croat. j. for. eng. 26(1): 51–57.
- Sabo, A., 2003: Oštećivanje stabala pri privlačenju drva zglobnim traktorom Timberjack 240C u prebornim sastojinama. Šum. list 127(7–8): 335–346.
- Sachs, W., 1968: Wegedichte und Erschließung und Erlischließungsprozent. Forst- und Holz, 23(1963): 6–7.
- Segebaden, G., 1964: Studies of Cross-Country Transport Distances and Road Net Extension. Studia Forestalia Suecica 18: 1–70.
- Šikić, D., Babić, B., Topolnik, D., Knežević, I., Božičević, D., Švabe, Ž., Piria, I., Sever, S., 1989: Tehnički uvjeti za gospodarske ceste. Znanstveni savjet za promet Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, Zagreb, 1–78.
- Trajanov, Z., Nestorovski, Lj., Trajkov, P., 2013A: Optimization of Skidding Distances in Mountain Conditions with Different Skidding Devices. Nova meh. šumar. 34: 21–27.
- Trajanov, Z., Nestorovski, Lj., Trajkov, P., 2013B: Transportation Costs as an Indicator for Determination of the Optimal Road Density. Forest review 44: 20–22.
- Tomašić, Ž., 2012: Razvoj tehnologije i tehničkih sredstava u pridobivanju drva s obzirom na posebnosti šuma i šumarstva u Republici Hrvatskoj. Nova meh. šumar. 33: 53–67.
- Visser, R., Stampfer, K., 2015: Expanding Ground-based Harvesting onto Steep Terrain: A Review. Croat. j. for. eng. 36(2): 321–331.
- Visser, R., Berkett, H., 2015: Effect of terrain steepness on machine slope when harvesting. International Journal of Forest Engineering 26(1): 1–9.
- \* Odluka o razvrstavanju javnih cesta (NN 66/15)
- \* Osnova gospodarenja za gospodarsku jedinicu Javornik – Tišov vrh (2015. – 2024.)
- \* Pravilnik o uređivanju šuma (NN 111/06, NN 141/08) i (NN 79/15)
- \* Pravilnik o provedbi mjere M04 »Ulaganja u fizičku imovinu«, podmjere 4.3. »Potpora za ulaganja u infrastrukturu vezano uz razvoj, modernizaciju i prilagodbu poljoprivrede i šumarstva«, tipa operacije 4.3.3. »Ulaganje u šumsku infrastrukturu« iz Programa ruralnog razvoja Republike Hrvatske za razdoblje 2014. – 2020. (NN 106/15)
- \* Pravilnik o sadržaju, namjeni i razini razrade prometnoga elaborata za ceste (NN 140/13)

## Summary

The Effectiveness Study of Primary Forest Road Traffic Infrastructure – an alternative to Study of Primary Forest Opening or just a short-term solution?

Planning forest roads, as the first, inevitable and very important stage in establishing optimal i.e. best possible primary forest traffic infrastructure network, can be on: 1. strategic, 2. tactical and 3. operational level. Strategic and tactical planning level relate to planning of the entire primary forest road network, while operational planning refers to the planning of an individual forest road. The result of the tactical planning of primary forest roads is, or at least should be, the Study of Primary Forest Opening of an individual management units (hereinafter: The Study).

The absence of legal obligation in producing the Study, the document in which all work results of tactical planning primary forest traffic infrastructure, at the management unit level, would be consolidated, is a major problem in the optimization of primary forest traffic infrastructure, particularly in unopened or insuffi-

ciently opened forest areas. Despite frequent emphasizing to this problem and the possibilities of its solving/reduction, a significant number of papers by various authors who have in their scientific work dealt with the issue of forest opening, research results and applicable recommendations are still not used broadly in practical forestry.

While establishing Program of Rural Development in Republic of Croatia in period from 2014 to 2020, EU authorities have requested from Croatian authorities a document which includes analysis and evaluation data, regarding the quantity and quality of the primary forest traffic infrastructure network spatial distribution of a specific management unit, which will determine the need of further primary forest opening, which will also define concept design alignment of planned forest roads and will accord primary forest road density at the tactical level with the recommended values of individual relief area categories on the strategic level of primary forest traffic infrastructure planning.

In the Bylaw on measure implementation M04 »Investments in physical assets«, by-measure 4.3 »Grant for investments in development, modernization and customization of agriculture and forestry«, operation type 4.3.3 »Investments in forest infrastructure« from the Program of Rural Development in Republic of Croatia in period from 2014 to 2020 (NN 106/15) (hereinafter: The Bylaw) holds an appendix No. 1 – Form for the Effectiveness Study of Primary Forest Road Traffic Infrastructure (hereinafter: The Effectiveness Study), which was completely satisfactory to EU authorities' requests.

This paper will: 1) critically analyze the basic components of the Effectiveness Study with special emphasis on the component B – Analysis of the existing primary forest traffic infrastructure network, 2) explain in details the methodology of primary forest traffic infrastructure registry production, 3) describe the newly defined criteria for determining density of primary forest road infrastructure, 4) define the relationship and differences of the Effectiveness Study and the Study of Primary Forest Opening, and 5) give recommendations on future activities aimed at improving tactical planning of primary forest traffic infrastructure.

---

**KEY WORDS:** tactical planning of primary forest roads, Effectiveness Study of Primary Forest Road Traffic Infrastructure, Primary Forest Traffic Infrastructure Registry, criteria for determining density of primary forest road infrastructure, Study of Primary Forest Opening





Original **STIHL**<sup>®</sup>  
Swiss Made

## 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.

# UTJECAJ URODA SJEMENA OBIČNE BUKVE (*Fagus sylvatica* L.) NA POPULACIJE SITNIH GLODAVACA I POJAVNOSTI HANTAVIRUSA U ŠUMAMA NACIONALNOG PARKA „PLITVIČKA JEZERA“ I PARKA PRIRODE „MEDVEDNICA“

## INFLUENCE OF BEECH MAST ON SMALL RODENT POPULATIONS AND HANTAVIRUS PREVALENCE IN NACIONAL PARK „PLITVICE LAKES“ AND NATURE PARK „MEDVEDNICA“

Linda BJEDOV<sup>1</sup>, Petra SVOBODA<sup>2</sup>, Ante TADIN<sup>2</sup>, Josipa HABUŠ<sup>3</sup>, Zrinka ŠTRITOF<sup>3</sup>, Nikolina LABAŠ<sup>4</sup>, Marko VUCELJA<sup>1</sup>, Alemka MARKOTIĆ<sup>2</sup>, Nenad TURK<sup>3</sup>, Josip MARGALETIĆ<sup>1</sup>

### Sažetak

Obična bukva (*Fagus sylvatica* L.) u Hrvatskoj ima najveći areal, najzastupljenija je vrsta na obraslom šumskom zemljištu i pojavljuje se u velikom broju šumskih zajednica. Urod bukvice bilježi se kao bitan faktor porasta populacije sitnih glodavaca, koji su poznati prijenosnici niza zaraznih bolesti opasnih za čovjeka. Cilj ovog istraživanja je praćenje populacija sitnih glodavaca i hantavirusa u bukovim šumama. U okviru rada obavljen je izlov u periodu od 2011. do 2014. godine na ukupno 7 lovnih ploha raspoređenih na dva lokaliteta (NP Plitvička jezera i PP Medvednica). Ulovljene jedinke obrađene su na prisutnost hantavirusa. Na lovnim plohama u NP Plitvička jezera mjeren je i urod bukvice. Rezultati ovoga rada pokazali su da u bukovim šumama dominiraju žutogrli šumski miš i šumska voluharica te zajedno čine 99 % ulova. Brojnost sitnih glodavaca karakterizirale su povišene vrijednosti u 2012. godini i visoka brojnost („mišja godina“) u 2014. godini, dok je 2011. i 2013. godinu karakterizirala niska brojnost. Kod obrađenih glodavaca potvrđena je prevalencija 3 vrste hantavirusa. Puumala virus bio je zastupljen u 50 % ulova šumske voluharice, Dobrava (DOBV) u 5 % ulova žutogrlog šumskog miša i hantavirus Seeewis (SWSV) u jednoj od dvije ulovljene jedinke šumske rovke. Urod bukvice na lovnim plohama NP Plitvička jezera zabilježen je povišen u 2011. godini i obilan u 2013. godini. Iz podataka utvrđujemo pozitivnu vezu između količine jesenskog uroda bukvice te porasta populacija sitnih glodavaca, porasta prevalencije hantavirusa i epidemije mišje groznice u godinama nakon obilnog uroda.

**KLJUČNE RIJEČI:** sitni glodavci, obična bukva, urod bukvice, hantavirusi

<sup>1</sup> Dr. sc. Linda Bjedov, e-mail: lbjedov@sumfak.hr; dr.sc. Marko Vucelja; prof.dr.sc. Josip Margaletić, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zavod za zaštitu šuma i lovno gospodarstvo, Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska

<sup>2</sup> dipl. ing. biol. Petra Svoboda, dr. sc. Ante Tadin, prof. dr. sc. Alemka Markotić, Klinika za infektivne bolesti „Dr. Fran Mihaljević“, Mirogojska 8, Zagreb, Hrvatska

<sup>3</sup> doc. dr. sc. Josipa Habuš; doc. dr. sc. Zrinka Štritof; prof.dr.sc. Nenad Turk, Sveučilište u Zagrebu, Veterinarski fakultet, Zavod za mikrobiologiju i zarazne bolesti s klinikom, Heinzelova 55, Zagreb, Hrvatska

<sup>4</sup> mag. ing. silv. Nikolina Labaš

## UVOD INTRODUCTION

Obična bukva (*Fagus sylvatica* L.) u svome prirodnom arealu zauzima površinu do 20 milijuna hektara, od čega čini oko 10% površine europskih šuma (Milescu i Alexe 1967.). Bjelogorična je vrsta drva iz porodice Fagaceae, koja u Hrvatskoj od svih drvenastih i gospodarskih važnih šumskih vrsta ima najveći areal (Trinajstić 2003.). Njeno cvjetanje počinje nakon listanja u travnju ili svibnju, iako neki autori navode cvjetanje i za vrijeme listanja (Nielsen i Schaffalitzky de Muckadell 1954., Paule i dr. 1984.). Plod bukve nalazi se u kupuli, dolazi u paru, smeđe je boje, trobridan i jestiv, dozrijeva u rujnu ili početkom listopada, a otpada nakon prvih mrazeva u listopadu ili početkom studenoga (Vidaković i Franjić 2003.). Bukva u dobi od 40-80 godina stvara svoje prve sjemenke, a proizvodnja sjemena povećava se sa starošću stabla (Rudolf i Leak 1974.). Fruktifikacija je neredovita. Obilan urod bukve javlja se u različitim intervalima, najčešće u rasponu od 4 do 10 godina (Rudolf i Leak 1974., Holmsgaard i Olsen 1960.). Klimatski uvjeti imaju velik utjecaj na urod bukve (Matthews 1955., Holmsgaard i Olsen 1960., Hilton i Packham 1997., Övergaard i dr. 2007., Drobyshev i dr. 2010.). Temperatura u srpnju pozitivno korelira s količinom uroda sljedeće godine (Matthews 1955., Övergaard i dr. 2007.). Kalorijska vrijednost bukvice iznosi 5994 cal/g, što ju svrstava u sam vrh listača po kalorijskoj vrijednosti ploda (Grodziński i Sawicka-Kapusta 1970.). Takav plod izvor je hrane mnogih životinja, a mnogi ističu glodavce kao bitne predatore (Lelouarn i Schmitt 1972., Watt 1923., Jensen 1982., Jensen 1985.). Glodavci su u godinama punog uroda odgovorni za konzumiranje 1,7-4,3 % bukvice, dok u drugim godinama taj broj iznosi 70-100% uroda (Jensen 1982.). Urod bukve bitno utječe na dinamiku populacije sitnih glodavaca i povezan je s njihovim prenamnožavanjem u godini nakon punog uroda (Jensen 1982., Wolff 1996., Jensen i dr. 2012.). U slučaju obilnog uroda šumskog sjemena gustoća populacije glodavaca doseže svoj vrhunac godinu nakon uroda nakon čega slijedi drastično smanjenje populacije preko zime. Obilan urod šumskog sjemena omogućava sitnim glodavcima koji su aktivni zimi da se i dalje tijekom zime razmnožavaju, što rezultira masovnim pojavama već u rano proljeće (Zeja 1962., Smyth 1968., Bäumlner 1981., Jensen 1982., Wolff 1996.).

U kontinentalnim šumama Hrvatske najučestalije vrste sitnih glodavaca koje u godinama prenamnoženja mogu postati uzročnicima oštećenja šumskog sjemena i mladih biljka su: prugasti poljski miš (*A. agrarius* Pall.), žutogrihi šumski miš (*A. flavicollis* Melch.), šumski miš (*A. sylvaticus* L.), šumska voluharica (*M. glareolus* Schreb.), poljska voluharica (*M. arvalis* Pall.), livadna voluharica (*M. agrestis* L.), vodeni voluhar (*A. terrestris* L.) i podzemni voluharić (*M. subterraneus* de Sel.) (Margaletić 1998., Margaletić i dr.

2005.). Glodavci su također prijenosnici niza zaraznih bolesti opasnih za zdravlje čovjeka, domaćih i divljih životinja (Mills i Childs 1998., Stenseth i dr. 2003., Ostfeld i Holt 2004., Jones i dr. 2008.). Jedna od široko rasprostranjenih prirodnožarišnih zoonoza koju prenose glodavci, velikog javnozdravstvenog i strateškog značenja je hemoragijska vrućica s bubrežnim sindromom (HVBS), poznata također pod imenom mišja groznica. Uzročnici HVBS-a su virusi roda *Hantavirus* (HTV) koji pripadaju porodici Bunyaviridae, a koja obuhvaća preko 300 virusa koji inficiraju biljke, životinje i ljude (Fenner 1975., Bishop i dr. 1980., Schmaljohn i Hooper 2001.). Unutar roda *Hantavirus* trenutno su u svijetu poznate 23 vrste (Schmaljohn i Hjelle 1997., Colleen i dr. 2010.). Rezervoare hantavirusa koji se na čovjeka prenose udisanjem zaraženog aerosola ili kroz izravni kontakt čine mnoge vrste glodavaca iz porodice Muridae u Europi, Aziji i Americi (Schmaljohn i Hjelle 1997., Yates i dr. 2002., Markotić i dr. 2009., Plyusnina i dr. 2011.). U Europi su zabiježena u različitim područjima četiri različita hantavirusa: Puumala (PUUV), Dobrava (DOBV), Saarema (SAAV) i Tula (TULV) (Vapalahti i dr. 2003.). Za viruse Saarema i Tula još nema dovoljno dokaza da uzrokuju manifestne oblike bolesti u ljudi, iako su opisani pojedinačni slučajevi (Vapalahti i dr. 2003., Sironen i dr. 2005., Bi i dr. 2008.). Virus PUUV u pravilu izaziva blage do srednje teške oblike bolesti bez krvarenja i teških bubrežnih oštećenja, a DOBV srednje teške do teške (Kuzman i dr. 1997., Avšić-Županc i dr. 1999., Markotić i dr. 2002., Kuzman i Petričević 2003., Heyman i dr. 2009.) s rastom mortaliteta od 3% do 12% (Vapalahti i dr. 2003., Bi i dr. 2008.). Epidemije mišje groznice nerijetko prate ratne sukobe, a rizične skupine su vojnici, šumski radnici, poljoprivrednici, izletnici (Petričević i dr. 1989., Ropac i dr. 1991., Sibold i dr. 1999., Gill i dr. 2000., Kuzman i Markotić 2002., Ledina i dr. 2002., Mulić i Ropac 2002., Bjedov i dr. 2011., Mertens i dr. 2011.). Cilj ovog rada bio je praćenje uroda sjemena u bukovim šumama, dinamike populacije sitnih glodavaca, pojavnost hantavirusa na području Nacionalnog parka Plitvička jezera i Parka prirode Medvednica, te analiza njihovog međusobnog utjecaja.

## MATERIJALI I METODE MATERIAL AND METHODS

Za istraživanja su odabrana dva lokaliteta s ukupno sedam lovnih ploha, na kojima su obavljani izlovi sitnih glodavaca (Tablica 1.). Tri lovne plohe postavljene su na području Nacionalnog parka Plitvička jezera, a četiri plohe na području Parka prirode Medvednica. U nastavku su opisane značajke odabranih lokaliteta.

Na svakoj od tri lovne plohe u NP Plitvička jezera postavljena je jedna lovna površina. Sve tri lovne plohe odabrane su u blizini vode radi boljeg uvida u moguće rizike zaraze



posjetitelja uzročnicima zoonoza koji se većinom zadržavaju u području jezera. Lovne su plohe izabrane u dogovoru i nadgledanost stručne službe Javne ustanove „Nacionalni park Plitvička jezera“, a svi posjeti lovnim ploham, mjerenja i izlovi sitnih glodavaca bili su pod nadzorom i asistencijom stručne službe. Na području Parka prirode Medvednica odabrane su četiri lovne plohe na južnoj padini, od kojih su tri bile unutar granica Parka prirode Medvednica, a četvrta je postavljena na području Nastavno-pokusnog šumskog objekta Zagreb (Dotrščina) kojim gospodari Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. U vertikalnoj zonosti lovne plohe protezale su se od naseljene zone u podnožju planine (230 m n.v.) pa do njenog vrha (990 m n.v.). Na svakoj plohi postavljene su dvije lovne površine. Sve četiri plohe izabrane su u dogovoru s Hrvatskim šumama d.o.o. i JU Parka prirode Medvednica. Kako bi se izbjegao izravni kontakt posjetitelja s lovnim ploham, na oba lokaliteta odabrane su površine kroz koje ne prolaze poučne, biciklističke ili planinarske staze. Veličina svake lovne površine na lovnj plohi iznosila je približno jedan ha, bila je kvadratnog oblika i definirana s četiri GPS rubne točke. Svaka lovna površina podijeljena je na 10 paralelnih redova i stupaca međusobno udaljenih 10 m. Sveukupno je postavljeno 100 točaka po lovnj površini (Hille i Rödel 2013., Young i dr. 2014.). Za izlov sitnih glodavaca korištene su mrtvolovke tipa „Mini T-rex Mouse Snap Trap“ (proizvođač Bell Labs), a za mamac korišten je kikiriki maslac. Nakon svakog izlova zamke su oprane mješavinom vode i biodegradabilnog detergentskog dezinficijensa ASEPSOL® eko (proizvođač: PLIVA HRVATSKA d.o.o) u omjeru 1:20.

Ulovljenim jedinkama određivana je vrsta, spol, reproduktivni status, dob, masa, duljina tijela, glave, repa i stražnjeg stopala. Jedinkama kojima su nedostajali dijelovi tijela (pojedeni od strane različitih predatora) izmjereni su mjerljivi parametri. Za svaku ulovljenu jedinku bilježilo se broj točke i GPS koordinate korištenjem uređaja (Garmin Oregon 450). Tijekom izlova sitnih glodavaca poštovane su odredbe

American Society of Mammalogists (Animal Care and Use Committee, 1998.). Testiranje prevalencija hantavirusa uzimanjem uzoraka pluća obavljeno je u Klinici za infektivne bolesti „Dr. Fran Mihaljević“ u Zagrebu. Detekcija RNA hantavirusa obavljena je metodom lančane reakcije polimerazom (PCR). RNA virus Puumala kod riđe voluharice (*Myodes glareolus*) i RNA virus Dobrava žutogrlog šumskog miša (*Apodemus flavicollis*) utvrđivani su reverznom transkripcijom lančane reakcije polimeraze (nested RT-PCR) za djelomični S-segment hantavirusa (Nichol i dr. 1993., Bowen i dr. 1997., Chu i dr. 1995., Avšič-Županc i dr. 2000.).

U NP Plitvička jezera na poziciji svake točke/zamke u rujnu svake godine bilježen je urod bukvice prebrojavanjem kupula na površini od jednog m<sup>2</sup> s označenom točkom kao središtem kvadrata.

Za prikaz podataka brojnosti glodavaca korištena je relativna brojnost ili indeks gustoće populacije (I). Izračunavanje se vrši prema formuli  $I = 100 \times n/P$ , gdje n označava ulovljen broj jedinki jedne vrste, a P ukupan broj lovnih noći (broj aktivnih zamki x broj noći) (Cagnin i dr. 1998., Ouin i dr. 2000.; Klača i dr. 2005., Heroldova i dr. 2007.). Prikupljeni podaci obrađivani su korištenjem programskih paketa Microsoft Office Excel 2007, STATISTICA (Version 8.0, StatSoft. Inc.), i PAST (Version 3.6, Hammer i dr. 2001.). Podaci su testirani na zadovoljen uvjet homogenosti varijance te su korišteni parametrijski ili neparametrijski testovi (t-test, Kruskal-Wallis, ANOVA). Pri svim analizama pogreška od 5% ( $p < 0.05$ ) smatrala se statistički značajnom.

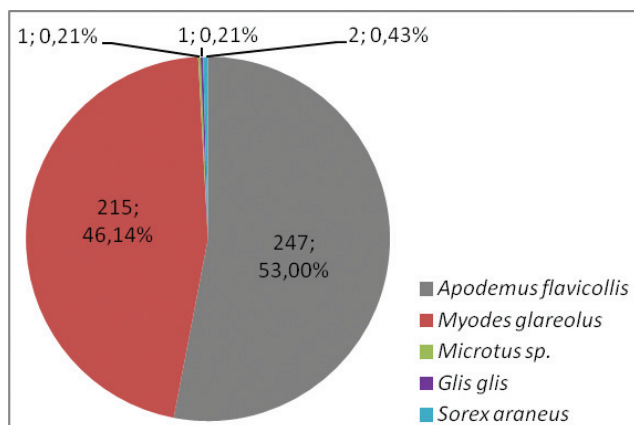
## REZULTATI RESULTS

Tijekom istraživanja koje je obavljeno u razdoblju od 2011. do 2014. godine ukupno je ulovljeno 466 jedinki sitnih glodavaca, od kojih je 427 (91,6 %) obrađeno na prisutnost hantavirusa, dok je 39 jedinki bilo neiskoristivo radi kontaminacije. Od ukupno 466 ulovljenih jedinki sitnih gloda-

**Tablica 1.** Obilježja lovnih ploha na području NP Plitvička jezera i PP Medvednica iz gospodarskih osnova.

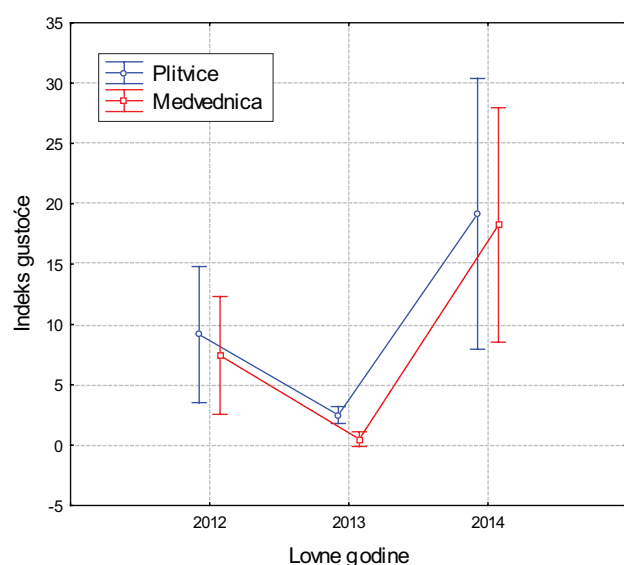
**Table 1** Characteristics of trapping sites in National Park Plitvice lakes and Nature Park Medvednica

Lokalitet Location	Kratice lovnih ploha Trapping site abbreviation	Nadmorska visina (m) Altitude (m)	Starost sastojine (godina) Stand age	Biljna zajednica Forest community
Plitvička j.	PL1	625-754	preborna šuma mixed forest	<i>Helleboro nigri-Fagetum typicum</i> Zukrigl 1973
Plitvička j.	PL2	550-650	preborna šuma mixed forest	<i>Lamio orvale-Fagetum sylvaticae</i> (Ht. 1938) Borhidi 1963
Plitvička j.	PL3	534-590	preborna šuma mixed forest	<i>Lamio orvale-Fagetum sylvaticae</i> (Ht. 1938) Borhidi 1963
Medvednica	ML1	225	70	<i>Epimedio-Carpinetum betuli</i> (Ht. 1938) Borhidi 1963
Medvednica	ML2	651-678	70	<i>Lamio orvale-Fagetum sylvaticae</i> (Ht. 1938) Borhidi 1963
Medvednica	ML3	719-800	140	<i>Lamio orvale-Fagetum sylvaticae</i> (Ht. 1938) Borhidi 1963
Medvednica	ML4	925-980	preborna šuma mixed forest	<i>Festuco drymeiae-Abietetum</i> (Vukelić et Baričević 2007)



**Graf 1.** Ukupan ulov determiniranih vrsta sitnih glodavaca (veličina uzorka; postotak) (N = 466).

**Graph 1.** Representation of all captured rodent species (sample size; percentage) (N = 466).



**Graf 2.** Prikaz aritmetičke sredine indeksa gustoće sitnih glodavaca (I) ( $\pm 0,95$  interval pouzdanosti) po lokalitetu i lovnoj godini.

**Graph 2** Mean values of rodent population density index (I) ( $\pm 0,95$  confidence interval) for two locations and trapping years.

vaca 99,4 % uzoraka sustavno je pripadalo vrstama iz porodica Arvicolinae (voluharice) i Murinae (pravi miševi). Podporodici Murinae potvrđena je pripadnost vrste *Apodemus flavicollis* (žutogrli šumski miš) koja je bila zastupljena

**Tablica 2.** Rezultati testa ANOVA indeksa gustoće po lokalitetu i lovnoj godini.

**Table 2** Results of ANOVA test for population density indices including location and year of capture.

Repeated Measures Analysis of Variance (Spreadsheet1)					
Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
	SS	Degr. of freedom	MS	F	p
Location	24,66	1	24,66	0,24	0,62
Error	1201,93	12	100,16		
Year	2060,27	2	1030,13	20,68	<0,01
Year*Location	2,18	2	1,09	0,021	0,97
Error	1195,45	24	49,81		

u 53,0 % ulova (Graf 1.), dok je 46,1 % ulova pripadalo vrsti *Myodes glareolus* (šumska voluharica) (potporodica Arvicolinae). U uzorku jedna ulovljena jedinka pripadala je vrsti iz roda *Microtus* (Graf 1.). Preostalih 0,6 % uzoraka odnosilo se na dvije jedinke vrste *Sorex araneus* (šumska rovka) i jednu jedinku vrste *Glis glis* (sivi puh) (Graf 1.).

Na grafu 2 prikazane su razlike između indeksa gustoće sitnih glodavaca u godinama od 2012. do 2014. na oba lokaliteta te su i statistički potvrđene (Tablica 2. i 3.). Na oba lokaliteta indeks gustoće populacije pokazao se najvećim 2014. godine i statistički se razlikovao od rezultata dobivenih tijekom 2012. i 2013. godine (Tablica 3.). Između lovne godine 2012. i 2013. nisu pronađene statistički značajne razlike indeksa gustoće niti su pronađene razlike u usporedbama indeksa gustoće sitnih glodavaca između lokaliteta (Tablica 3.).

Na lokalitetu NP Plitvička jezera utvrđena je prisutnost dva hantavirusa, a na lokalitetu PP Medvednica prisutnost tri hantavirusa. Na oba lokaliteta potvrđen je hantavirus Puumala (PUUV) u jednkama šumske voluharice (*M. glareolus*) i hantavirus Dobrava (DOBV) u jednkama žutogrlog šumskog miša (*A. flavicollis*). Na lokalitetu PP Medvednica utvrđen je i hantavirus Seewis (SWSV) u jedinki šumske rovke (*Sorex araneus*). Ukupno je na lokalitetu NP Plitvička jezera 26,8 % obrađenih jedinki utvrđeno pozitivno na hantaviruse. Broj pozitivnih sitnih glodavaca na hantaviruse na lokalitetu NP Plitvička jezera bio je najizraženiji u 2014. godini (Graf 3.). Te godine je utvrđena najveća brojnost populacije sitnih glodavaca (N= 94), od kojih je 39,4 % bilo

**Tablica 3.** Rezultati LSD testa indeksa gustoće glodavaca po lokalitetu i lovnoj godini

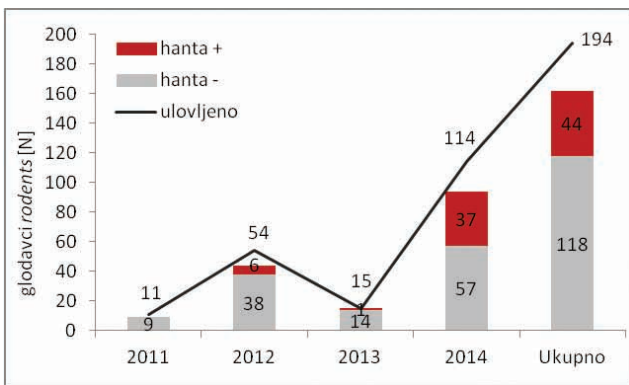
**Table 3** Results of LSD test for population density indices including location and year of capture.

LSD test; variable DV_1 (Spreadsheet1) Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between; Within; Pooled MS = 66,594, df = 31,942							
Location	Year	{1} – 9,16	{2} – 2,50	{3} – 19,16	{4} – 7,43	{5} – ,50	{6} – 18,25
1	Plitvice	2012	0,11	0,02	0,69	0,05	0,04
2	Plitvice	2013	0,11	<0,01	0,27	0,65	<0,01
3	Plitvice	2014	0,02	<0,01	0,01	<0,01	0,83
4	Medvednica	2012	0,69	0,27	0,01	0,06	<0,01
5	Medvednica	2013	0,05	0,65	<0,01	0,06	<0,01
6	Medvednica	2014	0,04	<0,01	0,83	<0,01	<0,01

pozitivno na hantaviruse. U 2012. godini utvrđeno je 13,6 % pozitivnih jedinki, dok u 2013. godini bila samo jedna pozitivna jedinka, a niti jedna u 2011. godini (Graf 3.). Na lokalitetu PP Medvednica utvrđena je niža zastupljenost pozitivnih jedinki na hantaviruse (22,8 %) u odnosu na lokalitet NP Plitvička jezera. Na lokalitetu PP Medvednica 2014. godine je obrađen najveći broj glodavaca (N= 145) od kojih je samo 7,6 % bilo pozitivno na hantaviruse (Graf 4.). U 2012. godini broj pozitivnih jedinki na hantaviruse iznosio je 40,2 % uzorka (Graf 4.).

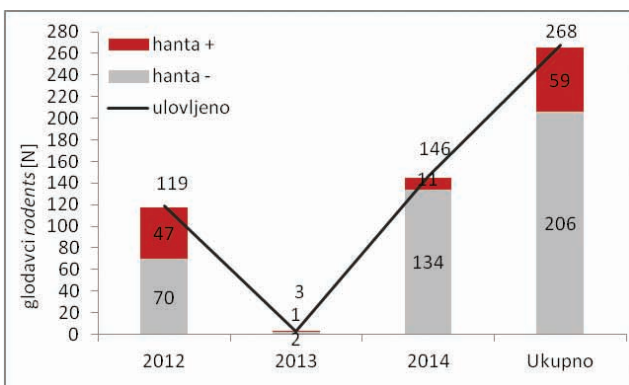
Za oba lokaliteta potvrđena je pozitivna korelacija između broja analiziranih i broja pozitivnih jedinki *A. flavicollis* na prisutnost virusa Dobrava (Pearsonov koeficijent korelacije  $r = 0,84$ ,  $p < 0,00$ ) (Graf 5.), kao i pozitivna korelacija između broja analiziranih i broja pozitivnih jedinki *M. glareolus* na prisutnost virusa Puumala (Pearsonov koeficijent korelacije  $r = 0,90$ ,  $p < 0,01$ ) (Graf 6.).

Analizirajući urod bukvice prikazan na grafu 7, vidljivo je da je on odstupao tijekom razdoblja istraživanja. Signifi-



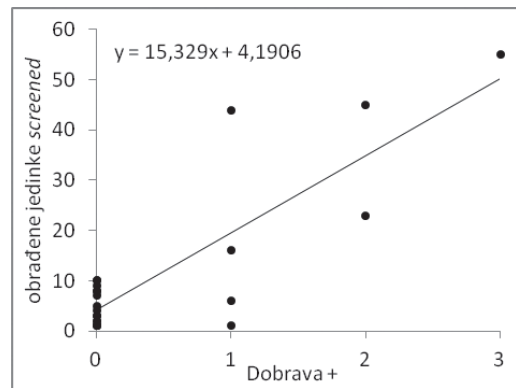
**Graf 3.** Prevalencija hantavirusa (DOB i PUUV) kod žutogrlog šumskog miša i šumske voluharice za sve lovne godine na lokalitetu NP Plitvička jezera.

**Graph 3** Hantavirus prevalence (DOB and PUUV) in yellow-necked mouse and bank vole for all years of capture in NP Plitvice lakes.



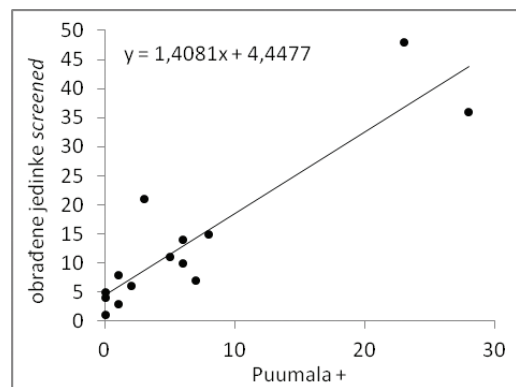
**Graf 4.** Prevalencija hantavirusa (DOB i PUUV) kod žutogrlog šumskog miša i šumske voluharice za sve lovne godine na lokalitetu PP Medvednica.

**Graph 4** Hantavirus prevalence (DOB and PUUV) in yellow-necked mouse and bank vole for all years of capture in NP Medvednica.



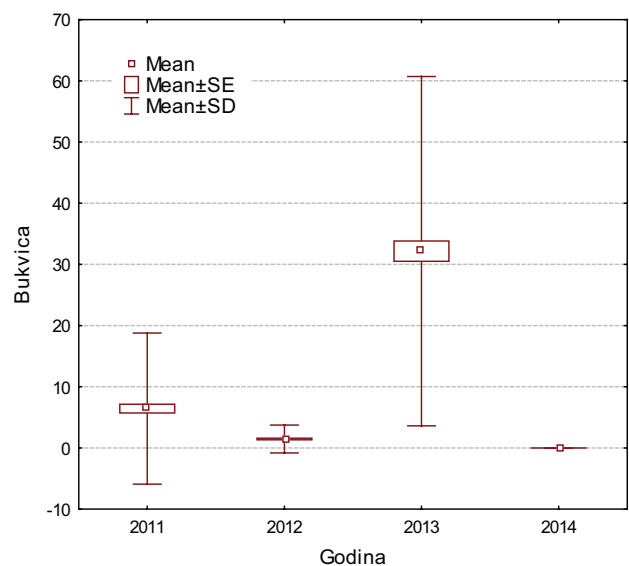
**Graf 5.** Linearna korelacija broja obrađenih i DOBV pozitivnih jedinki žutogrlog šumskog miša po izlovima za oba lokaliteta zajedno.

**Graph 5** Linear correlation of hantavirus screened and DOBV positive yellow-necked mice for both locations.



**Graf 6.** Linearna korelacija broja obrađenih i PUUV pozitivnih jedinki šumske voluharice po izlovima za oba lokaliteta zajedno.

**Graph 6** Linear correlation of hantavirus screened and PUUV positive bank voles for both locations.



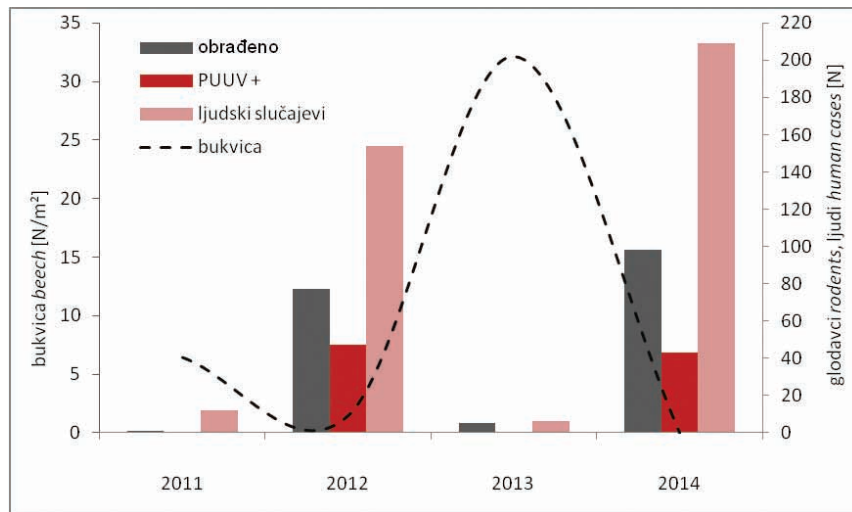
**Graf 7.** Aritmetička sredina izbrojane bukvice/m<sup>2</sup> po godinama za sve tri lovne plohe zbirno na lokalitetu NP Plitvička jezera.

**Graph 7** Mean values of beech cupules/m<sup>2</sup> over years on trapping sites in NP Plitvice lakes.



**Tablica 4.** Rezultati Kruskal-Wallis testa za usporedbu ukupno izbrojane bukvice/m<sup>2</sup> za sve lovne plohe zbirno na lokalitetu NP Plitvička jezera.  
**Table 4** Results of Kruskal-Wallis test for comparison of beech cupules/m<sup>2</sup> between years in NP Plitvice lakes.

Multiple Comparisons p values (2-tailed); Bukvica (Spreadsheet1) Independent (grouping) variable: Godina Kruskal-Wallis test: H (3, N= 1200) = 735,5878 p = 0,000				
	2011 – R:691,05	2012 – R:484,60	2013 – R:965,36	2014 – R:261,00
2011		<0,01	<0,01	<0,01
2012	<0,01		<0,01	<0,01
2013	<0,01	<0,01		<0,01
2014	<0,01	<0,01	<0,01	



**Graf 8.** Prikaz obrađenih i PUUV pozitivnih jedinki šumske voluharice za sve lovne godine s oba lokaliteta, uključujući urod bukvice mjereno na lokalitetu NP Plitvička jezera i broj oboljelih od mišje groznice (HVBS) u Republici Hrvatskoj (izvor: HZJZ).

**Graph 8** Data of hantavirus screened and PUUV positive bank voles over trapping years from both locations including beech production measured in NP Plitvice lakes and human cases of HFVS from public health records in Croatia.

kantno je najveći urod bukvice zabilježen 2013. godine (prosječno 32.16 bukvice/m<sup>2</sup>). U 2014. godini urod bukvice je u potpunosti izostao na sve tri lovne plohe, dok je 2012. godine bio izrazito slab (prosječno od 1.46 bukvice/m<sup>2</sup>), dok je u 2011. godini zabilježen signifikantno veći urod u usporedbi s 2012. godinom, ali signifikantno manji u usporedbi s 2013. godinom (Tablica 4.).

Broj osoba oboljelih mišjom groznicom u Republici Hrvatskoj (izvor: HZJZ) u godinama kada su obavljena istraživanja na lokalitetima PP Plitvička jezera i PP Medvednica pokazuje isti trend kao i brojnost populacije glodavca i prevalencija virusa Puumale kod šumske voluharice (Graf 8.). U godini 2012. i 2014. kojima su prethodile godine povišenog uroda bukvice jasno se raspoznaje porast populacija šumske voluharice, povećan broj Puumala (PUUV) pozitivnih jedinki i povećan broj slučajeva zaraze Puumala virusom kod ljudi (Graf 8.).

## RASPRAVA I ZAKLJUČCI DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Rezultati istraživanja pokazali su dominantnost vrsta *A.flavicollis* (žutogri šumski miš) i *M.glareolus* (šumska vo-

luharica) u istraživanim šumama obične bukve. Ove vrste tipični su stanovnici šumskih ekosustava Europe. *A. flavicollis* pojavljuju se do 1850 m nadmorske visine (Spitzenberger 2002), a *M. glareolus* i do 2400 m (Spitzenberger 1999). Drugi autori također bilježe žutogrglog šumskog miša i šumsku voluharicu kao dominantne vrste glodavaca u bukovim šumama (Jensen 1985, Pucek i dr. 1993, Suchomel i dr. 2014). Podaci analiza sitnih glodavaca na različite hantaviruse na lokalitetima NP Plitvička jezera i PP Medvednica pokazali su prisutnost tri hantavirusa Puumala (PUUV), Dobrava (DOBV) i Seewis (SWSV). U ovom istraživanju potvrđen je prvi nalaz Seewis (SWSV) virusa u Republici Hrvatskoj (Svoboda i dr. in prep). Iako mnogi hantavirusi mogu uzrokovati bolesti kod ljudi koje se prenose inhalacijom virusom kontaminiranog aerosola, još uvijek je nepoznanica da li hantavirusi iz rovki mogu inficirati ljude. Podaci dobiveni o prevalenciji Dobrava i Puumala virusa pokazuju veću zastupljenost Puumale u 25 % ulova šumske voluharice, dok je Dobrava zastupljena u svega 5 % ulova žutogrglog šumskog miša. Rezultati se podudaraju sa sličnim istraživanjima koja su obavljena u drugim europskim državama koje bilježe nižu prevalenciju Dobrava virusa (Klempa 2004., Rizzoli i dr. 2015.) u usporedbi s pre-

valencijom Puumale (Olsson i dr. 2002., Heyman i dr. 2012.). Periodičnost uroda obične bukve prati periodičnost pojavnosti sitnih glodavaca, čiji se porasti populacija bilježe u godini nakon obilnog uroda šumskog sjemena. Brojna istraživanja pokazala su pozitivan utjecaj uroda šumskog sjemena na porast šumskih glodavca (Jensen 1982., Pucek i dr. 1993., Wolff 1996., Crespini i dr. 2002., Jensen i dr. 2012.). Urod šumskog sjemena u jesen omogućava glodavcima produljenje sezone razmnožavanja (Boutin 1990., Löfgren i dr. 1996., Verhagen i dr. 2000.). U listopadnim šumama Europe sezona razmnožavanja glodavaca traje od travnja do listopada, a u godinama punog uroda bukve razmnožavanje se može nastaviti i kroz zimu, što rezultira povišenom brojnošću glodavca već u rano proljeće (Zejda 1962., Smyth 1968., Andrzejewski 1975., Bäumler 1981., Jensen 1982., Wolff 1996.). Slični rezultati koji pokazuju povezanost uroda bukvice i povećane brojnosti populacija šumskih glodavaca dobiveni su i u ovome radu..

Brojni su autori istraživali povezanost dinamike populacija sitnih glodavaca s varijabilnošću broja zaraženih ljudi (epidemija) (Niklasson i dr. 1995., Mills i Childs 1998., Bernshtein i dr. 1999., Heyman i dr. 2001., Rose i dr. 2003., Olsson i dr. 2003., Ostfeld i dr. 2006., Heyman i dr. 2008., Kallio i dr. 2009., Meerburg i dr. 2009., Heyman i dr. 2012., Tadin i dr. 2014.), što se potvrdilo i ovim istraživanjem. Dvije dominantne vrste šumskih glodavca (*A. flavicollis* i *M. glareolus*) na istraživanim lokalitetima pokazali su 99 % zastupljenosti u ukupnome ulovu te su obje vrste domaćini Puumala i Dobrava virusa i kao takve predstavljaju povećani rizik za ljudsko zdravlje. Epidemije HVBS nerijetko prate ratne sukobe, a rizične skupine su vojnici, šumski radnici, poljoprivrednici, izletnici (Petričević i dr. 1989., Ropac i dr. 1991., Sibold i dr. 1999., Gill i dr. 2000., Kuzman i Markotić 2002., Ledina i dr. 2002., Mulić i Ropac 2002., Bjedov i dr. 2011., Mertens i dr. 2011.). U istraživanjima je utvrđena poveznica između uroda bukvice, porasta populacija sitnih glodavaca, te prevalencije hantavirusa i epidemije HVBS-om. Šumske sastojine obične bukve u kojima je provedeno istraživanje, zbog male biološke raznolikosti sitnih glodavaca, predstavljaju područja povećanog rizika zaraze u Hrvatskoj.

## LITERATURA REFERENCES

- Andrzejewski, R., 1975: Supplementary food and winter dynamics of bank vole populations. *Acta Theriol* 20: 23-40.
- Animal Care and Use Committee., 1998. Guidelines for the capture, handling, and care of mammals as approved by the American Society of Mammalogists. *J Mammal*. 79: 1416-1431.
- Avšič-Županc, T., M. Petrovec, P. Furlan, R. Kaps, F. Elgh, A. Lundkvist, 1999: Hemorrhagic fever with renal syndrome in Dolenjska region of Slovenia – a 10 year survey. *Clin Infect Dis*. 28: 860-5.
- Bäumler, W., 1981: Zur Verbreitung, Ernährung und Populationsdynamik der Rötelmaus (*Clethrionomys glareolus*) und der Gelbhalsmaus (*Apodemus flavicollis*) in einem Waldgebiet der Bayerischen Alpen. *Anz. Schadlingskde*. 54: 49-53.
- Bernshtein, A.D., N.S. Apekina, T.V. Mikhailova, Y.A. Myasnikov, L.A. Khlyap, Y.S. Korotkov, I.N. Gabrilovskaya, 1999: Dynamics of Puumala hantavirus infection in naturally infected bank voles (*Clethrionomys glareolus*). *Arch Virol*. 144:2415-2428.
- Bi, Z., P.B. Formenty, C.E. Roth, 2008: Hantavirus infection: A review and global update. *J Infect Dev Ctries*. 2:3-23.
- Bishop, D.H., C.H. Calisher, J. Casals, M. P. Chumakov, S. Y. Gaidamovich, C. Hannoun, D. K. Lvov, I. D. Marshall, N. Okerblom, R.F. Pettersson, J. S. Porterfield, P.K. Russell, R.E. Shope, E.G. Westaway, 1980: Bunyaviridae. *Intervirology*. 14:125-143.
- Bjedov, L., J. Margaletić, M. Vucelja, M. Miletić-Medved, I. Matijević, L. Cvetko Krajinović, A. Markotić, 2011: Hantavirus infections in forestry workers. *Book of Abstracts – 8th EVP/MC*. 208-209
- Boutin, S., 1990: Food supplementation experiments with terrestrial vertebrates: patterns, problems and the future. *Can J Zool*. 68: 203-220.
- Colleen, B.J, L.T.M. Figueiredo, O. Vapalahti, 2010: A Global Perspective on Hantavirus Ecology, Epidemiology, and Disease. *Clin. Microbiol. Rev*. 23(2):412.
- Crespini, L., R.Verhagen, N.C. Stenseth, N.G. Yoccoz, A.C. Prévot-Julliard, J.D. Lebreton, 2002: Survival in fluctuating bank vole populations: seasonal and yearly variations. *Oikos*. 98: 467-479.
- Drobyshev, I., R. Overgaard, I. Saygin, M. Niklasson, T. Hickler, M. Karlsson, M.T. Sykes, 2010: Masting behaviour and dendrochronology of European beech (*Fagus sylvatica* L.) in southern Sweden. *For. Ecol. Manage*. 259: 2160-2171.
- Fenner, F., 1975: The classification and nomenclature of viruses. Summary of results of meetings of the International Committee on Taxonomy of Viruses in Madrid, September 1975. *Intervirology* 6:1-12.
- Gill, R.M.A. 1992: A review of damage by mammals in north temperate forests. 2. Small mammals. *Forestry*. 65:281-308.
- Grodziński, W., K. Sawicka-Kapusta, 1970: Energy Values of Tree-Seeds Eaten by Small Mammals. *Oikos*. 21: 52-58.
- Hille, S., H. Rödel, 2013: Small scale altitudinal effects on reproduction in bank voles. *Mamm Biol*. 79: 90-95.
- Heyman, P., T. Vervoort, S. Escutenaire, E. Degraeve, J. Konings, C. Vandenvelde, R. Verhagen, 2001: Incidence of hantavirus infections in Belgium. *Virus Res*. 77: 71-80.
- Heyman, P., A. Vaheri; ENIVD Members. 2008: Situation of hantavirus infections and haemorrhagic fever with renal syndrome in European countries as of December 2006. *Euro Surveill*. Jul 10;13(28).
- Heyman, P., A. Vaheri, A. Lundkvist, T. Avšič-Županc, 2009: Hantavirus infections in Europe: From virus carriers to a major public-health problem. *Expert Rev Anti Infect Ther*. 7:205-217.
- Heyman, P., B.R. Thoma, J.L. Marié, C. Cochez, S.S. Essbauer, 2012: In search for factors that drive hantavirus epidemics. *Front. Physiol*. 3:237.
- Hilton, G.M., J.R. Packham, 1997: A sixteen-year record of regional and temporal variation in the fruiting of beech (*Fagus sylvatica* L.) in England (1980-1995.) *Forestry*. 70: 7-16.

- Holmesgaard, E., H.C. Olsen, 1960: Vejrets indflydelse på bogens frugtsætning. Statens Forstlige Forsogsvesen. 26: 345-370.
- Jensen, T.S., 1982: Seed production and outbreaks of non-cyclic rodent populations in deciduous forests. Oecol. 54: 184-192.
- Jensen, T.S., 1985: Seed-seed predator interactions of European beech, *Fagus sylvatica* and forest rodents, *Clethrionomys glareolus* and *Apodemus flavicollis*. Oikos 44: 149-156.
- Jensen, P.G., C. Demers, S. McNulty, W. Jakubas, M.M. Humphries, 2012: Responses of marten and fisher to fluctuations in prey populations and mast crops in northern hardwood forest. J. Wildl. Manag. 76:489-502.
- Jones, K.E., N.G. Patel, M.A. Levy, A. Storeygard, D. Balk, J.L. Gittleman, P. Daszak, 2008: Global trends in emerging infectious diseases. Nature. 451, 990-993.
- Kallio, E.R., M. Begon, H. Henttonen, E. Koskela, T. Mappes, A. Vaheri, O. Vapalahti, 2009: Cyclic hantavirus epidemics in humans – predicted by rodent host dynamics. Epidemics. 1:101-107.
- Klempa, B., 2004: Dobrava and Tula hantaviruses from Central Europe: molecular evolution and pathogenic relevance (Dissertation) Humboldt Universität, Berlin.
- Kuzman, I., A. Markotić, D. Turčinov, I. Beus, 1997: Outbreak of hemorrhagic fever with renal syndrome in Croatia in 1995. Lijec Vjesn. 119: 311-5.
- Kuzman, I., A. Markotić, 2002: Velika epidemija hemoragične vrućice sa bubrežnim sindromom (HVBS) u Hrvatskoj (prvo priopćenje). Infektol glas. 22: 77-9.
- Kuzman, I., I. Petričević, 2003: Virusne hemoragijske vrućice. U: Vrhovac B. i sur., ur. Interna medicina. zagreb: Naklada Ljevak. 1515-8.
- Ledina, D., N. Bradarić, B. Borčić, B. Turković, I. Ivić, J. Bakić, M. Erceg, N. Tvrtković, 2002: Dinara – new natural focus of hemorrhagic fever with renal syndrome in Croatia. Croat Med J. 43: 576-80.
- Lelouarn, H., A. Schmitt, 1972: Relations observees entre la production de faines et la dynamique de population du mulot, *Apodemus sylvaticus* L. en forêt de Fontainebleau. Ann. Sci. Forest. 30: 205-214.
- Löfgren, O., B. Hörnfeldt, U. Eklund, 1996: Effect of supplemental food on a cyclic *Clethrionomys glareolus* population at peak density. Acta Theriol. 41: 383-394.
- Margaletić, J. 1998: Rodents and their harmful effects on Turopoljski lug (Turopolje Grove) and on Croatian forests. Glas. šum. pokuse. 35:143-189.
- Margaletić, J., M. Božić, M. Grubešić, M. Glavaš, W. Bäumlner, 2005: Distribution and abundance of small rodents in Croatian forests. J Pest Sci. 78(2): 99-103.
- Markotić, A., L. Cvetko Krajnović, J. Margaletić, N. Turk, M. Miletić-Medved, L.J. Žmak, M. Janković, I.C. Kurolt, S. Šoprek, O. Đaković Rode, Z. Milas, I. Puljiz, D. Ledina, M. Hukić, I. Kuzman, 2009: Zoonoses and vector-borne diseases in Croatia – a multidisciplinary approach. Vet Ital. 45:55-66.
- Markotić, A., S.T. Nichol, I. Kuzman, A.J. Sanchez, T.G. Ksiazek, A. Gagro, S. Rabatić, R. Zgorelec, T. Avšič-Županc, I. Beus, D. Dekaris, 2002: Characteristics of Puumala and Dobrava infections in Croatia. J Med Virol. 66: 542-51.
- Matthews, J.D., 1955: The influence of weather on the frequency of beech mast years in England. Forestry. 28: 107-16.
- Meerburg, B.G., G.R. Singleton, A. Kijlstra, 2009: Rodent-borne diseases and their risks for public health. Crit Rev Microbiol. 35: 221-270.
- Mertens, M., J. Hofmann, R. Petraityte-Burneikiene, M. Ziller, K. Sasnauskas, R. Friedrich, O. Niederstrasser, D.H. Krüger, M.H. Groschup, E. Petri, S. Werdermann, R.G. Ulrich, 2011: Seroprevalence study in forestry workers of a non-endemic region in eastern Germany reveals infections by Tula and Dobrava-Belgrade hantaviruses. Med Microbiol Immunol. 200:263-268.
- Milesescu, I., A. Alexe, H. Nicovescu, P. Suciuc, 1967: Fagul. [Beech]. – Editura Agro-Silvica, Bucuresti, 581 pp.
- Mills, J.N., J.E. Childs, 1998. Ecologic studies of rodent reservoirs: their relevance for human health. Emerg Infect Dis. 4:529-537.
- Mulić, R., D. Ropac, 2002: Epidemiologic characteristics and military implications of hemorrhagic fever with renal syndrome in Croatia. Croat Med J. 43: 581-6.
- Nielsen, P.C., M. Schaffalitzky De Muckadell, 1954: Flower observations and controlled pollinations in *Fagus*. Silvae Genetica. 3: 6-17.
- Niklasson, B., B. Hörnfeldt, Å. Lundkvist, S. Björsten, J. Leduc, 1995: Temporal dynamics of Puumala virus antibody prevalence in voles and of nephropathia epidemica incidence in humans. Am. J. Trop. Med. Hyg. 53, 134-140.
- Olsson, G.E., N., White, C. Ahlm, F. Elgh, A.C. Verlemyr, P. Juto, R.T. Palo, 2002: Demographic Factors Associated with Hantavirus Infection in Bank Voles (*Clethrionomys glareolus*). Emerg Infect Dis. 8 (9): 924-929.
- Olsson, G.E., F. Dalerum, B. Hornfeldt, 2003: Human hantavirus infections, Sweden. Emerg Infect Dis. 9:1395-1401.
- Ostfeld, R.S., R.D. Holt, 2004: Are predators good for your health? Evaluating evidence for top-down regulation of zoonotic disease reservoirs. Front. Ecol. Environ. 2, 13-20.
- Ostfeld, R.S., C.D. Canham, K. Oggenfuss, R.J. Winchcombe, F. Keesing, 2006. Climate, deer, rodents, and acorns as determinants of variation in Lyme-disease risk. PLoS. Biol. 4(6): 1058-1068.
- Övergaard, R., P. Gemmel, M. Karlsson, 2007: Effects of weather conditions on mast year frequency in beech (*Fagus sylvatica* L.) in Sweden. Forestry. 80(5): 555-565.
- Paule, L., M. Križo, J. Pagan, 1984: Genetics and improvement of common beech (*Fagus sylvatica* L.). Ann. Forest. 11(1):1-26.
- Petričević, I., A. Gligić, A. Beus, V. Škerk, 1989: Kliničke i epidemiološke značajke hemoragijske groznice s bubrežnim sindromom (HGBS). Lijec Vjesn. 111: 67-71.
- Plyusnina, A., L.C. Krajnović, J. Margaletić, J. Niemimaa, K. Nemirov, A. Lundkvist, A. Markotić, M. Miletić-Medved, T. Avšič-Županc, H. Henttonen, A. Plyusnin, 2011: Genetic evidence for the presence of two distinct hantaviruses associated with *Apodemus* mice in Croatia and analysis of local strains. J Med Virol. 83: 108-14.
- Pucek, Z., W. Jędrzejewski, B. Jędrzejewska, M. Pucek, 1993: Rodent population dynamics in a primeval deciduous forest (Białowieża National Park) in relation to weather, seed crop, and predation. Acta Theriol. 38:199-232.
- Rizzoli, A., V. Tagliapietra, R. Rosà, H. C. Hauffe, G. Marini, I. Voutilainen, T. Sironen, C. Rossi, D. Arnoldi, H. Henttonen, 2015: Recent increase in prevalence of antibodies to Dobrava-



- Belgrade virus (DOBV) in yellow-necked mice in northern Italy. *Epidemiol Infect.* 143(10):2241-4.
- Ropac, D., V. Popović, J. Baltić, T. Kopbetić, G. Komatina, A. Gligić, 1991: Epidemiološki i klinički podaci o epidemiji hemoragijske groznice s bubrežnim sindromom. *Med Jad.* 21: 107-14.
  - Rose, A.M.C., O. Vapalahti, O. Lyytikäinen, P. Nuorti, 2003. Patterns of Puumala virus infection in Finland. *Eurosurv Monthly.* 8:9-13.
  - Rudolf, P.O., W.B. Leak, 1974: *Fagus L. Beech* - in Schopmeyer C. S. (ed.). *Seeds of woody plants in the Unated States.* U.S. Dept. Agric. Forest service, Washington. pp. 401-405.
  - Schmaljohn, C., B. Hjelle, 1997: Hantaviruses. A global disease problem. *Emerg Infect Dis.* 3: 95-104.
  - Schmaljohn, C.S., J.W. Hooper, 2001: Bunyaviridae: the viruses and their replication, p. 1581-1602. In: Knipe, D.M., P.M. Howley, D.E. Griffin, R.A. Lamb, M.A. Martin, B. Roizman, S. E. Straus, (ed.), *Fields virology*, 4th ed., vol. 2. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, PA.
  - Sibold, C., H. Meisel, A. Lundkvist, A. Schulz, F. Cifire, R. Ulrich, O. Kozuch, M. Labuda, D.H. Krüger, 1999: Short report: Simultaneous occurrence of dobrova, puumala, and tula hantaviruses in slovakia. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 61(3): 409-411.
  - Sironen, T., A. Vaheri, A. Plyusnin, 2005: Phylogenetic evidence for the distinction of Saaremaa and Dobrava hantaviruses. *Virology J.* 2:90.
  - Smyth, M., 1966: Winter breeding in woodland mice, *Apodemus sylvaticus* and voles, *Clethrionomys glareolus* and *Microtus agrestis*, near Oxford. *J. Anim. Ecol.* 35: 471- 485.
  - Spitzenberger, F., 1999: *Clethrionomys glareolus*. In: Mitchell-Jones, A.J., G. Amori, W. Bogdanowicz, B. Kryštufek, P.J.H. Reijnders, F. Spitzenberger, M. Stubbe, J.B.M. Thissen, V. Vohralík, J. Zima, (eds), *The Atlas of European Mammals*, Academic Press, London, UK.
  - Spitzenberger, F., 2002: Die Säugetierfauna Österreichs. – Grüne Reihe 13. – Wien: BMLFUW: 895
  - Stenseth, N.C., H. Leirs, A. Skonhøft, S.A. Davis, R.P. Pech, H.P. Andreassen, G.R. Singleton, M. Lima, R.S. Machang'u, R.H. Makundi, Z. Zhang, P.R. Brown, X. Wan, 2003. Mice, rats, and people: the bio-economics of agricultural rodent pests. *Front Ecol Environ.* 1:367-375.
  - Suchomel, J., L. Purchart, L. Cepelka, M. Heroldová, 2014: Structure and diversity of small mammal communities of mountain forests in Western Carpathians. *Eur J Forest Res.* 133(3):481-490.
  - Svoboda P., I.C. Kurolt, L. Bjedov, Z. Štritof Majetić, J. Margaletić, A. Markotić. (In prep.) First molecular evidence of shrew-borne Seewis virus in Croatia. *Virus Res.*
  - Tadin, A., L. Bjedov, J. Margaletić, B., Zibrat, L. Cvetko Krajinović, P. Svoboda, I.C. Kurolt, Z. Štritof Majetic, N. Turk, O. Đaković Rode, R. Čivljak, I. Kuzman, A. Markotić, 2014: High infection rate of bank voles (*Myodes glareolus*) with Puumala virus is associated with a winter outbreak of haemorrhagic fever with renal syndrome in Croatia. *Epidemiol Infect.* 142(9): 1945-51.
  - Trinajstić, I. 2003: Taksonomija, morfologija i rasprostranjenost obične bukve. U: Obična bukva (*Fagus sylvatica* L.) u Hrvatskoj. Akademija šumarskih znanosti, 393 – 405, Zagreb.
  - Vapalahti, O., J. Mustonen, A. Lundkvist, H. Henttonen, A. Plyusnin, A. Vaheri, 2003: Hantavirus infections in Europe. *Lancet Infect Dis.* 3: 653-61.
  - Verhagen R., H. Leirs, W. Verheyen, 2000: Demography of *Clethrionomys glareolus* in Belgium. *Pol.J.Ecol.* 48: 113-123.
  - Vidaković, M., J. Franjić, 2003: Razmnožavanje obične bukve. U: Obična bukva (*Fagus sylvatica* L.) u Hrvatskoj. Akademija šumarskih znanosti, 264- 272, Zagreb.
  - Watt, A.S., 1923: On the ecology of British beechwoods with special reference to their regeneration. *J. Ecol.* 11: 1-48
  - Wolff, J.O., 1996: Population fluctuations of mast-eating rodents are correlated with production of acorns. *J Mammal.* 77: 850-856.
  - Yates, T.L., J.N. Mills, C.A. Parmenter, T.G. Ksiazek, R.R. Parmenter, J.R. Vandecastle, 2002: The ecology and evolutionary history of an emergent disease: hantavirus pulmonary syndrome. *BioScience.* 52: 989-998.
  - Young, H.S., R. Dirzob, K.M. Helgenc, D.J. McCauleya, S.A. Billeterd, M.Y. Kosoyd, L.M. Osikowiczd, D.J. Salkelde, T.P. Youngg, K. Dittmarh, 2014: Declines in large wildlife increase landscape-level prevalence of rodent-borne disease in Africa. *PNAS.* 111 (19): 7036-7041.
  - Zejda, J., 1962: Winter breeding in the bank vole (*Clethrionomys glareolus* Schreb.). *Zool. Listy,* 11:309-321.

## Summary

The European beech (*Fagus sylvatica* L.) is at present considered to be the most common economically important and widespread tree species in Europe. In contrast to other tree species and economically important species in Croatia European beech has the largest areal and can be found in variety of plant communities. As the most specious and widely distributed mammalian group, rodents are the wildlife reservoir for many zoonoses which can infect humans and other wildlife. Rodent outbreaks tend to follow years with increased seed production of oak and beech. Many authors have linked fluctuations in abundance of rodent reservoirs with increase of human zoonotic infections. Aim of this research is monitoring of rodent populations and hantaviruses in beech forests. At two locations (National park Plitvice lakes and Nature park Medvednica) seven trapping plots were set, each containing 1 or 2 grids size 100m x 100m (100 traps). Rodent capturing was done from year 2011 until 2014 in summer and autumn. Beech mast was recorded in NP Plitvice lakes each year in autumn. Trapped rodents were screened for hantaviruses. Results show two dominant rodent species, yellow-necked mouse (*Apodemus flavicollis*) and bank vole (*Myodes glareolus*) in beech forests of NP Plitvice and NP Medvednica. Both species make 99 % of total captures. Rodent abundance showed increase in year 2012 and outbreak in year 2014 measuring on one grid max abundance of 45 animals/ha, whereas year 2011

and 2013 had lowest abundance. In beech forests of National Park Plitvice lakes and Nature Park Medvednica 3 different hantaviruses were found within their typical rodent host species: Puumala (PUUV) in bank voles (*Myodes glareolus*), hantavirus Dobrava (DOBV) in yellow-necked mouse (*Apodemus flavicollis*) and Seewis (SWSV) in common shrew (*Sorex araneus*) which makes first molecular evidence of shrew-borne Seewis virus in Croatia. Highest infection rate was found in bank voles with 50 % of Puumala positive individuals. Dobrava was found in 5 % of trapped yellow-necked mouse. In 2011 there was slight increase in beech seed production reported in comparison to year 2012 and 2014. In year 2013 beech seed production was the highest with mean beech seeds/m<sup>2</sup> 23x higher than in year 2012. From the rodent abundance and beech mast data we see the trend of mast years being followed with high rodent abundance. Highest proportion of hantavirus positive rodents was found in year 2014 when their abundance was also reported highest. From this data the connection of beech mast year and rodent abundance following next year as well as high infection rates of rodents is confirmed. In same years with increased rodent abundance there was high number of human HFRS cases (hemorrhagic fever with renal failure syndrome).

---

**KEY WORDS:** small mammals, European beech, beech mast, hantaviruses

# POUZDANOST PROCJENE STANJA ISHRANE HRASTA LUŽNJAKA (*Quercus robur* L.) S DUŠIKOM POMOĆU PRIJENOSNOG KLOOROFILMETRA CCM-200

## ESTIMATION OF NITROGEN NUTRITION OF PEDUNCULATE OAK (*Quercus robur* L.) USING A PORTABLE CHLOROPHYLL METER CCM-200

Krunoslav SEVER<sup>1</sup>, Matija HRUST<sup>2</sup>, Željko ŠKVORC<sup>1</sup>, Saša BOGDAN<sup>1</sup>, Ivan SELETKOVIĆ<sup>3</sup>, Nenad POTOČIĆ<sup>3</sup>, Jozo FRANJIĆ<sup>1</sup>

### Sažetak

U radu je istražen potencijal prijenosnog optičkog klorofilmetra CCM-200 (Opti-Sciences, Tyngsboro, MA, USA) u svrhu utvrđivanja stanja ishrane hrasta lužnjaka s dušikom na temelju uzorkovanja različitih tipova lišća (lišće proljetnih i sekundarnih izbojaka). Istraživanje je provedeno na 30 biljaka uzgajanih u pokusnom nasadu tijekom dva vegetacijska razdoblja (2009. i 2010. godine). Meteorološke prilike i gnojidbeni tretman koji je bio proveden u rano proljeće 2009. godine uvjetovali su razlike između istraživanih godina s obzirom na razvoj izbojaka tijekom tercijarnoga porasta (što predstavlja potencijalni pokretač translokacije dušika u krošnjama istraživanih biljaka). Na temelju lišća proljetnih i sekundarnih izbojaka, uzorkovanoga u srpnju i rujnu 2009. i 2010. godine konstruirano je ukupno osam kalibracijskih jednadžbi. Te jednadžbe pouzdano opisuju ( $p < 0,001$ ) odnos između klorofilnoga indeksa izmjenenoga pomoću klorofilmetra i koncentracije ukupnoga dušika u lišću proljetnih i sekundarnih izbojaka s obzirom na vrijeme uzorkovanja. Pomoću ANCOVA-e ispitan je utjecaj tipa uzorkovanoga lišća na homogenost parametara kalibracijskih jednadžbi (Y-odsječaka i nagiba pravaca) s obzirom na vrijeme uzorkovanja. Tip lišća nije značajno utjecao na nagibe pravaca, ali značajno je utjecao na njihove Y-odsječke u tri od ukupno četiri promatrana vremena uzorkovanja. Homogenost parametara kalibracijskih jednadžbi konstruiranih na temelju različitih tipova lišća utvrđena je samo u rujnu 2009. godine, kada je pod utjecajem produkcije tercijarnih izbojaka došlo do izjednačenja koncentracije ukupnoga dušika u oba tipa uzorkovanoga lišća. Prema tomu, jednom konstruiranu kalibracijsku jednadžbu nije moguće istovremeno koristiti za preciznu procjenu ukupne koncentracije dušika u različitim tipovima lišća. Takav rezultat dovodi u pitanje praktičnost i pouzdanost procjene stanja ishrane hrasta lužnjaka s dušikom pomoću klorofilmetra CCM-200.

**KLJUČNE RIJEČI:** Indeks relativnog sadržaja klorofila u lišću, tercijarni porast, dinamika dušika u lišću, parametri kalibracijske jednadžbe

<sup>1</sup> Dr. sc. Krunoslav Sever, Izv. prof. dr. sc. Željko Škvorc, Izv. prof. dr. sc. Saša Bogdan, prof. dr. sc. Jozo Franjić, Šumarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Svetošimunska 25, HR-10000 Zagreb

<sup>2</sup> Matija Hrust, mag. ing. silv., Kralja Zvonimira 97, HR-34310, Pleternica

<sup>3</sup> Dr. sc. Ivan Seletković, Dr. sc. Nenad Potočić, Hrvatski šumarski institut, Cvjetno naselje 41, HR-10450, Jastrebarsko

Korespondencija: Krunoslav Sever, e-mail: ksever@sumfak.hr



## UVOD INTRODUCTION

Principi rada i konstrukcija prijenosnih optičkih klorofilmetara CCM-200 (Opti-Sciences, Tyngsboro, Massachusetts, USA) i SPAD-502 (Minolta Camera Co., Osaka, Japan) prilagođeni su jednostavnoj i brznoj procjeni ukupnoga sadržaja klorofila u lišću biljaka (Cate i Perkins 2003; Van den Berg i Perkins 2004; Silla i dr. 2010). Uz to, spomenuti klorofilmetri do sada su mnogo puta opisani kao potencijalno korisni alati za procjenu ukupnog sadržaja i/ili koncentracije dušika (N) u lišću velikoga broja poljoprivrednih kultura (Wood i dr. 1992; Bullock i Anderson 1998; Rodriguez i Miller 2000; Jifon i dr. 2005; Rostami i dr. 2008) i nekoliko vrsta šumskoga drveća (Loh i dr. 2002; Chang i Robison 2003; Van den Berg i Perkins 2004; Percival i dr. 2008).

Da bi se klorofilmetar mogao uspješno koristiti u tu svrhu, nužno je konstruirati kalibracijske jednadžbe (regresijske jednadžbe) koje pouzdano opisuju odnos između indeksa relativnog sadržaja ukupnih klorofila u lišću (eng. *Chlorophyll Content Index* – CCI) očitana pomoću klorofilmetra i ukupne količine N u lišću, utvrđene nekom od standardnih laboratorijskih metoda (Loh i dr. 2002; Chang i Robison 2003; Van den Berg i Perkins 2004; Percival i dr. 2008). U tom slučaju, pozitivna korelacija između CCI očitavanja i ukupnoga N u lišću počiva na uskoj vezi između količine klorofila u lišću i N koji gradi proteine koji povezuju molekule klorofila s tilakoidnim membranama kloroplasta (Jifon i dr. 2005). Međutim, uz N koji gradi klorofilno-proteinske komplekse, ukupnu količinu N u lišću predstavlja i N koji gradi ostale strukturne i metaboličke komponente lišća (Yasumura i dr. 2006; Funk i dr. 2013). Unatoč tomu, u dosadašnjim istraživanjima regresijskom analizom dokazana je snažna veza između CCI-a i ukupnog sadržaja i/ili koncentracije N u lišću šumskoga drveća (Loh i dr. 2002.; Chang i Robison 2003; Van den Berg i Perkins 2004; Percival i dr. 2008). Na temelju toga, klorofilmetar se smatra potencijalno korisnim alatom za brzu, jednostavnu, jeftinu i nedestruktivnu procjenu ukupnoga sadržaja i/ili koncentracije N u lišću šumskoga drveća.

Hrast lužnjak pripada skupini šumskoga drveća koja ima vrlo izraženu sposobnost sukcesivne produkcije izbojaka s pripadajućim lišćem u više navrata tijekom vegetacijskoga razdoblja (Le Hir i dr. 2005; Spiess i dr. 2012; Kuster i dr. 2014). S obzirom na to, tijekom vegetacijskoga razdoblja u krošnji su često puta istovremeno zastupljeni različiti tipovi lišća s obzirom na vrijeme razvoja (proljeće ili ljeto), odnosno pripadnost pojedinom tipu izbojaka (lišće proljetnih izbojaka, lišće sekundarnih izbojaka, lišće tercijarnih izbojaka itd.). Kod vrsta iz roda *Quercus* lišće proljetnih i sekundarnih izbojaka može se značajno razlikovati u antomskoj građi i fiziološkim značajkama (Ueda i dr. 2009). S obzirom na način utvrđivanja ukupne koncentracije N u lišću pomoću

optičkog klorofilmetra upravo bi fiziološke značajke lišća mogle značajno utjecati na mogućnost njegove praktične primjene u svrhu procjene ishranjenosti hrasta lužnjaka s N.

Naime, šumsko listopadno drveće posjeduje vrlo učinkovit mehanizam unutrašnje translokacije N tijekom vegetacijskoga razdoblja (Yasumura i dr. 2002; Cantón i dr. 2005; Millard i Grelet 2010; Ueda i dr. 2011). Okidače koji pokreću proces translokacije N često puta predstavlja sukcesivna produkcija izbojaka tijekom vegetacijskoga razdoblja. Primjerice, tijekom vegetacijskoga razdoblja N se obično iz starijega lišća (razvijenoga u proljeće) premješta u mlađe izbojke s pripadajućim lišćem (Ueda i dr. 2009) koji se pod utjecajem povoljnih okolišnih prilika mogu pojaviti tijekom ljeta (Kozłowski i Pallardy 2008; Kuster i dr. 2014). Pritom fiziološki procesi translokacije ne utječu jednako na N ugrađen u svim komponentama lišća. Primjerice, N u klorofilno-proteinskim kompleksima koji je usko povezan sa CCI očitavanjima rezistentniji je na translokaciju nego N ugrađen u ostale metaboličke komponente lišća (Mae 2004). U skladu s tim možemo pretpostaviti da se odnos između CCI-a i ukupnog sadržaja N u lišću šumskoga drveća tijekom vegetacijskoga razdoblja mijenja ovisno o intenzitetu translokacije N koja ovisi o sukcesivnoj produkciji izbojaka. Stoga odnos CCI očitavanja s jedne strane i koncentracije ukupnoga N u lišću proljetnih i/ili sekundarnih izbojaka s druge strane može značajno varirati tijekom vegetacijskoga razdoblja.

Ovo istraživanje provedeno je na hrastu lužnjaku iz razloga što je on važna gospodarska vrsta šumskoga drveća koja tvori niz šumskih zajednica na čitavom području Europe (Maděra i dr. 2008). U skladu s tim, mnogo se napora ulaže u proizvodnju žira i sadnoga materijala neophodnoga za uspješnu obnovu lužnjakovih sastojina (Matić i dr. 2008). Prema Schmal i dr. (2011) ta proizvodnja usko je povezana s dušičnom gnojivom, jer upravo N predstavlja najvažniji makroelement koji regulira gotovo sve fiziološke procese o kojima ovisi rast i razvoj biljaka (Evans 1989.; Evans i Poorter 2001; Lawlor 2001; Cantón i dr. 2005; Han i dr. 2008).

S obzirom na sve navedeno, ciljevi ovoga rada su (1) utvrditi odnos između CCI-a i koncentracije N u lišću proljetnih i sekundarnih izbojaka s obzirom na vrijeme njihova uzorkovanja, (2) utvrditi da li se kalibracijske jednadžbe konstruirane na temelju lišća proljetnih i sekundarnih izbojaka uzorkovanoga u isto vrijeme međusobno razlikuju, (3) raspraviti mogućnost praktične primjene klorofilmetra CCM-200 u svrhu precizne procjene stanja ishrane hrasta lužnjaka s N.

## MATERIJALI I METODE MATERIALS AND METHODS

### Biljni materijal i područje istraživanja – *Plant material and study site*

Istraživanje je provedeno tijekom dva vegetacijska razdoblja 2009. i 2010. godine na 30 vegetativno razmnoženih jedinki

hrasta lužnjaka uzgajanih na pokusnoj plohi osnovanoj u proljeće 2008. godine koja se nalazi u blizini Zagreba (45° 50' 20" N, 16° 06' 14" E; 128 m a. s. l.). Više podataka o načinu i razlozima osnivanja pokusne plohe donose Franjić i dr. (2011.) te Sever i dr. (2012.). U proljeće 2009. godine neposredno prije početaka istraživanja prosječna visina istraživanih biljaka iznosila je  $79,2 \pm 21,4$  cm.

#### Klima istraživanog područja – *Climate of study site*

Prema Köppen-ovoj klasifikaciji klime područje na kojemu je osnovana pokusna ploha pripada 'Cfwbx' tipu klime. To je umjereno topla, kišna klima bez izraženog sušnog razdoblja, a oborine su ravnomjerno raspoređene tijekom godine. Srednja temperatura najhladnijeg mjeseca (siječanj) ne spušta se ispod  $-0,4$  °C, dok srednja mjesečna temperatura najtoplijeg mjeseca ne prelazi  $21,4$  °C. Godišnja količina oborina iznosi 900 mm (489 mm u vegetacijskom razdoblju), dok srednja temperatura vegetacijskom razdoblju iznosi  $18,6$  °C (Seletković 1996).

#### Mineralna gnojidba i kemijske analize tla – *Plant fertilisation and soil chemical analysis*

Neposredno prije početka istraživanja (u rano proljeće 2009. godine) biljke su prihranjene kompleksnim mineralnim gnojivom NPK formulacije 15-15-15 u dozi od 200 g po biljci. Gnojivo je ravnomjerno raspoređeno oko svake biljke u radijusu od oko 70 cm i prekriveno zemljom. U 2010. godini prihrana biljaka nije obavljena. Tijekom listopada 2009. i 2010. godine (na kraju vegetacijskoga razdoblja) sakupljeni su uzorci tla za kemijske analize sa dubine od 0 – 30 cm. Jedan uzorak sastojao se od tri poduzorka koji su bili sakupljeni u koncentričnom rasporedu na 50 cm udaljenosti oko debla svake biljke. Reakcija tla u suspenziji s vodom određena je potenciometarski na pH-metru HACH EC 30. Humus je utvrđen metodom po Tjurin-u, a

ukupna koncentracija dušika i ugljika u tlu utvrđeni su na elementarnom analizatoru CNS-2000 (CNS-2000 Elemental Analyzer-Instruction Manual. LECO Corp., St. Joseph).

#### Vegetativni rast i meteorološke prilike – *Plant development and meteorological conditions*

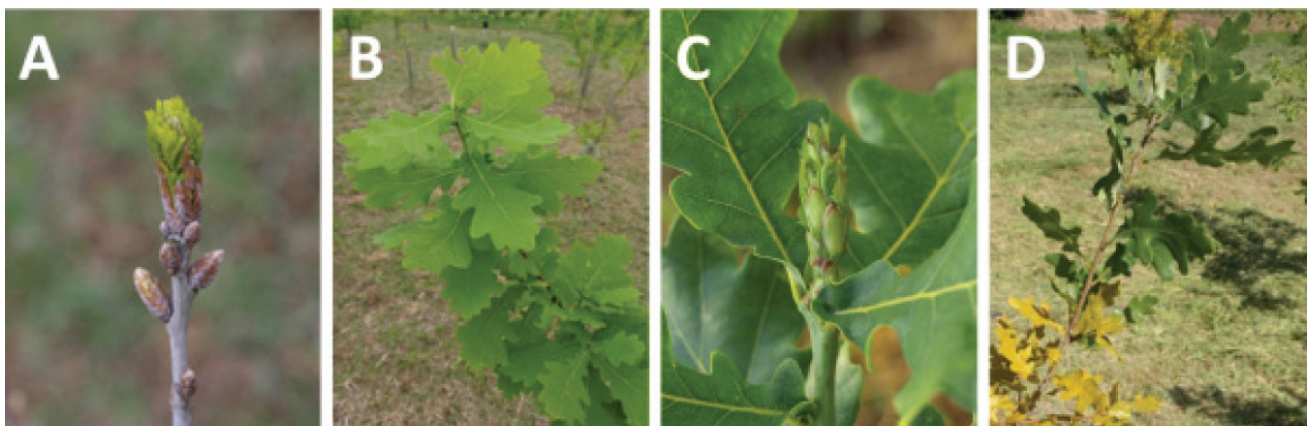
Vegetativni rast biljaka praćen je na temelju fenoloških motrenja (Slika 1) i prebrojavanja sekundarnih i tercijarnih izbojaka u krošnjama. To je obavljano jednom tjedno tijekom vegetacijskoga razdoblja. Svake godine biljkama je utvrđen visinski prirast. Za svaku je biljku na temelju odnosa između njezine visine (prije početka vegetacijskoga razdoblja) i broja sekundarnih, odnosno tercijarnih izbojaka tijekom vegetacijskoga razdoblja utvrđen indeks brojnosti izbojaka razvijenih tijekom sekundarnoga i tercijarnoga porasta.

Tijekom istraživanja, dnevna kretanja temperature zraka, količine oborina i volumetrijskoga sadržaja vlage u tlu (SWC) bilježena su pomoću automatske meteorološke postaje (Spectrum Technologies, inc. 2007.) instalirane na pokusnoj plohi.

#### Uzorkovanje lišća i konstrukcija kalibracijskih jednadžbi – *Leaf sampling and construction of calibration equations*

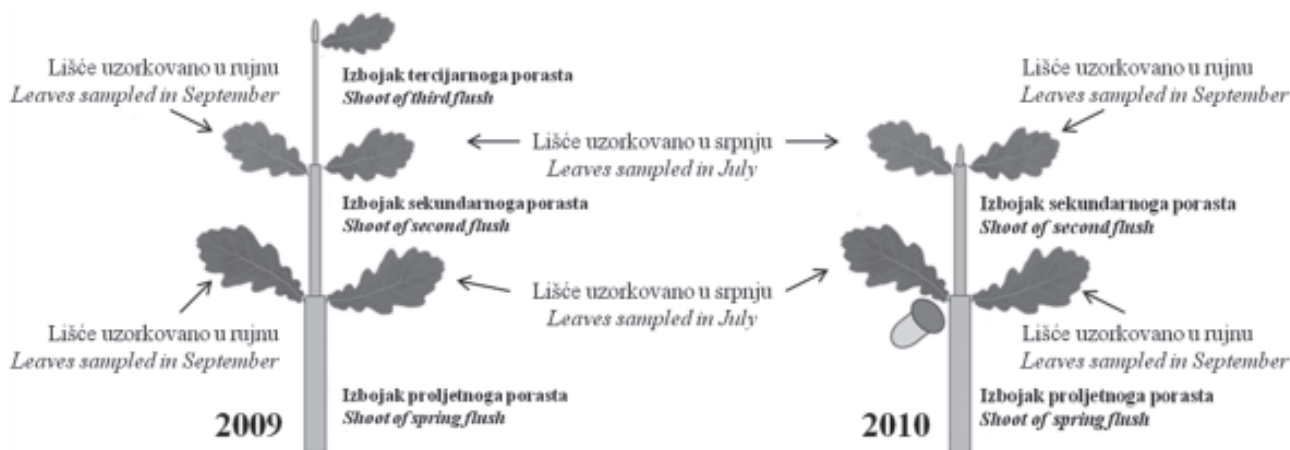
Za potrebe istraživanja birano je potpuno razvijeno i zdravo lišće (starije od 30 dana). Uzorkovanje lišća, što podrazumijeva mjerenje CCI-a i njegovo sakupljanje za potrebe laboratorijske obrade tj. utvrđivanja ukupne koncentracije N u suhoj tvari lišća, obavljani su istoga dana.

U obje godine uzorkovanje lišća obavljeno je na 30 istih biljaka. Lišće porijeklom s izbojaka razvijenih tijekom proljetnoga i sekundarnoga porasta uzorkovano je dva puta tijekom vegetacijskoga razdoblja, prvi puta u srpnju, a drugi puta u rujnu (Slika 2).



**Slika 1.** Fenofaze proljetnoga, sekundarnoga i tercijarnoga porasta izbojaka tijekom dva vegetacijska razdoblja (2009. i 2010. godine). A) Početak proljetnoga porasta, B) proljetni izbojci s pripadajućim lišćem su potpuno razvijeni, C) početak sekundarnoga/tercijarnoga porasta, D) sekundarni/tercijarni izbojci s pripadajućim lišćem su potpuno razvijeni.

**Figure 1** Phenological phases of spring, second and third flush in two growing seasons (2009 and 2010). A) start of a spring flush, B) spring shoot with accompanying leaves fully developed, C) start of second and/or third flush, D) second and/or third flush shoot with accompanying leaves fully developed.



**Slika 2.** Shematski prikaz razvoja i načina uzorkovanja lišća. U 2009. godini biljke su razvijale izbojke tri puta tijekom vegetacijskoga razdoblja: tijekom proljetnoga, sekundarnoga i tercijarnoga porasta. U 2010. godini biljke su razvijale izbojke dva puta tijekom vegetacijskoga razdoblja: tijekom proljetnoga i sekundarnoga porasta.

**Figure 2** Scheme of plant development and sampling method of leaves. In 2009 the plants produced shoots three times in growing season: during spring flush, second flush and third flush. In 2010 the plants produced shoots two times in growing season: during spring and second flush.

Na temelju tako uzorkovanoga lišća konstruirano je ukupno osam kalibracijskih jednadžbi ( $n = 30$ ) koje opisuju odnos između CCI-a i ukupne koncentracije N u lišću proljetnih i sekundarnih izbojaka uzorkovanoga u srpnju i rujnu 2009. i 2010. godine.

### Izmjera CCI-a i ukupne koncentracije dušika – *Measurements of CCI and leaf nitrogen concentration*

Izmjera CCI-a obavljena je pomoću prijenosnog optičkog klorofilmetra CCM-200 (Opti-sciences, Tyngsboro, Mass.). Princip rada i osnovne značajke samoga uređaja detaljno su opisali Cate i Perkins (2003.) te Silla i dr. (2010.). Na svakom uzorkovanom listu obavljeno je pet očitavanja CCI-a, čiji je prosjek predstavljao CCI uzorkovanog lista. Nakon toga, lišće je bilo sakupljeno i smješteno u prijenosni hladnjak na temperaturu zraka od 4 °C sve do dolaska u laboratorij. Sadržaj N u suhoj tvari lišća utvrđen je pojedinačno za svaki uzorkovani list metodom suhog spaljivanja pomoću CNS-2000 elementarnog analizatora (CNS-2000 Elemental Analyzer-Instruction Manual. LECO Corp., St. Joseph).

### Statistička analiza – *Statistical analysis*

Sve statističke analize provedene su pomoću softwaerskog paketa SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

Student-ov t-test proveden je s ciljem utvrđivanja razlika ( $p < 0,05$ ) između godina s obzirom na kemijske značajke tla i visinski prirast biljaka. Faktorijalna ANOVA provedena je s ciljem utvrđivanja utjecaja mjeseca uzorkovanja i tipa uzorkovanoga lišća na CCI i ukupnu koncentraciju N u lišću. Tukey-ev *post hoc* test proveden je s ciljem utvrđivanja

signifikantnih razlika ( $p < 0,05$ ) između mjeseca uzorkovanja i tipa uzorkovanoga lišća.

Regresijska analiza provedena je pomoću REG procedure u SAS/STAT 9.3 softwaerskom paketu (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Kalibracijske jednadžbe (linearne regresijske jednadžbe) konstruirane su na način da je CCI predstavljao nezavisnu varijablu, a ukupna koncentracija N u lišću zavisnu varijablu.

Analiza kovarijance (ANCOVA) provedena je pomoću JMP 9.0 softwaerskog paketa (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA), uključujući analizu interakcije s ciljem ispitivanja homogenosti Y-odsječaka i nagiba pravaca kalibracijskih jednadžbi između različitih tipova uzorkovanoga lišća unutar istog vremena uzorkovanja.

## REZULTATI RESULTS

### Kemijske značajke tla – *Soil chemical properties*

Unatoč gnojidbi tla u rano proljeće 2009. godine statistički značajna razlika između godina s obzirom na pH reakciju tla, koncentraciju humusa i koncentraciju dušika u tlu nije utvrđena. Tlo je kisele reakcije, koncentracija N u tlu tijekom istraživanja varirala je između 0,13 – 0,15 % što ukazuje na dobru opskrbljenost tla s ukupnim N. Odnos C/N u tlu bio je prilično uzak i stabilan (Tablica 1).

### Meteorološke prilike – *Meteorological conditions*

Tijekom vegetacijskoga razdoblja 2009. godine sadržaj vlage u tlu bio je prilično visok i nije se spuštao ispod 22 %. Isto je utvrđeno i tijekom prve polovice vegetacijskoga razdoblja

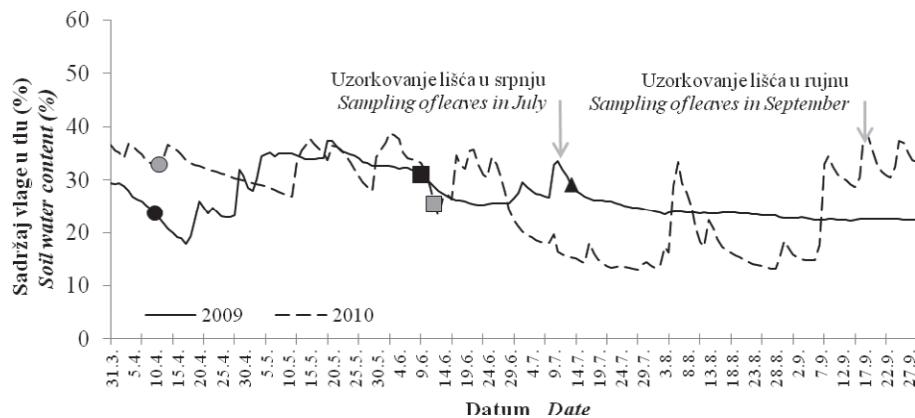


**Tablica 1.** Kemijske značajke tla (pH reakcija, koncentracija humusa i dušika te C/N odnos) u vegetacijskom razdoblju 2009. i 2010. godine.  
**Table 1** Soil chemical properties (pH reaction, humus and nitrogen concentrations, and C/N ratio) in the 2009 and 2010 growing seasons.

Godina Year	pH	Humus (%)	Dušik (%) Nitrogen (%)	C/N odnos C/N ratio	Gnojidba Fertilization
2009	5,54 ± 0,23 <sup>a</sup>	1,82 ± 0,56 <sup>a</sup>	0,15 ± 0,07 <sup>a</sup>	12,2	+
2010	5,47 ± 0,24 <sup>a</sup>	1,83 ± 0,63 <sup>a</sup>	0,13 ± 0,07 <sup>a</sup>	15,6	-

(+) godina s gnojidbenim tretmanom – year with fertilisation treatment / (–) godina bez gnojidbenog tretmana – year without fertilization treatment

Isto slovo ukazuje na nepostojanje signifikantne razlike između godina prema Student-ovom t-testu ( $p < 0,05$ ) – Same small letters indicate absence of significant differences between years given by Student t-test ( $p < 0.05$ )



**Slika 3.** Sadržaj vlage u tlu tijekom vegetacijskoga razdoblja 2009. i 2010. godine. Krugovi ukazuju na početak proljetnoga porasta u 2009. godini (crni krug) i 2010. godini (sivi krug). Kvadrati ukazuju na prosječni početak sekundarnoga porasta u 2009. godini (crni kvadrat) i 2010. godini (sivi kvadrat). Crni trokut ukazuje na prosječni početak tercijarnoga porasta 2009. godine.

**Figure 3.** Soil water content in 2009 and 2010 growing seasons. Circles indicate average start of spring flush in 2009 (black circle) and 2010 (grey circle). Squares indicate average start of second flush in 2009 (black square) and 2010 (grey square). Black triangle indicates average start of third flush in 2009.

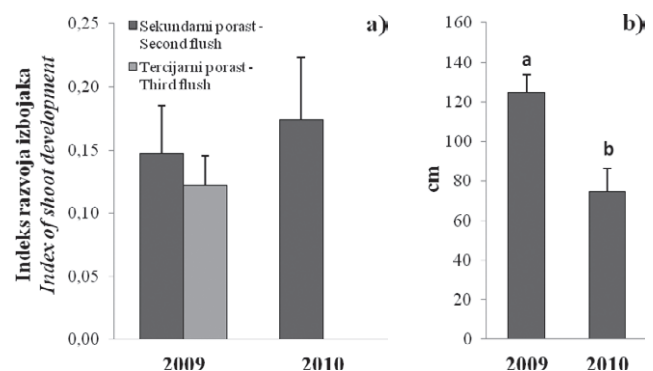
2010. godine. Međutim, u 2010. godini početkom srpnja sadržaj vlage u tlu naglo se spustio do 13 %, početkom kolovoza na kratko se oporavlja, a nakon toga ponovo pada (Slika 3).

Takva dinamika sadržaja vlage u tlu povezana je s ravnomjernom raspodjelom ukupne količine oborina tijekom vegetacijskoga razdoblja 2009. godine (356 mm), odnosno neravnomjernom raspodjelom oborina u 2010. godini (508 mm). Prosječne dnevne temperature zraka tijekom vegetacijskih razdoblja 2009. (18,8 °C) i 2010. (17,6 °C) godine bile su podjednake i nisu značajnije odstupale od 30-godišnjeg prosjeka (18,6 °C) za područje istraživanja.

### Vegetativni rast – Vegetative growth

Vegetativni rast istraživanih biljaka značajno se razlikovao između godina (Slika 4). Uz proljetni porast izbojaka u obje godine zabilježen je i njihov sekundarni porast. Međutim, tercijarni porast izbojaka zabilježen je samo 2009. godine (Slika 4a). U skladu s tim, biljke su imale veći visinski prirast 2009. nego 2010. godine. (Slika 4b). Proljetni porast izbojaka u obje godine započeo je početkom travnja, sekundarni sredinom lipnja, a tercijarni sredinom srpnja (Slika 3). Indeks razvoja izbojaka (prosječni odnos između visine biljaka na početku vegetacijskoga razdoblja i/ili tercijarnih

izbojaka razvijenih tijekom vegetacijskoga razdoblja) ukazuje na to da je 2009. godine tijekom sekundarnoga i tercijarnoga porasta razvijeno znatno više izbojaka nego 2010. godine kada je produkcija izbojaka tijekom tercijarnoga porasta u potpunosti izostala (Slika 4a).



**Slika 4.** Parametri koji opisuju razvoj biljaka u 2009. i 2010. godini. Indeks razvoja izbojaka (a) i prosječni visinski prirast biljaka (b). Različita slova ukazuju na signifikantne razlike ( $p < 0,05$ ) između godina. Vertikalne linije ukazuju na ± S.E.

**Figure 4** Parameters, which describe trees development in 2009 and 2010. Index of shoot development (a) and mean height growth increment (b). Different letters indicate significant differences ( $p < 0.05$ ) between years. Vertical bars indicate ± S.E.

**Tablica 2.** Utjecaj tipa lišća (lišće proljetnih i sekundarnih izbojaka) i mjeseca uzorkovanja (srpanj i rujna) u 2009. i 2010. godini na indeks ukupnog sadržaja klorofila (CCI) i koncentraciju dušika u lišću (N) što je potvrđeno pomoću faktorijalne ANOVA-e.

**Table 2** Effect of leaf flush type (spring and second flush leaves) and sampling month (July and September) in 2009 and 2010 on chlorophyll content index (CCI) and leaf nitrogen concentration (N) tested by factorial ANOVA.

Godina Year	Značajka lista Leaf trait	Tip lista Leaf flush type	Mjesec uzorkovanja Sampling month	Tip lista × Mjesec uzorkovanja Leaf flush type × Sampling month
2009	CCI	n.s.	n.s.	n.s.
	N	n.s.	***	**
2010	CCI	**	n.s.	n.s.
	N	***	n.s.	n.s.

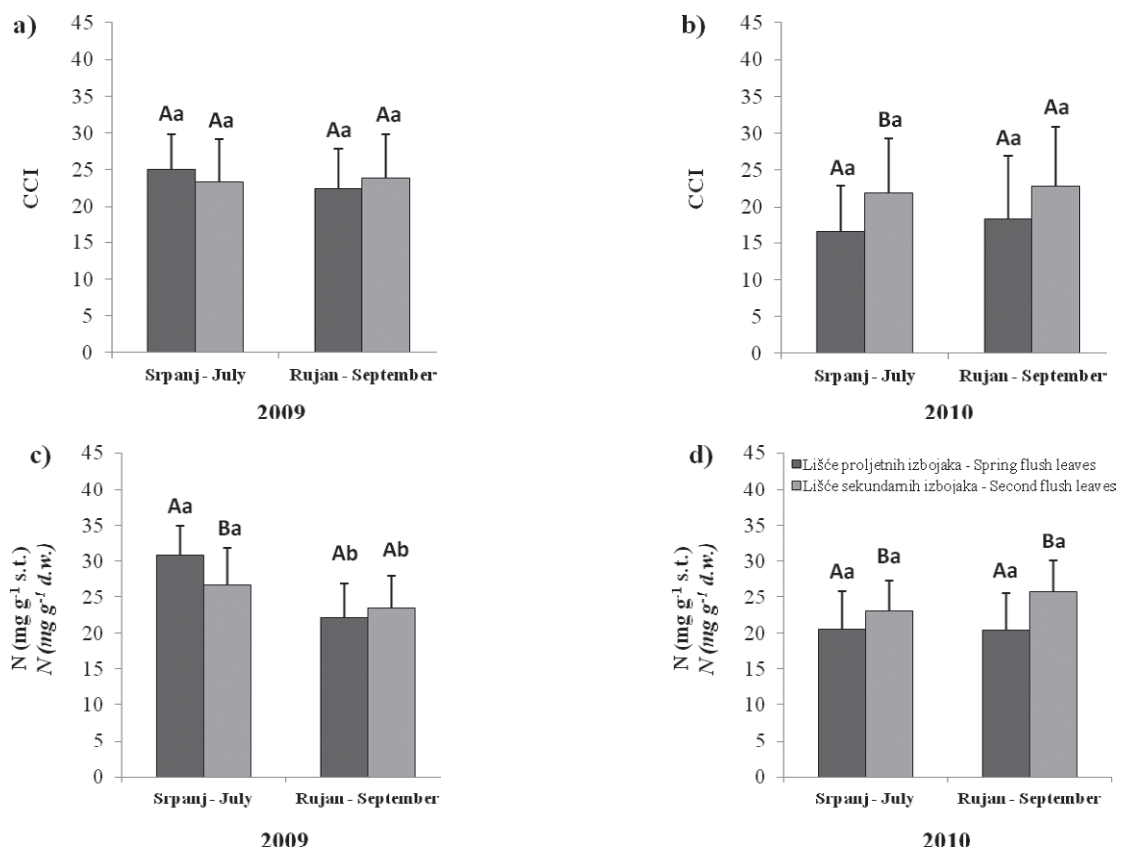
Razina signifikantnosti: \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ ; n.s., nije signifikantno

Level of significance: \*\*  $p < 0.01$ ; \*\*\*  $p < 0.001$ ; n.s., not significant

### Utjecaj tipa lišća i mjeseca uzorkovanja na CCI i koncentraciju dušika – Effect of leaf flush type and sampling month on CCI and leaf nitrogen concentration

Tip lišća i mjesec uzorkovanja različito su utjecali na CCI i koncentraciju N u lišću 2009. i 2010. godine (Tablica 2). U 2009. godini pod signifikantnim utjecajem mjeseca uzorkovanja te interakcije tip lišća × mjesec uzorkovanja

bila je samo koncentracija N u lišću. U srpnju 2009. godine koncentracija N u lišću proljetnih izbojaka bila je signifikantno veća nego u lišću sekundarnih izbojaka, što u rujnu iste godine više nije bio slučaj. Osim toga, u razdoblju od srpnja do rujna 2009. godine došlo je do signifikantnog smanjenja koncentracije N u oba tipa lišća (Slika 5c). Za razliku od N, CCI nije bio signifikantno utjecan ni tipom lišća niti mjesecom uzorkovanja, što znači da je bio vrlo



**Slika 5.** Srednje vrijednosti indeksa ukupnoga sadržaja klorofila (CCI) i koncentracije dušika (N) tijekom vegetacijskoga razdoblja 2009. i 2010. godine u lišću proljetnih i sekundarnih izbojaka s obzirom na vrijeme uzorkovanja (srpanj i rujna). Različita velika slova ukazuju na signifikantne razlike ( $p < 0,05$ ) između lišća proljetnih i sekundarnih izbojaka unutar istog mjeseca, dok različita mala slova ukazuju na signifikantne razlike ( $p < 0,05$ ) između srpnja i rujna unutar istog tipa lišća. Vertikalne linije ukazuju na  $\pm$  S.D.

**Figure 5** Mean values of chlorophyll content index (CCI) and leaf nitrogen concentration (N) in 2009 and 2010 growing seasons for spring and second flush leaves regardless sampling time (July and September). Different capital letters indicate significant differences ( $p < 0.05$ ) between spring and second leaf flush type within the same sampling month, whilst different small letters indicate significant differences ( $p < 0.05$ ) between July and September within same leaf flush type. Vertical bars indicate  $\pm$  S.D.

**Tablica 3.** Kalibracijske jednadžbe konstruirane na temelju indeksa sadržaja ukupnih klorofila (CCI) i koncentracije dušika (N) u lišću proljetnih i sekundarnih izbojaka uzorkovanih u srpnju i rujnu 2009. i 2010. godine. Jednadžbe pretvaraju indeks sadržaja ukupnih klorofila (CCI) u procijenjenu koncentraciju ukupnoga dušika u lišću (N).

**Table 3** Calibration equations constructed based on chlorophyll content index (CCI) and leaf nitrogen concentration (N) in spring and second flush leaves sampled in July and September 2009 and 2010. The equations convert the chlorophyll content index (CCI) into the estimated leaf nitrogen concentration (N).

Mjesec i godina uzorkovanja Sampling month and year	Tip lišća Leaf flush type	n	Kalibracijske jednadžbe Calibration equations	r <sup>2</sup>	p	N (mg g <sup>-1</sup> ) (min-max)
Srpanj 2009 July 2009	Lišće proljetnih izbojaka Spring flush leaves	30	$N \text{ (mg g}^{-1}\text{)} = 17,28 + 0,52 \times \text{CCI}$	0,384	< 0,00026	22,5 – 38,0
	Lišće sekundarnih izbojaka Second flush leaves	30	$N \text{ (mg g}^{-1}\text{)} = 12,75 + 0,72 \times \text{CCI}$	0,681	< 0,00000	17,5 – 40,0
Rujan 2009 September 2009	Lišće proljetnih izbojaka Spring flush leaves	30	$N \text{ (mg g}^{-1}\text{)} = 9,60 + 0,58 \times \text{CCI}$	0,430	< 0,00009	13,2 – 30,0
	Lišće sekundarnih izbojaka Second flush leaves	30	$N \text{ (mg g}^{-1}\text{)} = 8,74 + 0,61 \times \text{CCI}$	0,640	< 0,00000	15,9 – 31,7
Srpanj 2010 July 2010	Lišće proljetnih izbojaka Spring flush leaves	30	$N \text{ (mg g}^{-1}\text{)} = 8,87 + 0,70 \times \text{CCI}$	0,707	< 0,00000	12,4 – 31,9
	Lišće sekundarnih izbojaka Second flush leaves	30	$N \text{ (mg g}^{-1}\text{)} = 14,18 + 0,47 \times \text{CCI}$	0,435	< 0,00007	15,2 – 34,6
Rujan 2010 September 2010	Lišće proljetnih izbojaka Spring flush leaves	30	$N \text{ (mg g}^{-1}\text{)} = 10,27 + 0,56 \times \text{CCI}$	0,870	< 0,00000	9,6 – 31,5
	Lišće sekundarnih izbojaka Second flush leaves	30	$N \text{ (mg g}^{-1}\text{)} = 16,26 + 0,41 \times \text{CCI}$	0,594	< 0,00000	14,6 – 33,3

stabilan u razdoblju od srpnja do rujna 2009. godine u oba tipa lišća (Slika 5a).

U 2010. godini na CCI i koncentraciju N u lišću signifikantno je utjecao samo tip lišća (Tablica 2). Prema tomu, u 2010. godini CCI i LNC bili su uglavnom signifikantno niži u lišću proljetnih izbojaka nego u lišću sekundarnih izbojaka. U razdoblju od srpnja do rujna 2010. godine nije došlo do značajnijih promjena CCI-a i koncentracije N u lišću proljetnoga i sekundarnoga porasta (Slika 5b i d).

#### Odnos između CCI-a i koncentracije dušika u lišću – *Relationship between CCI and leaf nitrogen concentration*

Snažna veza ( $p < 0,001$ ) između CCI-a i ukupne koncentracije N utvrđena je kod svih tipova uzorkovanoga lišća

(Tablica 3). Koeficijenti determinacije ( $r^2$ ) prilično su visoki, izuzev kod lišća proljetnih izbojaka uzorkovanoga u srpnju ( $r^2 = 0,384$ ) i rujnu ( $r^2 = 0,430$ ) 2009. godine te kod lišća sekundarnih izbojaka uzorkovanoga u srpnju 2010. godine ( $r^2 = 0,435$ ).

#### Utjecaj tipa lišća na parametre kalibracijskih jednadžbi – *Effect of leaf flush type on calibration equation parameters*

Prema rezultatima ANCOVA-e, nagibi pravaca međusobno uspoređenih kalibracijskih jednadžbi nisu bili signifikantno utjecani tipom lišća. Međutim, isti rezultat nije utvrđen za Y-odsječke koji su bili signifikantno utjecani tipom lišća prilikom njihova uzorkovanja u srpnju 2009. godine te u srpnju i rujnu 2010. godine.

**Tablica 4.** Signifikantne vrijednosti ( $p$ ) dobivene pomoću ANCOVA-e koje ukazuju na razlike u Y-odsječcima i nagibima kalibracijskih jednadžbi konstruiranih za različite tipove lišća (lišće proljetnih i sekundarnih izbojaka) u različito vrijeme uzorkovanja (srpanj i rujan 2009. godine te srpanj i rujan 2010. godine).

**Table 4** ANCOVA significance values ( $p$ ) for differences in the Y intercept and slope of the equation constructed for different leaf flush type (spring flush leaves and second flush leaves) at different sampling time (July 2009 and 2010; September 2009 and 2010)

Mjesec i godina uzorkovanja Sampling month and year	Efekt tipa lista Effect of leaf flush type	Efekt CCI Effect of CCI	Tip lista × CCI Leaf flush type × CCI
Srpanj 2009 July 2009	< 0,001	< 0,0001	0,1935
Rujan 2009 September 2009	0,1995	< 0,0001	0,8478
Srpanj 2010 July 2010	< 0,0001	< 0,0001	0,0862
Rujan 2010 September 2010	< 0,0001	< 0,0001	0,0690

$n = 30$  uzorkovanih listova po svakom tipu lišća – 30 sampled leaves per each leaf-flush type

Signifikantna interakcija tip lista × CCI ukazuje na razlike u nagibu pravaca – A significant interaction leaf flush type × CCI indicates differences in slope

Vrijednosti u kurzivu ukazuju na signifikantan utjecaj;  $p < 0,05$  – Values in italics indicate significant effects;  $p < 0,05$



## RASPRAVA DISCUSSION

Ovo istraživanje provedeno je u pokusnom nasadu s ciljem da se istraživane biljke izlože što realnijem utjecaju različitih vanjskih čimbenika koji od godine do godine, kao i unutar vegetacijskoga razdoblja, mogu značajno varirati, a kojima su biljke inače izložene u šumskim nasadima (npr. rasadnicima i/ili klonskim sjemenskim plantažama). Stoga je u rano proljeće 2009. godine na samom početku istraživanja provedena mineralna gnojidba istraživanih biljaka, koja je neizostavni dio rasadničke proizvodnje i jedan od glavnih pomotehničkih zahvata u šumskim nasadima (Schmal i dr. 2011.). U skladu s tim, rezultati ovoga istraživanja trebali bi na realan način predstaviti mogućnost praktične primjene klorofilmetra CCM-200 u svrhu procjene ukupne koncentracije N u lišću hrasta lužnjaka.

### Gnojidbeni tretman, meteorološke prilike i vegetativni rast biljaka – *Fertilisation treatment, meteorological conditions and plant vegetative growth*

Unatoč mineralnoj gnojidbi provedenoj u rano proljeće 2009. godine koncentracija N u tlu nije se značajno razlikovala između 2009. i 2010. godine (Tablica 1). Takav rezultat nije iznenađujuć s obzirom na brzinu ispiranja umjetno dodanoga N u dublje slojeve tla (Vukadinović i Vukadinović 2010.) i/ili njegovo brzo usvajanje od strane biljaka (El Zein i dr. 2011). Prema Škoriću (1965.) tla s koncentracijom N u rasponu 0,1 – 0,2 % dobro su opskrbljena s N. U skladu s tim, tlo pokusne plohe tijekom istraživanja bilo je dobro opskrbljeno s N. Uz to, pH reakcija tla koja iznosi 5,5 – 5,6 vrlo je povoljna za usvajanje N od strane vrsta iz roda *Quercus* (Williston i LaFayette 1978.). S obzirom na uzak i prilično stabilan C:N odnos u tlu, mikrobiološka aktivnost (razlaganje organske tvari u tlu) vjerojatno nije ograničavala usvajanje N od strane biljaka (Kuster i dr. 2013.). Zahvaljujući povoljnim kemijskim značajkama tla, ishranjenost biljaka s N tijekom istraživanja bila je zadovoljavajuća. To potvrđuje koncentracija N u lišću proljetnih i sekundarnih izbojaka koja se tijekom istraživanja nije spuštala ispod 20 mg g<sup>-1</sup> s.t. (Slika 5c i d). Prema Bergmann (1993) koncentracija N u lišću hrasta lužnjaka od 20 mg g<sup>-1</sup> s.t. ukazuje na njegovu zadovoljavajuću ishranjenost s N. Ukupno gledano, lišće proljetnih izbojaka uzorkovano u srpnju 2009. godine imalo je znatno veću koncentraciju N nego 2010. godine koja se već do rujna 2009. godine značajno smanjila (Slika 5c i d). To ukazuje na postupno slabljenje utjecaja jednokratne mineralne gnojidbe provedene u rano proljeće 2009. godine na ishranjenost hrasta lužnjaka s N, kako u razdoblju od srpnja do rujna 2009. godine, tako i u razdoblju od 2009. do 2010. godine.

Nakon razvoja proljetnih izbojaka u 2009. godini, vjerojatno pod utjecajem vrlo dobre ishranjenosti s N i visokog

sadržaja vlage u tlu, biljke su razvijale izbojke još u dva navrata, tijekom sekundarnoga i tercijarnoga porasta (Slika 4a). To je glavni razlog zbog kojega su biljke imale bujniji vegetativni rast 2009. u odnosu na 2010. godinu (Slika 4a i b). Produkcija sekundarnih izbojaka u 2010. godini također je mogla biti potaknuta zadovoljavajućom ishranjenošću biljaka s N (Slika 5c i d) i visokim sadržajem vlage u tlu (Slika 3). Međutim, produkcija tercijarnih izbojaka u 2010. godini u potpunosti je izostala (Slika 4a). Prema Spiess i dr. (2012.) takav rezultat mogao bi ukazivati da je prilično nizak sadržaj vlage u tlu (oko 13 %) tijekom srpnja i kolovoza 2010. godine (Slika 3) spriječio produkciju tercijarnih izbojaka. U konačnici, ovakav rezultat je u skladu s rezultatima ranijih istraživanja prema kojima zadovoljavajuća ishranjenost hrasta lužnjaka s N i povoljne meteorološke prilike potiču produkciju sekundarnih i/ili tercijarnih izbojaka (Spiess i dr. 2012.; Kuster i dr. 2014.).

### Odnos između CCI-a i ukupne koncentracije dušika u lišću – *Relations between CCI and leaf nitrogen concentration*

S ciljem da se veza između CCI-a očitana pomoću klorofilmetra i laboratorijski utvrđene koncentracije ukupnoga N pravilno interpretira, nužno je raspraviti raspodjelu ukupnoga N unutar lišća i sposobnost njegove translokacije u krošnjama listopadnoga drveća tijekom vegetacijskoga razdoblja. Prema Yasumura i dr. (2006.) N je u listu raspodijeljen na nekoliko razina između strukturnih i metaboličkih komponenti. U strukturnim komponentama lišća N je ugrađen u plazmatske membrane i stanične stijenke. Taj N ujedno predstavlja i stabilnu frakciju N u lišću koja se tijekom vegetacijskoga razdoblja značajnije ne mijenja (Ueda i dr. 2011.). Metabolički N raspoređen je između nefotosintetskih (aminokiseline, nukleinske kiseline, obrambene sekundarne tvari i anorganski N) i fotosintetskih komponenti. Unutar fotosintetskih komponenti N je raspoređen između klorofilno-proteinskih kompleksa (komponente zadužene za sakupljanje svjetlosti) s jedne strane i enzima Calvinova ciklusa te spojeva koji sudjeluju u prijenosu elektrona i upotrebi svjetlosne energije za fiksaciju CO<sub>2</sub> (komponenti zaduženih za upotrebu sakupljene svjetlosti) s druge strane (Yasumura i dr. 2006.). S obzirom na takvu raspodjelu N unutar lišća i princip rada klorofilmetra CCM-200 (Cate i Perkins 2003.; Silla i dr. 2010.), jasno je da su CCI očitavanja u uskoj vezi samo sa N koji gradi klorofilno-proteinske komplekse (proteine pomoću kojih su molekule klorofila povezane s tilakoidnim membranama). Uz to, N koji gradi klorofilno-proteinske komplekse znatno je stabilniji tijekom vegetacijskoga razdoblja (Hikosaka 2003.; Mae 2004.) nego N ugrađen u ostale metaboličke komponente lišća (Hörtensteiner i Feller 2002; Yasumura i dr. 2005.; Funk i dr. 2013.). U prilog navedenome ide i to da se klorofilno-proteinski kompleksi kod listopadnog drveća najintenzivnije

razlažu na jednostavnije spojeve sposobne za translokaciju tek krajem listopada, pred sam kraj vegetacijskoga razdoblja (Pevalek-Kozlina 2003.).

U obje godine od srpnja do rujna (promatrano za svaki tip lišća posebno) CCI očitavanja (koja predstavljaju N ugrađen u klorofilno-proteinskim kompleksima) nisu se značajnije mijenjale (Slika 5a i b), odnosno bila su stabilnija nego ukupna koncentracija N (Slika 5c i d) koja predstavlja obje frakcije N u lišću (stabilnu i mobilnu) istovremeno.

Unatoč tomu što su CCI očitavanja usko povezana samo s N koji gradi klorofilno-proteinske komplekse, u dosadašnjim istraživanjima koja su provedena na listopadnim drvenastim vrstama regresijskom analizom dokazana je snažna povezanost između CCI-a i ukupne koncentracije N u lišću (Chang i Robison 2003.; Van den Berg i Perkins 2004.; Percival i dr. 2008.; Salifu i dr. 2008.; Ghasemi i dr. 2011.). U skladu s tim i ovaj rezultat ukazuje na snažnu vezu ( $p < 0,001$ ) između CCI-a i ukupne koncentracije N u lišću hrasta lužnjaka (Tablica 3). Prema dobivenim koeficijentima determinacije ( $r^2$ ) pomoću CCI-a kao nezavisne varijable moguće je objasniti 38 – 87 % varijabilnosti ukupne koncentracije N u lišću proljetnih i sekundarnih izbojaka (Tablica 3). To je u skladu s rezultatima ranijih istraživanja provedenima na hrastu lužnjaku ( $r^2 = 0,85$ ), gorskom javorju ( $r^2 = 0,86$ ) i običnoj bukvi ( $r^2 = 0,92$ ), (Percival i dr. 2008.), topoli ( $r^2 = 0,32$ ), likvidamburu ( $r^2 = 0,37$ ), platani ( $r^2 = 0,57$ ), pensilvanskom jasenu ( $r^2 = 0,72$ ), (Chang i Robison 2003.), crvenom hrastu ( $r^2 = 0,72$ ), (Salifu i dr. 2008.) i kruški ( $r^2 = 0,77$ ), (Ghasemi i dr. 2011.).

### Utjecaj tipa lišća na nagibe i Y-odsječke kalibracijskih jednadžbi – *Influence of leaf flush type on slopes and Y intercepts of calibration equations*

Nagibi pravaca kalibracijskih jednadžbi koje opisuju odnos između CCI očitavanja i ukupne koncentracije N nisu bili značajno utjecani različitim tipom lišća s obzirom na promatrano vrijeme uzorkovanja (srpanj i rujna 2009. i 2010. godine), što je vidljivo iz tablice 4. Takav rezultat ukazuje na to da su promjene ukupne koncentracije N i CCI očitavanja u lišću proljetnih i sekundarnih izbojaka u obje godine bile prilično usklađene. Međutim, takav rezultat nije potvrđen i za Y-odsječke. Značajan utjecaj tipa lišća na Y-odsječke nije utvrđen samo prilikom konstruiranja kalibracijskih jednadžbi na temelju lišća uzorkovanoga u rujnu 2009. godine (Tablica 4). Stoga mogućnost primjene iste kalibracijske jednadžbe koja bi pouzdano opisivala odnos između CCI-a i koncentracije ukupnoga N u lišću proljetnih i sekundarnih izbojaka u najvećoj mjeri ograničava varijabilnost Y-odsječaka.

Prema Chang i Robison (2003.) varijabilnost Y-odsječaka izravno ovisi o koncentraciji ukupnoga N u lišću na temelju kojega se jednadžbe konstruiraju, što ovisi o velikom broju

unutarnjih i vanjskih čimbenika (Campbell i dr. 1990.). U skladu s tim, Y-odsječki kalibracijskih jednadžbi konstruiranih na temelju različitih tipova lišća (lišće proljetnih i sekundarnih izbojaka uzorkovano u rujnu 2009. godine) s podjednakom koncentracijom N nisu bili značajno različiti (Tablica 4 i Slika 5c). U ostalim slučajevima, kada su kalibracijske jednadžbe bile konstruirane na temelju različitih tipova lišća s različitom koncentracijom N (lišće proljetnih i sekundarnih izbojaka uzorkovano u srpnju 2009. te u srpnju i rujnu 2010. godine) utvrđeni su značajno različiti Y-odsječki (Tablica 4 i Slika 5c i d).

Dobiveni rezultat vjerojatno je uzrokovan različitim koncentracijama N u lišću proljetnih i sekundarnih izbojaka, što je posljedica specifične translokacije N tijekom vegetacijskoga razdoblja u krošnjama istraživanih biljaka. Gnojivni tretman i meteorološke prilike (vanjski čimbenici) koji su utjecali na produkciju izbojaka (unutrašnji čimbenici) tijekom sekundarnoga i tercijarnoga porasta u najvećoj bi mjeri mogli biti odgovorni za različite koncentracije N u promatranim tipovima lišća uzorkovanim u isto vrijeme tijekom vegetacijskoga razdoblja 2009. i 2010. godine. Specifično variranje ukupne koncentracije N u istom tipu lišća tijekom vegetacijskih razdoblja također je moglo biti potaknuto istim čimbenicima. To se može objasniti tako, što je u srpnju 2009. godine koncentracija N u lišću proljetnih izbojaka bila značajno veća nego u lišću sekundarnih izbojaka. Međutim, u rujnu je koncentracija N u oba tipa lišća bila podjednaka (Slika 5b). Prema svemu sudeći, to je posljedica translokacije N iz lišća proljetnih i sekundarnih izbojaka prema izbojcima razvijenim tijekom tercijarnoga porasta, što je u razdoblju od srpnja do rujna rezultiralo izjednačenjem koncentracije N u oba tipa lišća. Međutim, u razdoblju od srpnja do rujna 2010. godine koncentracija N u lišću proljetnih i sekundarnih izbojaka nije se značajnije mijenjala (Slika 5b), vjerojatno zbog izostanka produkcije tercijarnih izbojaka u 2010. godini (Slika 4a). Ta pretpostavka jako se dobro slaže s rezultatima ranijih istraživanja prema kojima translokaciju N u krošnjama listopadnoga drveća tijekom vegetacijskoga razdoblja kontrolira produkcija izbojaka tijekom sekundarnoga i/ili tercijarnoga porasta (Ueda i dr. 2009. i 2011.) što ujedno predstavlja i glavna mjesta alokacije N porijeklom iz starijeg lišća u krošnji. U skladu s tim, značajan utjecaj tipa lišća na Y-odsječke kalibracijskih jednadžbi izostao je samo u rujnu 2009. godine prilikom njihove konstrukcije na temelju lišća s podjednakom koncentracijom N (Tablica 4).

### ZAKLJUČCI CONCLUSIONS

Ranija istraživanja na temelju kojih se klorofilmetar spominje kao prikladan alat pomoću kojega je moguće na brz, jednostavan, jeftin i nedestruktivan način uspješno proci-

jeniti ishranjenost šumskoga drveća s N, provedena su tijekom samo jednoga vegetacijskoga razdoblja. U skladu s tim, njihovi rezultati zapravo dokazuju samo to da je na temelju CCI-a izmjenjenoga pomoću klorofilmetra moguće uspješno procijeniti ukupnu koncentraciju N u lišću. To je potvrđeno prilično snažnom i statistički signifikantnom povezanošću CCI-a i ukupne koncentracije N u lišću.

Međutim, rezultati ovoga istraživanja provedenoga tijekom dva vegetacijska razdoblja, uzevši u obzir različite tipove lišća koji su tijekom vegetacijskoga razdoblja često puta zastupljeni u krošnji, dovode u pitanje brzu, jednostavnu, jeftinu i nedestruktivnu procjenu ishranjenosti hrasta lužnjaka s N pomoću klorofilmetra. Naime, dinamika N u različitim tipovima lišća pod utjecajem produkcije tercijarnih izbojaka potaknute mineralnom gnojivom i povoljnim meteorološkim prilikama može se značajno razlikovati od godine do godine, odnosno od mjeseca do mjeseca tijekom vegetacijskoga razdoblja. To ne utječe značajno na povezanost CCI-a i koncentracije ukupnoga N u lišću. Međutim, značajno utječe na parametre kalibracijskih jednadžbi (posebno Y-odječke), što uglavnom onemogućuje da jednom konstruiranu kalibracijsku jednadžbu istovremeno koristimo za procjenu ukupnoga N u različitim tipovima lišća.

## LITERATURA REFERENCES

- Bergmann, W., 1993: Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen. Entstehung, visuelle und analytische Diagnose. Gustav Fischer Verlag Jena, pp 1-835.
- Bullock, D.G., D. S. Anderson, 1998: Evaluation of the Minolta SPAD-502 chlorophyll meter for nitrogen management in corn. *J Plant Nutr* 21(4):741–755.
- Campbell, R.J., K.N. Mobley, R.P. Marini, D.G. Pfeiffer, 1990: Growing conditions alter the relationships between SPAD-501 values and apple leaf chlorophyll. *Hortscience* 25:330–331.
- Cantón, F.R., M. F. Suárez, F. M. Cánovas, 2005: Molecular aspects of nitrogen mobilization and recycling in trees. *Photosynth Res* 83:265–278.
- Cate, T.M., T. D. Perkins, 2003: Chlorophyll content monitoring in sugar maple (*Acer saccharum*). *Tree Physiol* 23:1077–1079.
- Chang, S. X., D. J. Robison, 2003: nondestructive and rapid estimation of hardwood foliar nitrogen status using the SPAD-502 chlorophyll meter. *For Ecol Manage* 181:337–338.
- El Zein, R., N. Bréda, D. Gérant, B. Zeller, P. Millard, 2011: Nitrogen sources for current-year shoot growth in 50-year-old sessile oak trees: an in situ <sup>15</sup>N labeling approach. *Tree Physiol* 31:1390–1400.
- Evans, J. R., 1989: Photosynthesis and nitrogen relationships in leaves C3 plants. *Oecologia* 78:9–19.
- Evans, J. R., H. Poorter, 2001: Photosynthetic acclimation of plants to growth irradiance: the relative importance of specific leaf area and nitrogen partitioning in maximizing carbon gain. *Plant Cell Environ* 24:755–767.
- Franjić, J., K. Sever, S. Bogdan, Ž. Škvorc, D. Krstonošić, I. Alešković, 2011: Fenološka neujednačenost kao ograničavajući čimbenik uspješnoga oprašivanja u klonskim sjemenskim plantažama hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.). *Croat J For Eng* 32:141–156.
- Funk, J. L., L. A. Glenwinkel, L. Sack, 2013: Differential allocation to photosynthetic and non photosynthetic nitrogen fractions among native and invasive species. *PLoS ONE* 8(5):e64502. doi:10.1371/journal.pone.0064502.
- Ghasemi, M., K. Arzani, A. Yadollahi, S. Ghasemi, S. Sarikhani Khoorrami, 2011: Estimate of leaf chlorophyll and nitrogen content in Asian Pear (*Pyrus serptina* Rehd.) by CCM-200. *Not Sci Biol* 3(1):91–94.
- Han, Q., D. Kabeya, A. Iio, Y. Kakubari, 2008: Mastings in *Fagus crenata* and its influence on the nitrogen content and dry mass of winter buds. *Tree Physiol* 28:1269–1276.
- Hikosaka, K., 2003: A model of dynamics of leaves and nitrogen in a plant canopy: an integration of canopy photosynthesis, leaf life span, and nitrogen use efficiency. *Am Nat* 162:149–164.
- Hörtensteiner, S., U. Feller, 2002: Nitrogen metabolism and remobilization during senescence. *J Exp Bot*, 53: 927–937.
- Jifon, J. L., J. P. Syvertsen, E. Whaley, 2005: Growth environment and leaf anatomy affect nondestructive estimates of chlorophyll and nitrogen in *Citrus* sp. leaves. *J Amer Soc Hort Sci* 130:152–158.
- Kozłowski, T.T., S. G. Pallardy, 2008: Physiology of Woody Plants, 3rd edn. Academic Press, San Diego, CA, USA pp 411.
- Kuster, T. M., M. Arend, M. S. Günthardt-Goerg, R. Schulin, 2013: Root growth of different oak provenances in two soils under drought stress and air warming conditions. *Plant Soil* 369:61–71.
- Kuster, T. M., M. Dobbertin, M. S. Günthardt-Goerg, M. Schaub, M. Arend, 2014: A phenological timetable of Oak growth under experimental drought and air warming. *PLoS ONE* 9(2):e89724. doi:10.1371/journal.pone.0089724.
- Lawlor, D. W., 2001: Photosynthesis. 3<sup>rd</sup> Edition. Scientific Publishers Limited, Oxford, U.K.
- Le Hir, R., S. Pelleschi-Traverien, J. D. Viemont, N. Leduc, 2005: Source synthase expression pattern in the rhythmically growing shoot of common oak (*Quercus robur* L.). *Ann For Sci* 62:585–591.
- Loh, F. C. W., J. C. Grabosky, N. L. Bassuk, 2002: Using the SPAD 502 meter to assess chlorophyll and nitrogen content of benjamin fig and cottonwood leaves. *Hort Technology* 12:682–686.
- Maděra, P., J. Vukelić, D. Baričević, 2008: Floodplain forest plant communities In: Klimo E (ed) Floodplain forests of the temperate zone of Europe. Lesnická práce: Kostelec and Černými lesy, pp 102–159.
- Mae, T., 2004: Leaf senescence and nitrogen metabolism. In: Noodén LD (ed) Plant Cell Death Processes. Elsevier Academic Press, pp 157–168.
- Matic, S., I. Anić, M. Oršanić, 2008: Forest management in floodplain forests. In: Klimo E (ed) Floodplain forests of the temperate zone of Europe. Lesnická práce: Kostelec and Černými lesy, pp 231–283.
- Millard, P., G. A. Grelet, 2010: Nitrogen storage and remobilisation by trees: ecophysiological relevance in a changing world. *Tree Physiol* 30:1083–1095.



- Percival, G. C., I. P. Keary, K. Noviss, 2008: The potential of a chlorophyll content SPAD meter to quantify nutrient stress in foliar tissue of Sycamore (*Acer pseudoplatanus*), English oak (*Quercus robur*), and European beech (*Fagus sylvatica*). *Arboriculture and Urban Forestry* 34:89–100.
- Pevalek-Kozlina, B., 2003: Fiziologija bilja, Profil, Zagreb, pp 568.
- Rodriguez, I. R., G. L. Miller, 2000: Using a chlorophyll meter to determine the chlorophyll concentration, nitrogen concentration, and visual quality of St. Augustinegrass. *HortScience* 35(4):751–754.
- Rostami, M., A. R. Koocheki, M. Nasiri Mahallati, M. Kafi, 2008: Evaluation of chlorophyll meter (SPAD) data for prediction of nitrogen status in corn (*Zea mays* L.). *American-Eurasian J Agric and Environ Sci.* 3(1):79–85.
- Salifu, K. F., K. G. Apostol, D. F. Jacobs, M. A. Islam, 2008: Growth, physiology, and nutrient retranslocation in nitrogen-15 fertilized *Quercus rubra* seedlings. *Ann For Sci* 65:100–109.
- Schmal, J. L., D. F. Jacobs, C. O'Reilly, 2011: Nitrogen budgeting and quality of exponentially fertilized *Quercus robur* seedlings in Ireland. *Eur J For Res.* 130: 557–567.
- Seletković, Z., 1996: Klima lužnjakovih šuma. In: Klepac D (ed) *Hrast lužnjak (Quercus robur L.) u Hrvatskoj*, HAZU, Centar za znanstveni rad u Vinkovcima i Hrvatske šume, Zagreb-Vinkovci, pp 71–82.
- Sever, K., Ž. Škvorc, S. Bogdan, J. Franjić, D. Krstonošić, I. Alešković, S. Kereša, G. Fruk, T. Jemrić, 2012: In vitro pollen germination and pollen tube growth differences among *Quercus robur* L. clones in response to meteorological conditions, *Grana* 51(1):25–34.
- Silla, F., A. González-Gil, M. E. González-Molina, S. Mediavilla, A. Escudero, 2010: Estimation of chlorophyll in *Quercus* leaves using a portable chlorophyll meter: effects of species and leaf age. *Ann For sci* 67:108. doi: 10.1051/forest/2009093.
- Spiess, N., M. Oufir, I. Matusikova, M. Stierschneider, D. Kopecky, 2012: Ecophysiological and transcriptomic responses of oak (*Quercus robur*) to long-term drought exposure and rewatering. *Environ Exp Bot* 77:117–126.
- Škorić, A., 1965: Pedološki praktikum, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, pp 51.
- Ueda, M. U., E. Mizumachi, N. Tokuchi, 2009: Allocation of nitrogen within the crown during leaf expansion in *Quercus serrata* saplings. *Tree Physiol* 10:1–7.
- Ueda, M. U., E. Mizumachi, N. Tokuchi, 2011: Foliage nitrogen turnover: differences among nitrogen absorbed at different times by *Quercus serrata* saplings. *Ann Bot-London* 108:169–175.
- Ueda, M. U., 2012: Gross nitrogen retranslocation with a canopy of *Quercus serrata* saplings. *Tree Physiol* 32:859–866.
- Van den Berg, A. K., T. D. Perkins, 2004: Evaluation of a portable chlorophyll meter to estimate chlorophyll and nitrogen contents in sugar maple (*Acer saccharum* Marsh.) leaves. *For Ecol Manage* 200:113–117.
- Vukadinović, V., V. Vukadinović, 2010: Ishrana bilja, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek, pp 442.
- Williston, H.L., R. LaFayette, 1978: Species suitability and pH of soils in southern forests. USDA Forest Service. Southeastern Area, state and Private Forestry. *Forest Management Bulletin*, pp 4.
- Wood, C. W., P. W. Tracy, D. W. Reeves, K. L. Edmisten, 1992: Determination of cotton nitrogen status with a hand-held chlorophyll meter. *J Plant Nutr* 15:1435–1448.
- Yasumura, Y., K. Hikosaka, K. Matsui, T. Hirose, 2002: Leaf-level nitrogen use efficiency of canopy and understorey species in a beech forest. *Funct Ecol* 16:826–834.
- Yasumura, Y., Y. Onoda, K. Hikosaka, T. Hirose, 2005: Nitrogen resorption from leaves under different growth irradiance in three deciduous woody species. *Plant Ecol* 178:29–37.
- Yasumura, Y., K. Hikosaka, T. Hirose, 2006: Seasonal changes in photosynthesis, nitrogen content and nitrogen partitioning in *Lindera umbellata* leaves grown in high or low irradiance. *Tree Physiol* 26:1315–1323.

## SUMMARY

In this paper we investigated potential of portable chlorophyll meter CCM-200 (Opti-Sciences, Tyngsboro, MA, USA) to estimate total nitrogen concentration in different types of Pedunculate oak leaves. Research was conducted on 30 plants grown in field trial, during two vegetation periods (in years 2009 and 2010). Fertilization treatment (carried out in early spring in 2009) and meteorological conditions caused differences between investigated years regarding third-flush shoots (that can be considered as potential trigger for translocation of nitrogen in leaves and branches of investigated plants). Eight calibration curves were constructed based on spring and second-flush leaves, sampled in July and September in 2009 and 2010. These equations shown to be reliable ( $p < 0,001$ ) in describing relationship between chlorophyll content index, measured with chlorophyll meter, and total nitrogen concentration in spring and second-flush leaves, regarding moments of sampling (July and September 2009 and 2010). Influence of leaf flush type on homogeneity of equation parameters (i.e. slope and intercept), regarding moment of sampling, was tested using ANCOVA. Leaf flush type (spring or second-flush) did not have significant influence on slope, but did influence intercepts in three moments of sampling (July 2009, and July and September 2010). Homogeneity of equation parameters was observed only for one moment of sampling, e.g. September in 2009, when third-flush shoots occurred which resulted in levelling of total nitrogen concentration in sampled leaves.

**KEY WORDS:** Chlorophyll content index, leaf third-flush, leaf nitrogen dynamic, the parameters of the calibration equations



# UČINKOVITOST SUHIH I MOKRIH NALETNO BARIJERNIH THEYSOHN® FEROMONSKIH KLOPKI U LOVU SMREKOVIH POTKORNJAKA *Ips typographus* L. I *Pityogenes chalcographus* L.

## EFFICIENCY OF DRY AND WET FLIGHT BARRIER THEYSOHN® PHEROMONE TRAPS IN CATCHING THE SPRUCE BARK BEETLES *Ips typographus* L. AND *Pityogenes chalcographus* L.

Luka KASUMOVIĆ<sup>1</sup>, Boris HRAŠOVEC<sup>2</sup>, Anamarija JAZBEC<sup>2</sup>

### Sažetak

Istraživanjem učinkovitosti suhih i mokrih Theysohn® naletno barijernih feromonskih klopki došlo se do novih spoznaja značajnih za monitoring populacija smrekovih potkornjaka – *Ips typographus* i *Pityogenes chalcographus*. Tijekom 2014. godine 12 mokro-suhih parova crnih Theysohn® naletno barijernih feromonskih klopki postavljeno je u dvije g. j. UŠP Gospić na različitim nadmorskim visinama. Šest parova klopki postavljeno je u g.j. Žitnik na 500 metara nadmorske visine, a preostalih šest na nadmorskoj visini od 1100 metara u g.j. Štirovača u blizini nacionalnog parka Sjeverni Velebit. Između testiranih klopki nije utvrđena statistički značajna razlika broja ulovljenih potkornjaka, iako je suha feromonska klopka ulovila veći broj jedinki smrekovog pisara i šesterozubog smrekovog potkornjaka. Mokra i suha feromonska klopka pokazale su jednaku selektivnost prema predatorskoj entomofauni – *Thanasimus formicarius* i *Nemozoma elongatum*. U suhim feromonskim klopka utvrđena je redukcija broja ulovljenih potkornjaka djelovanjem predatora. Kod vrste *T. formicarius* uočena je mogućnost bijega iz suhih feromonskih klopki. Rezultati provedenog istraživanja omogućuju racionalniji pristup monitoringu populacija smrekovih potkornjaka sustavom suhih i mokrih naletno barijernih Theysohn feromonskih klopki.

**KLJUČNE RIJEČI:** *Thanasimus*, *Nemozoma*

### UVOD INTRODUCTION

Potkornjaci su grupa kukaca koja obuhvaća gotovo 6.000 vrsta i s obzirom na način života moguće ih je podijeliti na dvije osnovne grupe (Faccoli, 2015; Kirkendall i dr., 2015). Prvu grupu čine potkornjaci koraši koji razvijaju svoje hodnike pod korom i iz njihovih ulaznih otvora sipi pilovina

smeđe boje. Drugu grupu čine potkornjaci drvaši koji su tehnički štetnici i svoje hodnike izgrizaju u drvu te iz njihovih ulaznih otvora sipi pilovina bijele boje. Smrekov pisar (*Ips typographus* L.) i šesterozubi smrekov potkornjak (*Pityogenes chalcographus* L.) spadaju u potkornjake koraše koji razvijaju hodnike pod korom i hrane se tankim slojem floema. Smrekov pisar i šesterozubi smrekov potkornjak dvije su najčešće vrste potkornjaka koje dolaze u smrekovim šu-

<sup>1</sup> Luka Kasumović, dipl. ing. šum., Kvarte 106, 53202 Perušić, kasum5@net.hr

<sup>2</sup> prof. dr. sc. Boris Hrašovec, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, 10 000 Zagreb, bhrasovec@sumfak.hr

<sup>2</sup> prof. dr. sc. Anamarija Jazbec, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, 10 000 Zagreb, ajazbec@sumfak.hr



mama. Dok se smrekov pisar smatra najvažnijim štetnikom smreke u Europi (Christiansen & Bakke, 1988; Wermelinger, 2004; Wermelinger i dr., 2012; Persson i dr., 2009; Vakula i dr., 2014; Gutowski & Krzystofiak, 2005; Andebrandt, 1985; Montano i dr., 2016; i brojni drugi), šesterozubi smrekov potkornjak također može uzrokovati značajne štete (Grégoire & Evans, 2004; Schroeder, 2013). Uglavnom napadaju fiziološki oslabljena stabla nakon ledoloma, snjegoloma, vjetroloma ili dugotrajnih suša (Gutowski & Krzystofiak, 2005; Lindelöw & Weslien, 1986; Weslien & Lindelöw, 1990). U gradaciji ove dvije vrste su sposobne iz tipičnih sekundarnih prerasti u primarne štetnike i usmrtni potpuno zdrava stabla (Schroeder & Lindelöw, 2002; Hedgren & Schroeder, 2004; Faccoli & Bernadinelli, 2011; Wermelinger, 2004; Eriksson i dr., 2008; Hedgren, 2004; i brojni drugi). Upravo zbog sposobnosti prerastanja u primarne štetnike potreban je konstantan monitoring stanja populacija.

Monitoring stanja populacija potkornjaka sustavom klopki opremljenih feromonskim pripravcima svojevrsna je dopuna uzgojno-tehničkim i mehaničko-tehničkim mjerama u sustavu integrirane zaštite šuma od potkornjaka. Integrirana je zaštita sustav koji kombinira sve raspoložive metode zaštite bilja u cilju sprječavanja ekonomskih šteta i što manje onečišćenje okoliša te što niži utrošak energije (Maceljki i dr. 1983). Feromonske klopke se po načinu rada mogu podijeliti u dvije osnovne skupine: doletne i naletne ili barijerne (Pernek, 2000).

Bakke i dr. (1977) navode tri komponente koje su važne u sastavu agregacijskog feromona smrekovog pisara: (S)-cis-verbenol, ipsenol i 2-metil-3-buten-2-ol. Populacijski ili agregacijski feromon privlači i mužjake i ženke. Feromon je važan dio olfaktorne komunikacije između jedinki potkornjaka.

Smreka luči različite hlapljive supstance – primarne atraktante ili kairomone (alfa pinen, limonen, mirken, delta karen i dr.) na koje reagiraju samo mužjaci (Schylter & Andebrandt, 1989; Pernek, 2000; Lukášová & Holuša, 2015). Mužjaci „pioniri“ privučeni hlapljivim supstancama ubušuju se u stabla smreke i uglavnom bivaju ubijeni zbog obilnog lučenja smole. Međutim, kako raste broj napada tako opada količina izlučene smole po ulaznoj rupi i naposljetku potkornjaci uspijevaju savladati obranu stabla domaćina. Mužjaci izgrizaju bračnu komoricu i luče agregacijske feromone koji privlače i mužjake i ženke (Schylter & Andebrandt, 1989; Pernek, 2000). Kada poraste konkurencija u stablu opada razina lučenja agregacijskih feromona, a istodobno raste razina lučenja antiagregacijskih feromona (Schylter & Andebrandt, 1989; Pernek, 2000). Uloga antiagregacijskih feromona je usmjeravanje napada nadolazećih jedinki potkornjaka na stabla u blizini. Upravo zbog lučenja antiagregacijskih feromona jako rijetko se u šumama smreke javljaju pojedinačna suha stabla, već se suha stabla javljaju u manjim grupama ili u skupinama (Klimetzek & Vite 1989. prema Pernek, 2000; Schylter & Andebrandt, 1989).

Na tržištu se danas mogu naći različite izvedbe feromonskih klopki koje opremljene s feromonskim pripravcima čine vrlo učinkovit sustav integrirane zaštite šuma od potkornjaka. U šumarstvu Hrvatske u zaštiti šuma od smrekovih potkornjaka uglavnom se koristi naletno barijerna feromonska klopka Theysohn® (THEYSOHN Kunststoff GmbH, J. F. Kennedy Straße 50, 38228 Salzgitter, Niedersachsen, Deutschland). Za privlačenje jedinki smrekovog pisara u feromonskim klopama koristi se pripravak Pheroprax® (BASF Aktiengesellschaft, Unternehmensbereich Pflanzenschutz, 67056 Ludwigshafen, Deutschland), a za privlačenje jedinki šesterozubog smrekovog potkornjaka koristi se pripravak Chalcoprax® (BASF Aktiengesellschaft, Unternehmensbereich Pflanzenschutz, 67056 Ludwigshafen, Deutschland).

Za vrste roda *Tomicus* primijećeno je da mogu pobjeći iz suhe naletno barijerne feromonske klopke nakon što upadnu u lovnu posudu (Hrašovec & Pernek, neobjavljeni rezultati). Mokra feromonska klopka polučila je bolje rezultate monitoringa krivozubih jelovih potkornjaka (*Pityokteines sp.*) (Pernek i dr., 2006; Pernek & Lacković, 2011). Ovim istraživanjem nastoji se dobiti uvid o mogućnostima primjene suhe i mokre feromonske klopke za monitoring populacija smrekovog pisara i šesterozubog smrekovog potkornjaka.

## PODRUČJE I METODE ISTRAŽIVANJA AREA AND METHODS OF RESEARCH

Pokus je postavljen u smrekovim šumama Like u proljeće 2014. godine. Za pokus su odabrana dva žarišta napada smrekovih potkornjaka, jedno na području srednjeg Velebita na višoj nadmorskoj visini u g.j. „Štirovača“ i jedno na nižoj nadmorskoj visini u g.j. „Žitnik“. Visinska razlika između pokusnih ploha je gotovo 500 metara. Pokusna ploha na području g.j. „Štirovača“ postavljena je u neposrednoj blizini nacionalnog parka „Sjeverni Velebit“.

U pokusu su korištene naletno barijerne Theysohn® feromonske klopke crne boje opremljene s feromonskim pripravcima Pheroprax® i Chalcoprax®. Na obje pokusne plohe uspostavljen je istovjetan način monitoringa populacije smrekovih potkornjaka pomoću dvije vrste feromonskih klopki – suhih i mokrih Theysohn® klopki. Klasične suhe Theysohn® feromonske klopke modificirane su u mokre na način da su otvori na dnu lovne posude začepljeni sa silikonom, a sa strane pri samom vrhu lovne posude napravljeni su otvori koji su prekriveni s mrežicom sitnog oka za preljevanje viška vode iz lovne posude. Korišteno je više slojeva mrežice sitnog oka kako bi se spriječio gubitak ulova iz lovne posude, pogotovo kod vrste šesterozubi smrekov potkornjak. U lovnoj posudi mokrih feromonskih klopki korištena je voda bez dodataka.

Na terenu su postavljene ukupno 24 feromonske klopke, od čega polovica suhih, a polovica mokrih. Klopke su na terenu postavljene u parovima. Dakle, ukupno šest suho-mo-



**Slika 1.** Modificirana mokra naletno barijerna crna Theysohn® feromonska klopka s mrežicom na lovnoj posudi. Detalj prikazuje dno lovne posude koje je začepljeno silikonom

**Fig. 1.** Modified wet Theysohn® flight barrier pheromone trap with plastic net on the side of plastic container. Detail shows the bottom of collecting box with holes sealed with silicone.

krih parova klopki postavljeno je za smrekovog pisara i šest suho-mokrih parova klopki za šesterozubog smrekovog potkornjaka. Od ukupno navedenih 12 suho-mokrih parova klopki, šest je postavljeno je u g.j. „Žitnik“ na nižoj nadmorskoj visini, a šest u g.j. „Štirovača“ na višoj nadmorskoj visini. Od šest suho-mokrih parova klopki u pojedinoj g.j. tri su namijenjena lovljenju smrekovog pisara, a tri lovljenju šesterozubog smrekovog potkornjaka.

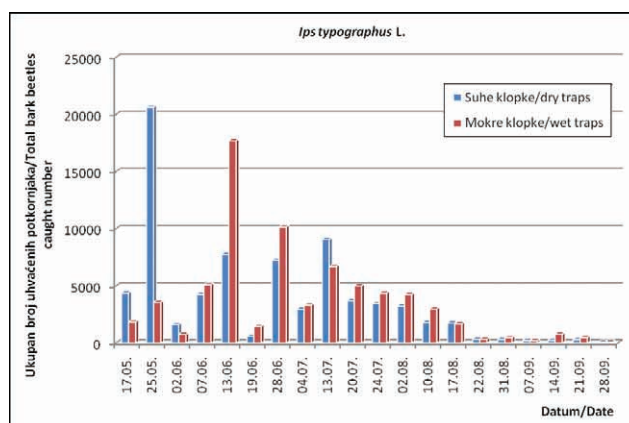
Istraživanje je započelo 17. svibnja i trajalo je do kraja vegetacijskog perioda, odnosno do 28. rujna. Lovne posude feromonskih klopki praznjene su svakih osam dana. Tijekom 2014. godine ukupno je obavljeno 20 tjednih sakupljanja iz 24 feromonske klopke. Ukupno je analizirano 480 tjednih ulova, pola iz suhih, a pola iz mokrih feromonskih klopki. Ulovi su do trenutka pregleda čuvani u 60 % etanolu. Osim dvije vrste potkornjaka, smrekovog pisara i šesterozubog smrekovog potkornjaka prilikom analize ulova brojane su i evidentirane predatorske vrste *Thanasimus formicarius* L. i *Nemozoma elongatum* L. Svi ulovi su prebrojani i evidentirani po datumima sakupljanja.

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA RESEARCH RESULTS

Analizom ulova feromonskih klopki izbrojano je 145.206 jedinki smrekovog pisara, od čega 73.994 jedinke u suhim

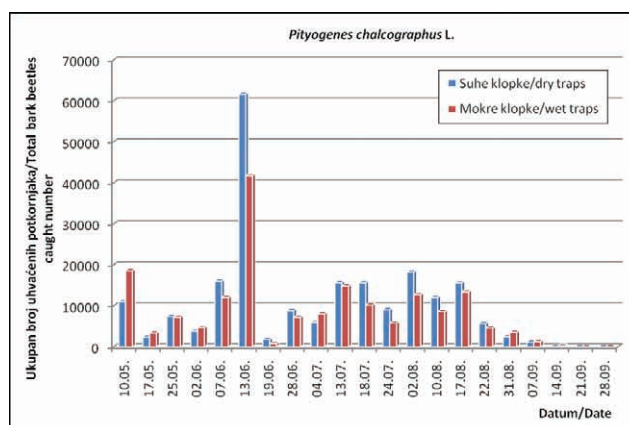
klopkama, a preostalih 71.212 jedinki u mokrim klopkama. Ukupno je izbrojano 394.096 jedinki šesterozubog smrekovog potkornjaka, od čega 214.950 jedinki u suhim klopkama i 179.146 jedinki u mokrim klopkama.

Ukupno je uhvaćeno 150 jedinki vrste *Thanasimus formicarius* L. i 118 jedinki vrste *Nemozoma elongatum* L. Od 150 jedinki vrste *T. formicarius*, 47 jedinki uhvaćeno je u suhim klopkama, a 103 jedinke u mokrim klopkama. 72 jedinke vrste *N. elongatum* uhvaćeno je u suhim klopkama, a 46 jedinki u mokrim klopkama.



**Slika 2.** Usporedba ukupnih ulova suhih i mokrih feromonskih klopki na obje pokusne plohe za vrstu potkornjaka *Ips typographus*

**Fig 2.** Total catches comparison in dry and wet pheromone traps on both experimental plots for bark beetle species *Ips typographus*

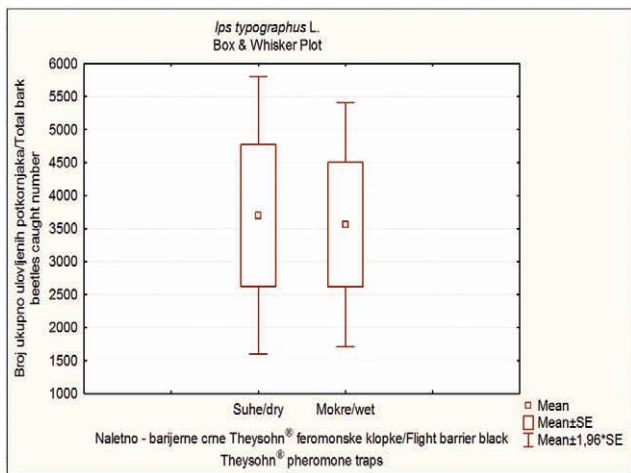


**Slika 3.** Usporedba ukupnih ulova suhih i mokrih feromonskih klopki na obje pokusne plohe za vrstu potkornjaka *Pityogenes chalcographus*

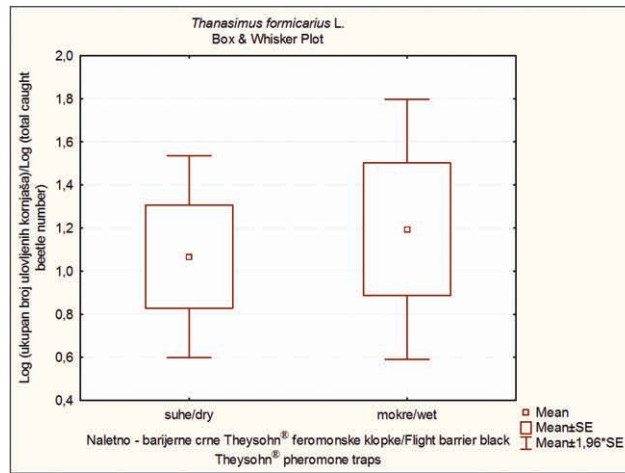
**Fig 3.** Total catches comparison in dry and wet pheromone traps on both experimental plots for bark beetle species *Pityogenes chalcographus*

**Tablica 1.** T-test ukupnih ulova vrste potkornjaka *Ips typographus* u suhim i mokrim naletno barijernim Theysohn® feromonskim klopkama  
**Table 1.** T-test of total catches for bark beetle species *Ips typographus* in dry and wet flight barrier Theysohn® pheromone traps

T - test for Independent Samples											
Note: Variables were treated as independent samples											
Group 1 vs. Group 2	Mean	Mean	t - value	df	p	Valid N	Valid N	Std. Dev.	Std. Dev.	F - ratio	p
	Group 1	Group 2				Group 1	Group 2				
Suhe/dry vs. mokre/wet	3699,700	3560,600	0,097306	38	0,922995	20	20	4803,404	4218,691	1,296411	0,577102

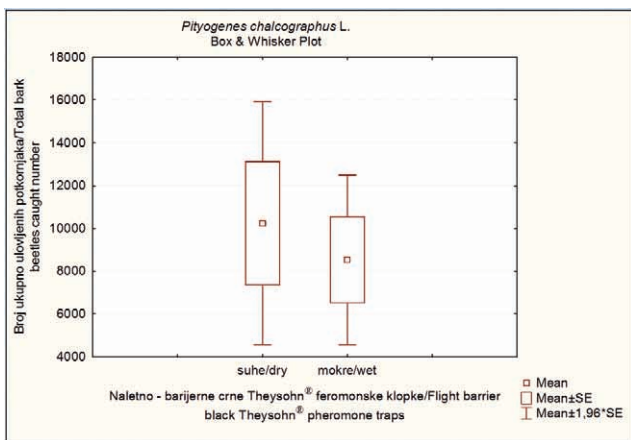


**Slika 4.** Grafički prikaz ukupnih ulova suhih i mokrih naletno barijernih Theysohn® feromonskih klopki za vrstu potkornjaka *Ips typographus*  
**Figure 4.** Total catches graphic display in dry and wet flight barrier Theysohn® pheromone traps for bark beetle species *Ips typographus*



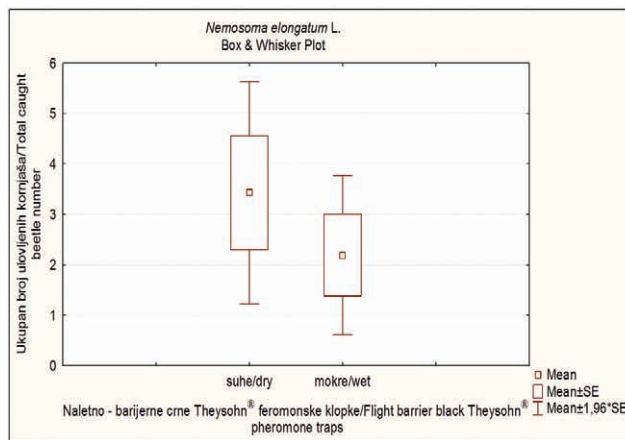
**Slika 6.** Grafički prikaz ukupnih ulova suhih i mokrih naletno barijernih Theysohn® feromonskih klopki za predatorsku vrstu kornjaša *Thanasimus formicarius*

**Figure 6.** Total catches graphic display in dry and wet flight barrier Theysohn® pheromone traps for predator beetle species *Thanasimus formicarius*



**Slika 5.** Grafički prikaz ukupnih ulova suhih i mokrih naletno barijernih Theysohn® feromonskih klopki za vrstu potkornjaka *Pityogenes chalcographus*

**Figure 5.** Total catches graphic display in dry and wet flight barrier Theysohn® pheromone traps for bark beetle species *Pityogenes chalcographus*



**Slika 7.** Grafički prikaz ukupnih ulova suhih i mokrih naletno barijernih Theysohn® feromonskih klopki za predatorsku vrstu kornjaša *Nemosoma elongatum*

**Figure 7.** Total catches graphic display in dry and wet flight barrier Theysohn® pheromone traps for predator beetle species *Nemosoma elongatum*

**Tablica 2.** T-test ukupnih ulova vrste potkornjaka *Pityogenes chalcographus* u suhim i mokrim naletno barijernih Theysohn® feromonskim klopka  
**Table 2.** T-test of total catches for bark beetle species *Pityogenes chalcographus* in dry and wet flight barrier Theysohn® pheromone traps

T - test for Independent Samples											
Note: Variables were treated as independent samples											
Group 1 vs. Group 2	Mean	Mean	t - value	df	p	Valid N	Valid N	Std. Dev.	Std. Dev.	F - ratio	p
	Group 1	Group 2				Group 1	Group 2	Group 1	Group 1	Variances	Variances
Suhe/dry vs. mokre/wet	10235,710	8530,762	0,483005	40	0,631726	21	21	13253,3	9274,287	2,042146	0,118605

**Tablica 3.** T-test ukupnih ulova predatorske vrste kornjaša *Thanasimus formicarius* u suhim i mokrim naletno barijernih Theysohn® feromonskim klopka  
**Table 3.** T-test of total catches for predator beetle species *Thanasimus formicarius* in dry and wet flight barrier Theysohn® pheromone traps

T - test; Grouping: Klopka											
Group 1: mokre/wet											
Group 2: suhe/dry											
Variable	Mean	Mean	t - value	df	p	Valid N	Valid N	Std. Dev.	Std. Dev.	F - ratio	p
	Group 1	Group 2				Group 1	Group 2	Group 1	Group 1	Variances	Variances
Ln	1,194221	1,066819	0,309027	26	0,759764	16	12	1,231658	0,828332	2,210916	0,188821



**Tablica 4.** T-test ukupnih ulova predatorske vrste kornjaša *Nemozoma elongatum* u suhim i mokrim naletno barijernim Theysohn® feromonskim klopkaTable 4. T-test of total catches for predator beetle species *Nemozoma elongatum* in dry and wet flight barrier Theysohn® pheromone traps

T - test for Independent Samples											
Note: Variables were treated as independent samples											
Group 1 vs. Group 2	Mean Group 1	Mean Group 2	t - value	df	p	Valid N Group 1	Valid N Group 2	Std. Dev. Group 1	Std. Dev. Group 1	F - ratio Variances	p
Suhe/dry vs. Mokre/wet	3,428571	2,190476	0,893529	40	0,376919	21	21	5,163056	3,696201	1,951203	0,143496

## RASPRAVA DISCUSSION

Istraživanje učinkovitosti suhe i mokre naletno barijerne Theysohn® feromonske klopke polučilo je rezultate važne za integriranu zaštitu šuma od smrekovih potkornjaka jer između testiranih klopki nije utvrđena statistički značajna razlika broja ulovljenih jedinki kod obje vrste potkornjaka. Mokra Theysohn® feromonska klopka lovi veći broj krivozubih jelovih potkornjaka (*Pityoketes sp.*) u odnosu na klasičnu suhu Theysohn® feromonsku klopku (Pernek, 2006; Pernek & Lacković, 2011). Miller & Duerr (2008) uspoređivali su ulove u mokim i suhim Lingren® multiple funnel feromonskim klopka. Osim zaključka koja klopka lovi više potkornjaka dugo vremena se postavljalo pitanje eventualnog bijega smrekovih potkornjaka iz feromonske klopke.

Međutim, kako razlika broja ulovljenih potkornjaka nije signifikantna odbačena je mogućnost potencijalnog bijega potkornjaka iz suhih feromonskih klopki. Veći broj jedinki obje vrste potkornjaka ulovljen je u suhim klopka, u kojima dolazi do naknadne redukcije broja ulovljenih jedinki djelovanjem predatora *T. formicarius* i *N. elongatum*.

S druge strane razlog većeg ulova potkornjaka u suhim feromonskim klopka moguć je zbog raspadanja potkornjaka u vodi i nastanka različitih hlapljivih supstanci neugodnog mirisa koje kukci detektiraju. U lovnim posudama mokrih klopki korištena je voda bez dodataka pa se postavlja pitanje koliko dugo jedinke potkornjaka žive prije nego se utope jer je poznato je da kukci plutaju na površini vode zbog površinske napetosti. Ponekad i u suhim feromonskim klopka za vrijeme kišnih dana ima dovoljno vode pri čemu dolazi do raspadanja potkornjaka, ali broj mrtvih potkornjaka gledajući cijelo razdoblje monitoringa neusporedivo je veći u mokrim nego u suhim klopka. Poznato je da akumulirani mrtvi potkornjaci mogu signifikantno reducirati učinkovitost feromonske klopke (Kretschmer, 1990). Velik broj mrtvih potkornjaka reducira učinkovitost klopke i do 50 % (Bakke i dr., 1983) zbog produkcije verbenona i ipsenola (Bakke, 1981), odnosno verbenona i 1-hexanola (Zhang i dr., 2003).

Kombinacijom elektroantennografske i kromatografske detekcije antene živih potkornjaka oba spola vrste *I. typographus* izložene su različitim supstancama koje nastaju raspadanjem

potkornjaka. Analiza je pokazala da antene oba spola reagiraju na 1-hexanol i verbenon, dok dimetil-disulfat, 3-metil-1-butenol, 2,5-dimetil pirazin i izovalerična kiselina nisu uzrokovale podražaj antena. Razlog iz kojeg su mokre feromonske klopke pokazale bolje rezultate monitoringa u prethodnim istraživanjima (Pernek, 2006; Pernek & Lacković, 2011) vjerojatno je posljedica više različitih čimbenika: istraživane su druge vrste potkornjaka (*Pityoketes sp.*), vidno drukčija biologija (vrijeme rojenja, feromonska komunikacija), drukčije sastojinske i vremenske prilike koje uvelike mogu utjecati na ulove feromonskih klopki.

Gledajući broj ulovljenih predatora u odnosu na ukupan broj ulovljenih potkornjaka i suhe i mokre feromonske klopke izuzetno su selektivne. Za obje predatorske vrste (*T. formicarius* i *N. elongatum*) nema statistički značajne razlike broja ulovljenih kornjaša između uspoređivanih feromonskih klopki. Međutim, nije odbačena mogućnost bijega vrste *T. formicarius* iz suhih feromonskih klopki. Nerijetko tijekom istraživanja u lovnim posudama suhih feromonskih klopki pronađeni su ostatci tijela smrekovog pisara (glave), dok predatori *T. formicarius* L. u lovnim posudama nisu uočeni. Vrste *T. formicarius* i *Thanasimus rufipes* Brahm. bile su signifikantno brojnije u feromonskim klopka koje su usmrćivale kukce u odnosu na kontrolne klopke (Müller i dr., 2008). Vrsta *Thanasimus dubius* F. bila je statistički značajno brojnija u mokrim u usporedbi sa suhim Lingren® multiple funnel feromonskim klopka (Miller & Duerr, 2008). Kod vrste *N. elongatum* odbačena je mogućnost bijega iz suhih feromonskih klopki, ali je utvrđena redukcija broja ulovljenih jedinki šesterozubog smrekovog potkornjaka djelovanjem ovog predatora u lovnjoj posudi suhih feromonskih klopki.

U integriranoj zaštiti šuma od smrekovih potkornjaka moguća je upotreba i suhih i mokrih naletno barijernih crnih Theysohn® feromonskih klopki. Manipulacija suhom feromonskom klopkom na terenu te sakupljanje i analiza suhih uzoraka znatno je lakša.

## ZAHVALA ACKNOWLEDGEMENTS

Autori se zahvaljuju Marku Kasumoviću bacc. oec., Tajani Akmačić mag. iur. i Martini Dasović bacc. admin. public.

na bezuvjetnoj pomoći prilikom sakupljanja uzoraka na terenu i analizi uzoraka u laboratoriju. Posebne zahvale rukovoditelju Odjela uređivanja šuma UŠP Gospić Ivici Serdaru, dipl. ing. šum. na bezuvjetnoj pomoći i podržci pri postavljanju pokusa.

## LITERATURA REFERENCES

- Andebrandt, O. 1985: Dispersal of re-emerged spruce bark beetles, *Ips typographus* (Coleoptera: Scolytidae): a mark-recapture experiment. *Zeitschrift für Angewandte Entomology*. 99, 21–25.
- Bakke, A. 1981: Pheromones and traps as part of integrated control of the spruce bark beetle. Some results from control program in Norway in 1979 and 1980. Reports of the Norwegian Forest Research Institute. 5/81, p. 39.
- Bakke, A.; Froyen, L.; Skattebol, L. 1977: Field response to a new pheromonal compound isolated from *Ips typographus*. *Naturwissenschaften*. 64, 98–99.
- Bakke, A.; Saether, T. & Kvamme, T. 1983: Mass trapping of the spruce bark beetle *Ips typographus*. Pheromone and trap technology. Reports of the Norwegian Forest Research Institute. 38.3, p. 35.
- Christiansen, E. & Bakke, A. 1988: The spruce bark beetle of Eurasia. p. 479–503. In: Dynamics of Forests Insect Populations. Patterns, Causes, Implications. Edited by: Berryman A. A. Plenum Press. New York-London, p. 603.
- Ericsson, M.; Neuvonen, S.; Roininen, H. 2008: *Ips typographus* (L.) attack on patches of felled trees: „Wind-felled“ vs. cut trees and the risk of subsequent mortality. *Forest Ecology and Management*. 225, 1336–1341.
- Faccoli, M. 2015: European bark and ambrosia beetles: types, characteristics and identification of mating systems. WBA handbook, 5. Verona. p. 160.
- Faccoli, M. & Bernadinelli, I. 2011: Breeding performance of the second generation in some bivoltine populations of *Ips typographus* (Coleoptera: Curculionidae) in the south-eastern Alps. *Journal of Pest Science*. 84, 15–23.
- Grégoire, J. C. & Evans, H. F. 2004: Damage and control of BAW-BILT organisms – an overview, p. 23. In: Bark and Wood Boring Insects in Living Trees in Europe, a Synthesis. Edited by: Lieutier, F.; Day, R.; Battisti, A.; Grégoire J. C. & Evans, H. F. London, UK. Kluwer Academic Publisher. p. 569.
- Gutowski, M. J. & Krzysztofak, L. 2005: Directions and intensity of migration of the spruce bark beetle and accompanying species at the border between reserves and managed forests in north-eastern Poland. *Ecological Questions*. 6, 81–92.
- Hedgren, P. O. 2004: The bark beetle *Pityogenes chalcographus* (L.) (Scolytidae) in living trees; reproductive success, tree mortality and interaction with *Ips typographus*. *Journal of Applied Entomology*. 128, 161–166.
- Hedgren, P. O. & Schroeder, L. M. 2004: Reproductive success of the spruce bark beetle *Ips typographus* (L.) and occurrence of associated species: a comparison between standing beetle-killed trees and cut trees. *Forest Ecology and Management*. 203, 241–250.
- Kirkendall, L. R.; Biedermann, P. H. W.; Jordal, B. H. 2015: Evolution and diversity of Bark and Ambrosia Beetles, p. 85. In: Bark beetles – biology and ecology of native and invasive species. Edited by: Fernando E. Vega & Richard W. Hofstetter. Elsevier. United Kingdom. p. 620.
- Klimatzek, D. & Vite, J. P. 1989: Tierische Schaedlinge. Schmit – Vogt, H.: Die Fichte. II/2: 40–482.
- Kretschmer, K. 1990: The effect of carrion smell on the catching – efficiency of spruce bark beetle traps. *Anzeiger für Schädlingkunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz*. 63, 46–48.
- Lindelöw, Å. & Weslien, J. 1986: Sex-specific emergence of *Ips typographus* L. (Coleoptera: Scolytidae) and flight behavior in response to pheromone sources following hibernation. *Canadian Entomologist*. 118, 59–67.
- Lukášová, K. & Holuša, J. 2015: Comparison of pathogens infection level in *Ips typographus* (Coleoptera: Curculionidae) beetles sampled in pheromone traps and at place of overwintering. *Acta Parasitologica*. 60(3), 462–465.
- Maceljiski, M.; Uščuplić, M.; Cvjetković, B.; Krnjajić, Đ.; 1983: Integralna zaštita. Jugoslevensko savjetovanje o primjeni pesticida. Zbornik radova. Neum, 677–712.
- Miller R. D. & Duerr A. D.; 2008: Comparison of Arboreal Beetle Catches in Wet and Dry Collection Cups with Lindgren Multiple Funnel Traps. *Journal of Economic Entomology*. 101(1), 107–113.
- Montano V.; Bertheau, C.; Doležal, P.; Krumböck, S.; Okrouhlik, J.; Stauffer, C.; Moodley, Y. 2016: How different management strategies affect *Ips typographus* L. dispersal. *Forest Ecology and Management*. 360, 195–204.
- Müller, M.; Schua, A.; Kotte, S. & Vetter, S. 2008: The really frequency of Ant Beetles, *Thanasimus formicarius*, *Thanasimus rufipes*, *Thanasimus pectoralis* (Cleridae) and bark beetles (Scolytidae) in bark beetle traps. *Allgemeine Forst und Jagdzeitung/ German Journal of Forest Research*. 179, 51–56.
- Pernek, M. 2000: Feromonske klopke u integralnoj zaštiti smrekovih šuma od potkornjaka. Rad Šumarskog instituta. Jastrebarsko. 35(2): 89–100.
- Pernek, M. & Lacković, N.; 2011: Uloga jelovih krivozubih potkornjaka u sušenje jela i mogućnosti primjene feromonskih klopki za njihov monitoring. *Šumarski list, posebno izdanje*, 114–121.
- Pernek, M.; Matošević, D.; Hrašovec, B. 2006: Istraživanje feromona i klopki za prognozu jelovog potkornjaka *Pityokteines curvidens* German (Coleoptera, Scolytidae). Rad šumarskog instituta. Jastrebarsko, posebno izdanje (9), 213–222.
- Persson, Y.; Vasaitis, R.; Långström, B.; Öhrn, P.; Ihrmark, K.; Stenlid, J. 2009: Fungi Vected by the Bark Beetle *Ips typographus* Following Hibernation Under the Bark of Standing Trees and in the Forest Litter. *Fungal Microbiology*. 58, 651–659.
- Schroeder, L. M. 2013: Monitoring of *Ips typographus* and *Pityogenes chalcographus*: influence of trapping site and surrounding landscape on catches. *Agricultural and Forest Entomology*. 15, 113–119.
- Schroeder, L. M. & Lindelöw, Å. 2002: Attacks on living spruce trees by the bark beetle *Ips typographus* (Col.: Scolytidae) following a storm-felling: a comparison between stands with and without removal of wind-felled trees. *Agricultural and Forest Entomology*. 4, 47–56.
- Schylter, F. & Andebrandt, O. 1989: Mass attack of trees by *Ips typographus* induced by sex-specific pheromone: a model of attack dynamics. *Holarctic Ecology*. 12, 415–426.
- Vakula, J.; Sitkova, Z.; Galko, J.; Gubka, A.; Zubrik, M.; Kunca, A.; Rell, S. 2014: Impact of irrigation on the gallery parameters of

- spruce bark beetle (*Ips typographus* L., Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae). Lesnicky časopis – Forestry Journal. 60, 60–66.
- Wermelinger, 2004: Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus*—a review of recent research. Forest Ecology and Management. 202, 67–82.
  - Wermelinger, B.; Epper, C.; Kenis, M.; Ghosh, S. & Holdener, O. 2012: Emergence patterns of univoltine and bivoltine *Ips typographus* (L.) populations and associated natural enemies. Journal of Applied Entomology. 136(3), 212–224.
  - Weslien, J. & Lindelöw, Å. 1990: Recapture of marked bark beetles (*Ips typographus*) in pheromone traps using area-wide mass trapping. Canadian Journal of Forest Research. 20, 1786–1790.
  - Zhang Q.-H.; Jakuš R.; Schlyter F.; Birgersson G. 2003: Can *Ips typographus* (L.) (Coleoptera, Scolytidae) smell the carion odours of the dead beetles in pheromone traps? Electrophysiological analysis. Journal of Applied Entomology. 127, 185–188.

## Abstract

Efficiency of dry and wet flight barrier Theysohn® pheromone traps in catching the spruce bark beetles *Ips typographus* L. and *Pityogenes chalcographus* L.

Eight toothed spruce bark beetle (*Ips typographus* L.) and six toothed spruce bark beetle (*Pityogenes chalcographus* L.) are most imported pests of mature spruce forests in whole Europe. When the populations are low they usually attack the trees which are weakened by snow, wind, highlight or some other biotic or abiotic factors. When the populations increase higher they can attack and kill living standing trees and thus become primary pests. Monitoring of populations with pheromone traps is an important tool in integrated forests protection. During the last two decades the foresters in Croatia mainly use the classic black Theysohn® flight barrier pheromone traps for monitoring of spruce bark beetle populations in spruce forests.

The aim of the study was to investigate is there any significant difference in catches between dry and wet flight barrier pheromone traps, is there any possibility that bark beetles can escape from pheromone traps after they fall down in plastic box at the bottom of pheromone traps, and is there any difference in selectivity of compared traps to predator species (*Thanosimus formicarius* L., *Nemozoma elongatum* L.).

In 2014. a field experiment was set up in spruce stands in two sites, one in higher elevation and one in lower elevation. In each site three black Theysohn® flight barrier pheromone traps using water in collecting box were compared with three traps with dry boxes, for each bark beetle species. The holes on the bottom of collecting boxes on wet traps were sealed with silicone. Also new made holes at the side of collecting boxes were covered with plastic net to stop the loss of captured bark beetles with water overflow. The traps were loaded with pheromone lures – Pheroprax® lure for *I. typographus* and Chalcoprax® for *P. chalcographus*.

Totally for each species were set up six pairs of dry-wet pheromone traps, three pairs on lower and three pairs on higher elevation.

The experiment started 17<sup>th</sup> of May and was finalized in the last week of September. The traps were emptied every eight days. The caught beetles were kept in 60% ethanol until the moment when they were determined and counted. Except the two main bark beetle species, also the predator species *T. formicarius* and *N. elongatum* were counted. In total 73.994 specimens of *I. typographus* were caught in dry, and 71.212 specimens in wet traps. In dry traps 214.950 specimens of *P. chalcographus* were caught, and 179.146 specimens in wet traps. There was no significant difference between dry and wet pheromone traps for both bark beetle species. It can be concluded easily that *I. typographus* and *P. chalcographus* could not escape from traps after they fall down in collecting box at the bottom of traps, what isn't case with *Tomicus* species (Hrašovec & Pernek, unpublished results).

In both case bigger number of bark beetles (no statistically significant) were caught in dry traps. The reason may be the production of 1-hexanol and verbenon in wet traps. More dead bark beetles was found in wet pheromone traps what is logical because after they fall down in plastic hunting box which is full of water they get drown after some time, what is no case with bark beetles in dry pheromone traps. Increasing the number of dead beetles can reduce the efficiency of pheromone traps (Kretschmer, 1990; Bakke et al, 1983). The smell of dead bark beetles significantly reduce the efficiency of pheromone traps, but in the moment it wasn't known which component were responsible for it. Lower efficiency of pheromone traps is consequence of production 1-hexanol and verbenon from dead bark beetles (Zhang et al., 2003).

Pernek (2006), Pernek & Lacković (2011) had a better monitoring results of silver fir bark beetle species (genus *Pityokteines*) with wet traps compared to dry traps. The classic black Theysohn® traps were used like in this experiment. The reason why the wet pheromone traps had shown a better results in previous research (Pernek, 2006; Pernek & Lacković, 2011) probably is consequence of different factors: biology and pheromone communication, swarming time, weather conditions and different type of stands. All this factor could have a important impact on pheromone trap catches.



There is no significant difference in selectivity of compared traps to predators. The dry pheromone traps catch less individuals of *T. formicarius* L. and more individuals of *N. elongatum* compared to wet traps. It had been observed the escape possibility of *T. formicarius* from dry traps. During the analysis of some samples just the eaten bark beetles had been found in dry traps, and there wasn't any *Thanasimus* specimens. *N. elongatum* couldn't escape from dry traps, and there was some reduction of caught six tooth bark beetles in dry pheromone traps by this predator.

The results support the use of both type of traps in monitoring of spruce bark beetle species. Although, dry trap setting in the field, collecting and analyzing of dry catches is much easier.

---

**KEY WORDS:** monitoring, *Thanasimus*, *Nemozoma*

# THE EFFECTS ON SOIL COMPACTION OF TIMBER SKIDDING BY TRACTOR ON SKID ROAD IN PLANTATION FOREST IN NORTHERN TURKEY

## UTJECAJ PRIVLAČENJA DRVA TRAKTOROM NA ZBIJANJE TLA NA TRAKTORSKIM VLAKAMA I PUTEVIMA U PLANTAŽNIM ŠUMAMA SJEVERNE TURSKE

TOLGA OZTURK

### SUMMARY

In this study, degree of soil compaction and rutting caused on the skid road by rubber-tired tractor was investigated in northern pine plantation forest in Turkey. In research area, the cross sections were selected in every 20 meter along the skid road. Penetrometer measurements were made in each cross section. Also, the soil samples were collected to on the skid road and forest site. The rutting was measured in each cross section. The results of in this study, on the skid road had shown changes of soil depth and soil compaction during skidding operations. The major soil compaction was also more occurred in the first four passes. The rutting has been less by increasing the number of passes on the skid road. Rut depth became significant after 4th, 8th, 12th, 16th and 20th passes, reaching an average 2.6, 3.5, 4.1, 4.6 and 4.9 cm, respectively. The values penetrometer were found on skid road for every cross section (5 different points) and also, on forest soil at edge of skid road (1 point). The soil compaction values were evaluated due to penetrometer measurements.

**KEY WORDS:** soil compaction, rutting, skidding, skid road

### INTRODUCTION

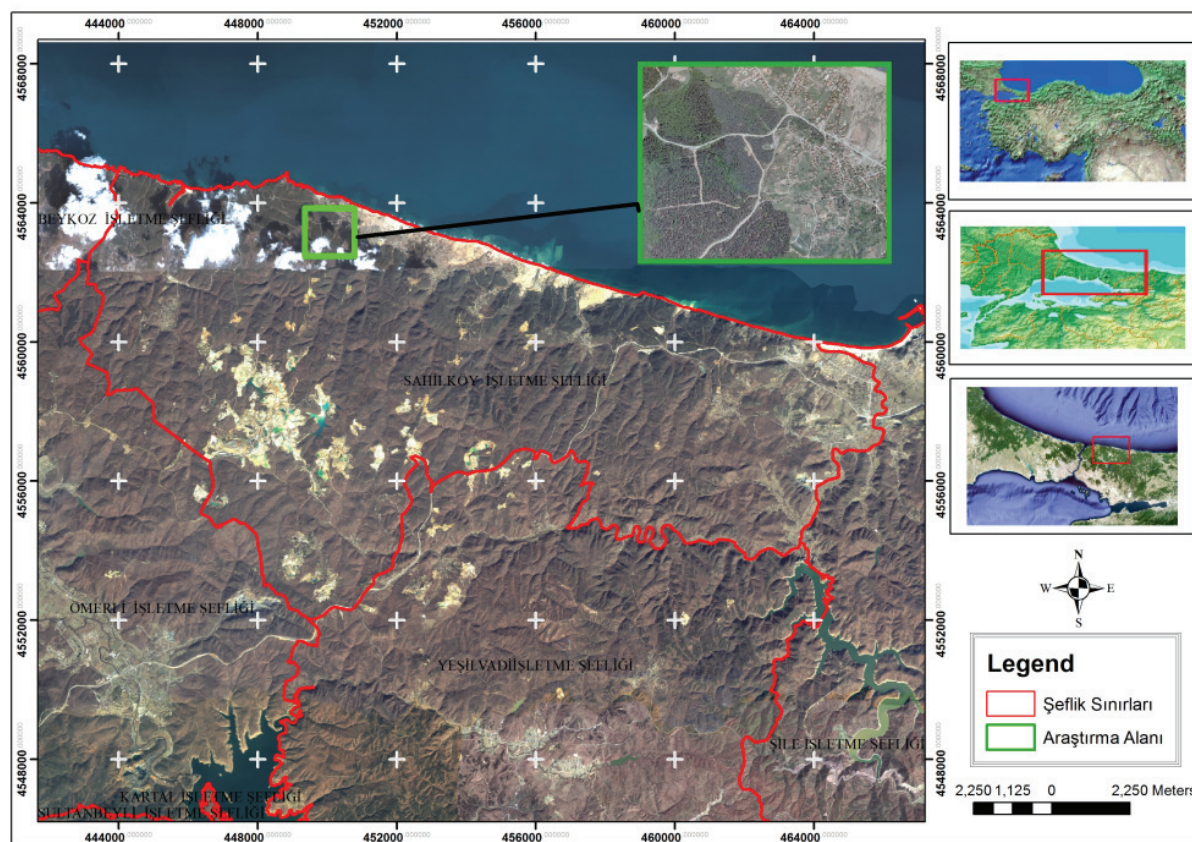
#### UVOD

Logging is perceived to be one of the major causes of damage to forest vegetation (Alexander, 2012). The planning operations for wood extraction require careful consideration not only to minimize cost but also to reduce the negative impacts on forest soil. Soil disturbance can be described as changes in the forest soil properties. Forest harvesting operations have high potentials for soil disturbances since heavy forestry machines trigger soil compaction due to

exerted normal pressure, shear stress, and vibrations (Am-poorter et al., 2007; Jamshidi et al., 2008; Labelle and Jaeger, 2011). The impacts on the physical properties of the soil reduce the soil air capacity (Schnurr et al., 2006), decrease soil infiltration (Ares et al. 2005), and reduce root growth (Jacobsen and Greacen, 1985).

The impact of harvesting operations on forest soils can be categorized as soil compaction, lateral soil displacement, soil puddling and rutting (Majnounian and Jourgholami, 2013). Soil compaction can also affect the long-term pro-

\* Dr. sc. Tolga Ozturk, Istanbul University, Faculty of Forestry, Department of Forest Construction and Transportation, 34473, Bahcekoy, Istanbul, Turkey, tozturk@istanbul.edu.tr



**Figure 1.** Study area

**Slika 2.** Područje istraživanja

ductivity of a stand's soil and alter hydrology (Wang et al., 2004). Skidders, tractors, and other machines used in harvesting operations may affect forest soils considerably, mainly depending on terrain conditions, soil characteristics, soil moisture content, and vehicle types (Akay et al., 2007b). Besides, the gross weight of the vehicle, tire size and air pressure in the tires, travel speeds, and number of passes are the operational factors that affect severity of soil compaction (Greene and Stuart, 1985; Susnjari et al., 2006). Studies reported that one of the critical factors affecting the degree of soil compaction is the number of machine passes over a specific point (Majnounian and Jourgholami, 2013). Most compaction occurs during the first ten passes of a vehicle with the most occurring in the first three passes. Subsequent passes generally have little additional effect (Ampoorter et al., 2007). The major soil disturbance usually occurs during the first passes of machinery and increases by the number of passes (Gayoso and Iroume, 1991). Most compaction occurred after the initial few passes (Matangaran and Kobayashi, 1999). Other studies reported that the most significant soil compaction occurs after 18 skidder passes (Lotfalian and Parsakhoo, 2009) and Naghdi et al. (2007) studied the soil compaction on two types of soils following the timber skidding and they found out that the critical change in the soil's bulk density occurred at the 11<sup>th</sup> pass of the skidder (Muntenau and Apafai, 2015).

Operation period and selected machinery can make a big difference in protecting the soil from potential damages (Sutherland, 2003). During periods when soil is wet, heavy harvesting machines with rubber-tires generate deep ruts over forest soil, which leads to several problems such as excessive delays in operations, serious impacts on physical properties of forest soil and damages on tree roots (Akay and Erdas, 2007). Rutting occurs when soil strength is not sufficient to support the applied load from vehicle traffic (Lotfalian and Parsakhoo, 2009).

In Turkey, timber extraction is mainly done by farm tractors. The farm tractors equipped with winch are widely used for skidding operations in mountainous regions (Ozturk, 2014; Melemez, 2010). This study aims to investigate soil displacement and rutting on the skid road caused by a rubber-tired tractor during timber skidding in maritime pine (*Pinus pinaster* A.) plantation forest of Istanbul, Turkey.

## MATERIALS AND METHODS

### MATERIJALI I METODE

#### Study Area – Područje, mjesto istraživanja

Study area was located in Sile Forest Administration in northern Turkey, management unit Sahilköy forest compartment 37 (Fig.1). The study area mainly lies on north aspect



with altitude ranging between 250 m and 300 m above the sea level. The average monthly total rainfall for July, June and August in this region was 35.0, 31.6 and 40.7 kg/m<sup>2</sup>, respectively. The study area covered 3000 hectares of a 25 years old plantation of the maritime pine (*Pinus pinaster* A.). The plantation is harvested in rotation usually for every 25-30 years. Soil types are clay in this region.

Skidding operation was performed by a farm tractor on skid road. During skidding, one end of the load is lifted clear from the ground and set on the back of the tractor while other end is skidded on the skid road. The slope of skid road was changed between 2 and 12 percent and the length of skid road is 280 m. The logging operation was performed by tree-length method where the stems were skidded to the roadside landings by farm tractor after the trees were felled, delimbed and topped at the stump area.

### Technical Features of Tractor – *Tehničke značajke traktora*

Massey Ferguson 285 farm tractor was used in timber extraction. This tractor was used for skidding operation and it's has back-lift system. During skidding operation, one end of the log was elevated on the back- lift system while other end of log was pulled on the ground (Fig. 2). Tractor was equipped with a cab to protect operator and to minimize noise level. The rear tires were larger than the front tires in width and in diameter. The dimension number of front and rear tires was 12.4-24PR12 and 18.4-30PR14, respectively. The width of the rear and front tires were 30 and 24 cm, respectively and their air pressure was 16 psi. The main technical features of the tractor were shown in Table 1.

### Data Collection – *Prikupljanje podataka*

The total length of skid road was measured as 280 m. The slope of skid road was changed 2-12%. In this plantation area, the average length and diameter of the skidded stems were 16 m and 32 cm, respectively.

There were fourteen cross sections on skid road. On each cross section, soil compaction and rutting were examined

**Table 1.** Technical specifications of the tractor

**Tablica 1.** Tehničke značajke traktora

Technical features – <i>Tehničke karakteristike</i>	
Brand – <i>Model</i>	Massey Ferguson 285
Motor power – <i>Snaga motora</i>	82 HP
Motor type – <i>Tip motora</i>	Perkins
Cylinder number – <i>Broj cilindara</i>	4
Cylinder volume – <i>Zapremnina cilindra</i>	4.06 liter
Max. Torque – <i>Maks. okretni moment</i>	1400 revolution per min.
	1400 okr. po min.
Max. Revolution (Unload) – <i>Maks. br. okr. (bez opterećenja)</i>	2160 revolution per min.
	2160 okr. po min.
Empty weight – <i>Prazna težina</i>	3470 kg



**Figure 2.** Timber skidding by farm tractor

**Slika 2.** Privlacenje drva traktorom

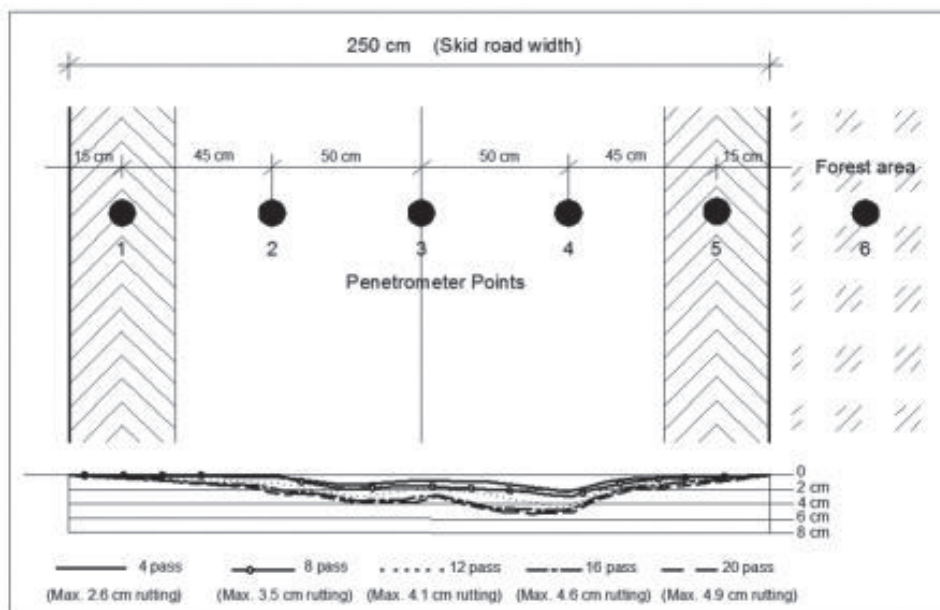


**Figure 3.** Field measurement points on cross section on skid road

**Slika 3.** Mjerne točke na presjecima traktorskih vlaka

and recorded for various numbers of tractor passes (4th, 8th, 12th, 16th and 20th passes) along the skid road (Fig. 3).

Deformation dimensions on skid road were measured with the steel tape and ruler. The distance between cross sections was measured by using measuring wheel. The each cross section shape was measured on the skid road. Then, the shapes of cross section were written in AutoCad program. The soil distribution area was calculated for each cross section. The compaction of soil was measured by a hand penetrometer. In this study, matest proving ring penetrometer was used. The measured depth of this penetrometer is 50 cm. The soil moisture content was measured a hygrometer. The depth of soil moisture content was changed between 0-15 cm. Besides, soil samples were collected on skid road and from forest site by using steel cylinders to investigate changes on soil properties (weight, texture, and pH) on the skid roads and the forest ground. Volume weight, Fine Soil Weight (< 2 mm) and Stone Weight (>2mm) (Gulcur, 1974), Soil text (Karaoz, 1992) and pH (Mc Lean, 1982.) were analyzed. For soil samples didn't show normal distribution, average values were compared with Mann-Whitney U test in one of the nonparametric methods (Kalipsiz 1981; Ozdarmar 2002; Senol 2004).



**Figure 4.** Maximum rut depth changes on skid road because of tractor passes

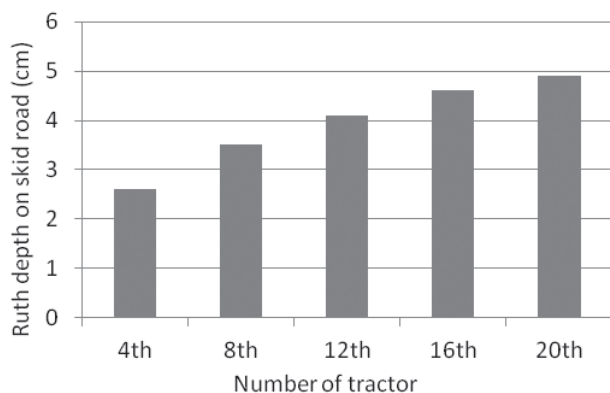
**Slika 4.** Maksimalna promjena dubine kolotruga na traktorskim vlakama nastala zbog prolaska traktora

## RESULTS AND DISCUSSION

### REZULTATI I RASPRAVA

Soil disturbances on skid road during a log skidding operation by a farm tractor were measured considering soil compaction and rut depth formation. Field measurements were made at 14 cross sections along the skid road. The results indicated that soil compaction and rutting increased as number of passes increased. During initial passes, the soils especially on the center of skid road became very dusty, and then dusty ground was removed from the skid road due to factors such as wind, rainfall, and operating vehicles. This process led to soil displacement and gully formation on the skid roads which potentially increased the risk of erosion (Pierzchala et al., 2014).

The results revealed that the amount of soil deformation was generally higher at the center of the skid road as com-



**Figure 5.** Rut depth variation on skid road during skidding

**Slika 5.** Varijacije dubina kolotruga tijekom privlačenja drva

pared to the control points at the edge of skid road. This situation was shown as deformation shape on skid road (Fig.4). Similar to previous studies, the rut depths on skid roads changed mainly depending on the number of passes (Akay et al., 2007a; Alexander, 2012). It was found that average rut depth did not reach to a critical level during the first five passes (4.0 cm); however, it was dramatically increased by the following passes.

The results indicated that rut depth became more significant after 4th, 8th, 12th, 16th and 20th passes for skid road, reaching a maximum of 2.6, 3.5, 4.1, 4.6 and 4.9 cm, respectively (Fig.5). In a similar study, Erdas (1993) reported average rut depth of 10-15 cm after 10-20 tractor passes during a log skidding operation.

In this study, every cross section was measured soil compaction values by penetrometer. Also, the compaction values on forest ground were measured to edge of each cross section. The soil compaction and soil disturbance were found to be on the skid road. The average soil compaction was found to be 0,97 kN/cm<sup>2</sup> on the center of skid road while the value of soil compaction was 0,54 kN/cm<sup>2</sup> on the forest ground (for 20th passes)(Table 2).

The average width of affected surface was found as between 30 and 220 cm on the skid road. Also, on the right and left sides of skid road were shown changes of soil depth during skidding operations. The results of this study showed that the rut depth and soil compaction developed with increasing of tractor passes. The exchange rate was more found first four passes. Then, this rate was lost (Table 3).

The soil displacement on the skid road was occurred on the each cross section. Dobek et al., (2011) also reported that

**Table 2.** The penetrometer values on skid road and forest area (Tukey HSD  $p < 0,01$ )

Tablica 2. Vrijednosti penetrometra na traktorskoj vlaci i šumskom području

Number Broj	Moisture content (%) (0-15 cm) Sadržaj vlage	The number of tractor passes Broj traktora prolazi	Penetrometer Points (inside of skid road cross section) (kN/cm <sup>2</sup> ) Mjerne točke penetrometra (unutar presjeka traktorske vlake)					Forest area point Mjerna točka u šumi (kN/cm <sup>2</sup> )
			1	2	3	4	5	
			Skid road	15.2	4 <sup>th</sup>	0.68 <sup>ab</sup>	0.81 <sup>c</sup>	
Traktorska vlaka	15.8	12 <sup>th</sup>	0.73 <sup>ab</sup>	0.86 <sup>c</sup>	0.94 <sup>bc</sup>	0.99 <sup>bc</sup>	0.72 <sup>ad</sup>	0.55 <sup>d</sup>
	16.3	20 <sup>th</sup>	0.75 <sup>ab</sup>	0.90 <sup>c</sup>	0.97 <sup>bc</sup>	1.01 <sup>bc</sup>	0.73 <sup>ad</sup>	0.54 <sup>d</sup>

**Table 3.** The exchange rate on skid road

Tablica 3. Stopa promjene dubine na traktorskoj vlaci

	The passes number of tractor – Broj prolaska traktora									
	4th		8th		12th		16th		20th	
	Rutting depth	Exchange rate	Rutting depth	Exchange rate	Rutting depth	Exchange rate	Rutting depth	Exchange rate	Rutting depth	
	Dubina kolotruga	Stopa promjene	Dubina kolotruga	Stopa promjene	Dubina kolotruga	Stopa promjene	Dubina kolotruga	Stopa promjene	Dubina kolotruga	
Skid road	2.6	34,6%	3.5	17,1%	4.1	12,2%	4.6	6,5%	4.9	
Traktorska vlaka										

**Table 4.** Soil characteristics on skid road and forest area (Mann-Whitney U  $p < 0,01$ )

Tablica 4. Karakteristike tla na traktorskoj vlaci i šumskom području

Soil properties Karakteristike tla	Skid road Traktorska vlaka			Forest Site Područje šume		
	Mean	Min.	Max.	Mean	Min.	Max.
	Srednja vrijednost	Min.	Maks.	Srednja vrijednost	Min.	Maks.
Volume weight (g/l) Težina volumena	1362,3 <sup>a</sup>	942,9	1969,2	1119,2 <sup>a</sup>	960,2	1427,8
Fine soil weight (g/l) Težina finog tla	1187,6 <sup>a</sup>	812,8	1578,2	1037,7 <sup>a</sup>	877,1	1305,4
Stone weight (g/l) Težina kamenja	174,7 <sup>a</sup>	48,3	480,2	81,5 <sup>a</sup>	43,5	122,5
Sand (%) Pijesak	64,5 <sup>a</sup>	53,0	71,7	68,8 <sup>a</sup>	59,3	75,6
Silt (%) Mulj	8,9 <sup>a</sup>	3,5	18,8	10,9 <sup>a</sup>	5,5	16,7
Clay (%) Glina	26,6 <sup>a</sup>	18,8	41,5	20,3 <sup>a</sup>	16,9	24,0
pH pH	4,8 <sup>a</sup>	4,5	5,2	5,3 <sup>b</sup>	5,1	5,6

development of gullies related to skidding operation causes runoff concentration along the skidding roads which may lead to the erosion processes.

Soil properties were analyzed soil samples collected from skid road and forest site (Table 4). The results indicated that there was no important difference between skid road and forest site interns of volume weight, soil weight and soil texture values; however, stone weight was higher on skid road samples than that of forest site due to soil displacement along skid road. The pH value of the soil samples collected from skid road was also higher than that of forest site due to acceleration of the decomposition conditions in skid

road. The moisture of soil was very low because of summer months. Also, the soil type was clay and the soil on the skid road was distributed in powder form during skidding operation.

## CONCLUSION ZAKLJUČCI

In this study, soil compaction and rutting on the skid roads during a logging operation were investigated by field measurements after each pass of a farm tractor along skid road. The study showed that the vehicle passes had a significant



effect on soil compaction. Soil disturbance and rutting from skidding operations are common consequence of soil damage on skid road. Especially, the rutting causes serious erosion problems during heavy rainfalls. After heavy winter conditions and spring rains, erosive power of the surface run-off can create damages on the skid roads.

Skidding operations should be planned to minimize soil compaction. Also, the appropriate machine types and machine sizes should be selected for skidding operations to minimize soil disturbance. In the plantation areas, the skid roads should be rehabilitated by bulldozer and grader. Thus, the risk of erosion is reduced in the years ahead.

## REFERENCES LITERATURA

- Akay, A.E., O.Erdas, 2007: Estimating rut depth during skidding with a rubber-tired skidder. Suleyman Demirel University, Journal of Faculty of Forestry, A(1): 49-57.
- Akay, A.E., J. Sessions, K.Aruga, 2007a: Designing a forwarder operation considering tolerable soil disturbance and minimum total cost. Journal of Terramechanics, 44(2): 187-195.
- Akay, A.E., A. Yuksel, M. Reis, A. Tutus, 2007b: The impacts of ground-based logging equipment on forest soil. Polish Journal of Environmental Studies. 16(3): 371-376.
- Alexander, A.B., 2012: Soil compaction on skid trails after selective logging in moist evergreen forest of Ghana. Agriculture and Biology Journal of North America. 3(6): 262-264.
- Ampoorter, E., R.Goris, W.M.Cornelis, K.Verheyen, 2007: Impact of mechanized logging on compaction status of sandy forest soils. Forest Ecology and Management, 241: 162-174.
- Ares, A., T.A.Terry, R.E.Miller, H.W.Anderson, B.L.Flaming, 2005: Ground-based forest harvesting effects on soil physical properties and Douglas-Fir growth. Soil Sci. Am. J. 69: 1822-1832.
- Dobek, K., P.Demczuk, J.Rodzic, B.Hoľub, 2011: Types of gullies and conditions of their development in silvicultural loess catchment (Szczepieszyn Roztocze region, SE Poland). Landform Analysis, 17: 39-42.
- Erdas, O., 1993: The effects of using skidders logging operations on mechanical properties of the soil and their biological consequences. Turkish Journal of Agricultural and Forestry. 17: 1-10.
- Gayoso, J., A.Iroume, 1991: Compaction and soil disturbances from logging in Southern Chile. Ann. Sci. For., 48: 63-71.
- Greene, W.D., W.B.Stuart, 1985: Skidder and tire size effects on soil compaction. South J. App.For., 9(3): 15-17.
- Gulcur F. 1974. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ. Ü. Yayın No 1970, O.F. Yay. No. 201, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.
- Jamshidi, R., D.Jaeger, N.Raafatnia, M.Tabari, 2008: Influence of two ground-based skidding systems on soil compaction under different slope and gradient conditions. International Journal of Forest Engineering, 19(1): 9-16.
- Jakobsen, B.F., E.L.Greaceri, 1985: Compaction of sandy forest soils by forwarder operations. Soil and Tillage Research, 5(1): 55-70.
- Kalıpsız, A., 1981: İstatistik Yöntemleri. İstanbul Üniversitesi, Yayın No. 2837, İstanbul.
- Karaoz, O., 1992: Toprakların Su Ekonomisine İlişkin Bazı Fiziksel Özelliklerinin Laboratuvarında Belirlenmesi Yöntemleri. İ.Ü. Or. Fak. Der. Seri B, Cilt 39, Sayı 2: 133 – 144.
- Labelle, E.R., D.Jaeger, 2011: Soil compaction caused by cut to length forest operations and possible short term natural rehabilitation of soil density. Soil Sci. Soc. Am. J. 75(6): 2314-2329.
- Lotfalian, M., A.Parsakhoo, 2009: Investigation of forest soil disturbance caused by rubber-tired skidder traffic. International Journal of Natural and Engineering Sciences, 3(1): 79-82.
- Majnounian, B., M. Jourgholami, 2013: Effects of rubber-tired cable skidder on soil compaction in Hyrcanian Forest. Croatian Journal of Forest Engineering, 34(1): 123-135.
- Matangaran, J.R., H.Kobayashi, 1999: The effect of tractor logging on forest soil compaction and growth of Shorea selanica seedlings in Indonesia. J.For.Res., 4: 13-15.
- Melemez, K., 2010: Ergonomic evaluation of tractor vibration in forestry. Suleyman Demirel University, Turkish Journal of Forestry, A(1): 96-108.
- Mc Lean EO. 1982. Soil pH and lime requirement. In: Page, A.L., Miller, R.H., Keeney, D.R. (Eds.), Methods of soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition. Soil Science Society of America Inc. Madison, Wisconsin, USA, pp: 159-224.
- Muntenau, H., A. Apafaian, 2015: Reviewing the soil compaction for cable skidders and animal traction equipment: Implications for the Romanian forests operations. Procedia Environmental Science, Engineering and Management, 2: 129-135.
- Naghdi, R., I. Bagheri, M.Akef, A.Mahdavi, 2007: Soil compaction caused 450C Timberjack wheeled skidder (Shefarood forest, northern Iran). Journal of Forest Science, 53: 314-319.
- Ozdamar, K., 2002: Paket programlar ile istatistik veri analizi. Kaan Kitabevi, İstanbul.
- Ozturk, T., 2014: Productivity and Cost of Rubber Wheel Tired Tractor in a Northern Pine Plantation Forest of Turkey. Baltic Forestry, 20(2): 272-276.
- Pierzchala, M., B. Talbot, R. Astrup, 2004: Estimating Soil Displacement from Timber Extraction Trails in Steep Terrain: Application of an Unmanned Aircraft for 3D Modelling. Forests, 5:1212-1223.
- Schnurr-Pütz, S., E. Baath, G. Guggenberger, H.L. Drake, K. Küsel, 2006: Compaction of forest soil by logging machinery favours occurrence of prokaryotes. FEMS Microbial Ecol., 58(3): 503-516.
- Senol, S., 2004: Parametrik olmayan istatistik yöntemler. Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi Yayın No.190, İzmir.
- Sudherland, B.J., 2003: Preventing soil compaction and rutting in the boreal Forest of Western Canada. FERİC, Advantage Vol.4, No.7, pp.7-8.
- Susnjar, M., D. Horvat, J. Seselj, 2006: Soil compaction in timber skidding in winter conditions. Croatian Journal of Forest Engineering, 27(1): 3-15.
- Wang, J., C.B. LeDoux, P. Edwards, 2007: Changes in soil bulk density resulting from construction and conventional cable skidding using preplanned skid trails. North. J. Appl. For., 24(1): 5-8.

## SAŽETAK

Ovo se istraživanje bavilo stupnjem zbijenosti tla i kolotruga na traktorskim vlakama i putevima, uzrokovano traktorskim gumama u plantažnoj šumi bora u sjevernoj Turskoj. U istraživanom području odabrana je traktorska vlaka te je izmjeren presjek vlake i puta svakih 20 metara. Izmjerene su promjene na svakom presjeku nakon prolaska traktora, i te su vrijednosti zabilježene. Kao rezultat ove studije prikazane su promjene dubine i zbijenosti tla na vlaci i putu tijekom operacija privlačenja drva. Određena je prosječna širina pogođene površine na traktorskoj vlaci i putu. Rezultati ovoga istraživanja pokazali su da su se dubina kolotruga i zbijenost tla povećali s povećanim prolaskom traktora. Dubina kolotruga postala je značajna nakon 4., 8., 12., 16. i 20. prolaska, čime se postigla prosječna dubina od redom 2,6, 3,5, 4,1, 4,6 i 4,9 cm. Penetrometrom su izmjerene vrijednosti presjeka na pet različitih mjesta na traktorskoj vlaci i putu, kao i na šumskom tlu na rubu područja traktorske vlake i puta (1 točka).

---

**KLJUČNE RIJEČI:** zbijanje tla, kolotrag, privlačenje, traktorska vlaka



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

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

#### Članovi Komore:

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

#### Stručni poslovi (Zakon o HKISDT, članak 1):

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

#### Javne ovlasti Komore:

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

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

#### Ostali poslovi koje obavlja Komora:

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

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

- Razred inženjera šumarstva,
- Razred inženjera drvne tehnologije.

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



# QUALITY AND UTILIZATION POTENTIAL OF URBAN PARKS: CASE STUDY TAŠMAJDAN PARK, BELGRADE, SERBIA

## KVALITETA I UPOTREBNI POTENCIJAL GRADSKIH PARKOVA: STUDIJA SLUČAJA TAŠMAJDANSKI PARK U BEOGRADU, SRBIJA

Nevenka GALEČIĆ\*<sup>1</sup>, Jelena TOMIĆEVIĆ-DUBLJEVIĆ<sup>2</sup>, Mirjana OCOKOLJIĆ<sup>3</sup>, Dragan VUJIČIĆ<sup>4</sup>, Dejan SKOČAJIĆ<sup>5</sup>

### Summary

In order to develop a sustainable urban environment, the modern approach to landscape design emphasizes the importance of environmental quality which promotes health and amenity and in which all members of a community can equally meet their needs. An important prerequisite for the design of high-quality parks in landscape design is respecting the needs and expectations of users. The quality of an urban area is the intensity with which open areas are used for the purposes of different activities and it is referred to as the utilization potential of an area. As a result of the extensive research of literature, the quality criteria for city parks are defined as: accessibility, activity / diversity of facilities and equipment, amenity and sociability. This study aims to determine the importance of the proposed quality criteria which are effective in assessing city parks as places for a successful design. The utilization potential is evaluated by using the quality criteria in the case of urban park Tašmajdan in Belgrade. The method of a structured survey was conducted on the sample of 300 randomly selected users. The research results show that the four tested criteria are very important for assessing the utilization potential of a park. Also, the obtained results are important for establishing the principles and recommendations that can be implemented in the process of landscape design, aimed at improving the quality of parks to meet the needs of its users for certain types of activities and achieve the appropriate use of parks.

**KEY WORDS:** landscape design, urban parks, quality criteria, Tašmajdan Park, Belgrade

### INTRODUCTION

#### UVOD

As open areas and parts of a system of green areas in urban environments, urban parks are an important element of the entire structure of a city (Biddulph, 1999; Ter, 2011; Lukić, 2013). How parks are used is conditioned by the develop-

ment of living standards, the busy lifestyle and recreational needs of the urban population (Tisma & Jokovi, 2007; Atmis et al., 2012). According to Tisma & Jokovi (2007), „sports“ and „games“ are the key words to describe the parks between 1920 and 1950, „nature“ and „environmental science“ in the 1970s of the twentieth century, while in

<sup>1</sup>\* Mr. sc. Nevenka Galečić, nevenka.galecic@sfb.bg.ac.rs

<sup>2</sup> Dr. sc. Jelena Tomićević-Dubljević, jelena.tomicevic@sfb.bg.ac.rs

<sup>3</sup> Dr. sc. Mirjana Ocokoljić, mirjana.ocokoljic@sfb.bg.ac.rs

<sup>4</sup> Mr. sc. Dragan Vujičić, dragan.vujicic@sfb.bg.ac.rs

<sup>5</sup> Mr. sc. Dejan Skočajić, Department of Landscape Architecture and Horticulture, Faculty of Forestry, University of Belgrade, Kneza Viseslava no.1, Belgrade, Serbia, dejan.skocajic@sfb.bg.ac.rs

the last decade (Francis, 2003; Carmona et al., 2003; Ter, 2011 and others) the term „park quality“ stands out in the context of the relationship between the man and space.

Based on the concept of park design that was applied by the end of the 20th century, parks are designed to provide active and passive use through various forms of leisure activities (walking, sitting, running, children playing, volleyball, etc.) but nowadays they do not meet all the requirements of contemporary users, thus requiring a more modern, or postmodern observation context. In fact, the current process of landscape design lacks an important prerequisite for the design of high-quality parks – respecting all needs and expectations of their users (Goličnik & Thompson, 2010). The need for different types of gatherings, communication and socializing with people represents increasingly pronounced motivation for visiting parks and other urban areas for the purposes of recreation (Živković, 2015). Social-based recreation refers to a form of recreation through activities that bring people together (Živković, 2015). It is also linked to the concept of human presence and interaction in public places. Recreational activities provide opportunities for establishing new contacts and generate forms of socializing and behavior which are often characterized by spontaneity and openness, which, in the domain of leisure time, contribute to the quality of life of modern man (Živković, 2015). Authors such as Kent & Madden (1998) emphasize the importance of social activities for the success of urban parks by stating: „If urban parks can evolve from their primary recreational roles into the new role of a catalyst for the development of the society, parks will be a necessary component in transforming and enhancing the quality of life within the city.“

The interdisciplinary and applied meaning of the research involving the use of open spaces is created by the inclusion of landscape designers and other professionals. According to Gropius (1961) a good design is both a scientific and artistic discipline since the scientific level analyzes human psyche and human interrelations while the artistic level deals with the coordination of human activities into a cultural synthesis. The observations and writings of social scientists, urban designers and landscape architects such as White (1980), Gehl (1987), Cooper Marcus & Francis (1990), Francis (2003) and others have shown definitively that use is requirement for good public landscapes.

In the context of the relationship between the man and space the most common objects of sociological research (Park et al., 1967; Harvey, 1990; Lefebvre, 1991) are: the impact of the environment on man; the effects of human activities on the environment; different needs of people whose fulfillment requires physical environment; awareness of the environment in terms of understanding the environment and the perception of space. The results of the study, based

on the analysis of these relationships, confirm that the reactions of people to their environment differ between the groups of people with different cultural, social and physical characteristics (Priego et al., 2008). The parallel consideration of open spaces, space users and the relationship between the man and space serves to determine the set of characteristics of space and the behaviour of people who, as a special concept of empirically established data can be integrated into the process of landscape design. The quality of an urban area is the intensity with which open areas are used for the purposes of different activities and it is referred to as the utilization potential of an area (Bazik, 1995).

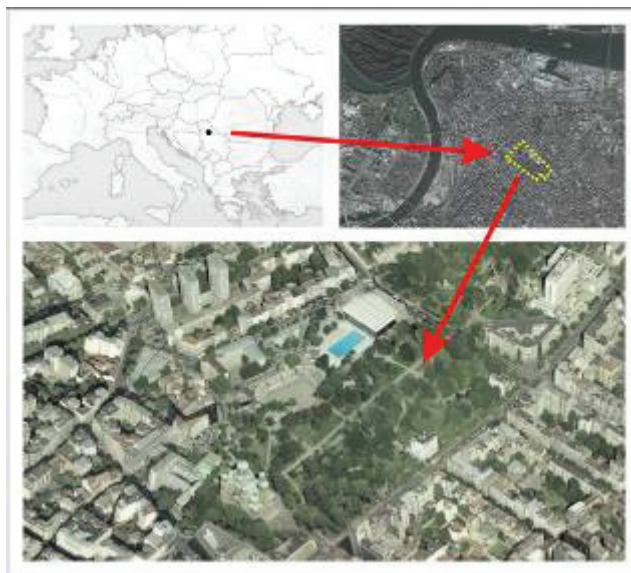
According to the nonprofit planning, design and educational organization Project for Public Space (PPS, 2005) the following criteria for assessing the quality of parks stand out: space accessibility; suitability for different types of activities (diversity of facilities and equipment); amenity (depending on microclimatic conditions, space safety, etc.) and sociability (the possibility of engaging in social activities). Most researchers (Cooper Marcus & Francis, 1990; Francis, 2003; Ter, 2011 i dr.) agree with the above criteria.

This study aims to determine the importance of the quality criteria which are effective in assessing urban parks as places for successful designs. The utilization potential of a park is evaluated by using the quality criteria in the case of the city park Tašmajdan in Belgrade.

## DESCRIPTION OF STUDY AREA OPIS ISTRAŽIVANOG PODRUČJA

Data for the analysis of the users' views concerning accessibility, diversity of facilities and equipment in the area were collected in Tašmajdan Park which is located in central Belgrade (General Plan of Belgrade 2021.), on the territory of the municipality of Palilula (Figure 1). The area where Tašmajdan Park is situated today used to be a „maydan“ or quarry from which stone was collected for laying the first foundations of the city. It was also the locus of the tumultuous events that marked the long history of Belgrade (Milanović, 2006). In the period between 1826 and 1886 the site of the present-day park served as a cemetery. After the relocation of the cemetery, there was a tendency to reorganize the space, but the construction of the city park did not begin until 1950 and it ended in 1954 (Milanović, 2006). „The main project for the investment maintenance of Tašmajdan Park“ based on the conceptual framework of the Azerbaijani architect Eldar Guseynov was set up in 2010 while the last reconstruction of Tašmajdan Park was done in 2011.

Tašmajdan Park has a location related advantage since it is situated near the oldest city center and within the entity of „Old Belgrade“, which has the status of a protected natural environment of immovable property (Milanović, 2006). In



**Figure 1.** Location of Tašmajdan Park in Belgrade  
**Slika 1.** Položaj parka Tašmajdan u Beogradu

its vicinity are important cultural and educational facilities as well as numerous commercial facilities. Therefore, although it belongs to the municipality of Palilula, the users of Tašmajdan, as an urban park, are the residents of several city municipalities. The park area is 65393m<sup>2</sup>. Green area cover is 49365m<sup>2</sup>, while other areas of 16028m<sup>2</sup> include: walking trails, plateaus, stairs and three children playgrounds with playing props, water fountains, a chess pavillion, a jogging track and an area with exercise equipment.

## METHOD METODA RADA

The research involved the method of surveying the sample of 300 users. The survey was conducted according to the established protocol (Milić, 1978), randomly, during September, which is the month when the weather conditions favor outdoor activities. The survey of the users was conducted in the period from 10am to 8pm, during at least one working day and one day of the weekend. The respondents completed the survey of 42 questions in person and before a researcher, during the period of 10 minutes on average. The survey consisted of closed questions with defined answers, questions with multiple choice answers, questions with previously determined answers and the possibility of giving additional open-ended answers and open-ended questions. The respondents carried out their evaluation by using a 5-point Likert Scale for evaluation (1 – very poor, 2 – poor, 3 – acceptable, 4 – very good, 5 – excellent) (Table 2). The satisfaction of the respondents is expressed by an overall average grade, which is determined as the mean value of the average score obtained by evaluating the park based on the questions asked. The survey serves to determine

**Table 2.** Likert Scale for evaluation, according to Ter (2011)

**Tablica 2.** Likert skala vrednovanja (prema Ter, 2011)

Ocjena Item	Opis ocjene Item description	Raspon ocjena*/ Score range*
5	Odlično/ Excellent	4.21-5.00
4	Vrlo dobro/ Very good	3.41-4.20
3	Prihvatljivo/ Acceptable	2.61-3.40
2	Loše/ Poor	1.81-2.60
1	Veoma loše/Very poor	1.00-1.80

\* If the value is  $\leq 3.40$  the quality is bad; if the value is  $> 3.40$  the quality is good.

\* Ako je srednja vrijednost  $\leq 3.40$  ocjena je loša; a ako je srednja vrijednost  $> 3.40$  ocjena je dobra.

the structure of the users (based on gender, age group, level of education, financial situation, etc.), and their views about accessibility, suitability for different types of activities (diversity of facilities and equipment), the amenity of the area, opportunities for their engagement in social activities (Cooper Marcus & Francis, 1998; Carmona et al., 2003; Ter, 2011 et al.), regularity of the park maintenance, existence of conflict with other visitors to the park etc. The utilization potential of the studied park was evaluated in relation to the social aspect of the space use (PPS – Project for Public Space, 2005) by asking questions that explore the social structure of the respondents (individual or group visits to the park, their engagement in conversation with other users of the park etc.).

The data processing and analysis were done in Microsoft Office Excel 2007 and the statistical program SPSS (Statistical Package for Social Sciences) version 10.0 (SPSS, Chicago, IL.). The numerical variables used the parameters of the mean and standard deviations and categorical variables (gender, age group, level of education) frequencies and percentages. Multiple answers to questions regarding the motives of visits to the park were analyzed individually for each of these motives and all of them put together, compared to the number of the motives stated. The average value of the respondents' motivation to use the park was measured by the number of the motives stated, out of 5 registered motive categories, and is expressed in percentages.

## RESULTS AND DISCUSSION REZULTATI I DISKUSIJA

The overview of the results and comparative analysis were carried out on the basis of the attitudes the users (64% female and 36% male) took in the completed surveys. It was found that the greatest number of the respondents in Tašmajdan Park is between 20 and 54 years of age (72%), while the respondents who are 55 or over account for 16%. The structure of the respondents according to their current occupation indicates that most park visitors are employees (44%), pupils or students (29%), while the pensioners and the



unemployed are the least common (27%). The structure of the respondents by their level of education is as follows: 56% have higher education, 40% secondary education, and 4% of the users have primary education. In Tašmajdan Park 55% of the respondents come from a distance of 1.5 km, 22% from a distance of 1.5-5 km, and 23% of the respondents in the park come from a distance greater than 5 km. The respondents reach Tašmajdan Park on foot (56%), by using public transport (27%) or by car (16%). Walking is the most common motive for coming to the park (56%, which is identical to the percentage of those who come to the park on foot), followed by rest and relaxation (54%), play (41%), entertainment and socializing (37%), working out, jogging, cycling, rollerblading and skateboarding (36%). The respondents stated a number of different motives (1-5) for visiting the park. 32% of the respondents stated only one motive.

## ACCESSIBILITY OF THE PARK DOSTUPNOST PARKA

Easy access and high legibility are effective factors in deeming a park a highly-qualified park. Strong connectivity with pedestrian ways, bicycle and nearby public transportation routes, public transportation stations and parking lots; entrance and exit points that are easily seen and read from the outside of the park by first-time visitors; passenger ways and paths directing users to where they wish to go (PPS, 2005; Ter, 2011). Examining the mean questionnaire responses, it was concluded that the accessibility of the park Tašmajdan and legibility of the park was "excellent" with a value of  $\bar{x} = 4.40$  (Table 3).

The total average score for accessibility and legibility of Tašmajdan Park, as an open urban area, which was derived ba-

sed on the average scores obtained as the respondents' answers to the five questions asked, is 4.40 (Table 3).

The respondents' views about the accessibility and legibility of space confirmed that the respondents are extremely satisfied with the proximity of public transport stops and the possibility of visiting the park on foot (Table 4), and the average scores concerning the connection of spatial units in the park with trails and the possibility of moving along the trails in the desired direction are also outstanding. Only the visibility of entry and exit to the park are rated as very good (4.11).

The intensity of use was analyzed in relation to the use of the park during the year; week (weekdays and / or weekends) and in relation to the period of the day and the length of stay of the respondents in the park. The total average score was derived from the average answers of the respondents to the question of how often they visit the park in different seasons (spring, summer, autumn, winter). The score related to the visits to the park Tašmajdan on an annual level is poor (3.33) (Table 3). The respondents most frequently visit the park in the summer. Visits are less frequent in the fall than in the summer or spring; they are the rarest during the winter months (Table 5).

Most of the respondents visit the park both on weekdays and weekends (61%), 36% of them use the park at weekends, but only 3% on weekdays. Some authors (Aydin and Ter 2008; Ter, 2011) also state that the respondents most often use parks during the summer and spring seasons and that the respondents mostly visit the park on weekdays and at weekends.

At the level of the total sample of the respondents most of them (42%) use the park at different times during the day. Most (36%) of the respondents visits the park in the after-

**Table 3.** Statistical parameters of the respondents' attitudes

**Tablica 3.** Statistički parametri za stavove ispitanika

Parameter / Parametar	$\bar{x}$	S	Min.	Max.
Average motivation for visits to the park / Srednji broj razloga za posjetu parku	.45	.23	0	1
Accessibility and legibility of the area / Dostupnost i prepoznatljivost prostora	4.40	.60	3	5
Using the park on an annual basis / Korištenje parka na godišnjoj razini	3.33	.85	2	5
Total average score for the amenity of the area / Ukupna prosječna ocjena za ugodnost prostora	4.06	.62	2	5
Suitability of benches in the park for several people to sit and chat / Pogodnost klupa u parkovima za sjedenje i razgovor više ljudi	3.22	1.09	1	5

**Table 4.** Evaluation of the respondents' attitudes in relation to the questions serving to assess the availability and legibility of the area

**Tablica 4.** Procjena stavova ispitanika u odnosu na postavljena pitanja kojima se vrednuje dostupnost i prepoznatljivost prostora

Parameter / Parametar	$\bar{x}$	S	Min.	Max.
Survey questions / Pitanja iz upitnika				
Are the entries and exits of the park clearly visible? / Da li su ulazi i izlazi iz parka jasno vidljivi?	4.11	.97	1	5
Is the park easily accessible if you come on foot? / Da li je park lako dostupan ako dolazite pješice?	4.54	.79	2	5
Rate the proximity of public transport stops / Ocjenite blizinu stanica gradskog prijevoza:	4.57	.72	3	5
Do park trails allow you to move in the desired direction? / Da li Vam staze u parku omogućavaju kretanje u željenim pravcima?	4.42	.81	2	5
Are the parts of the park well connected with trails? / Da li su dijelovi parka dobro povezani stazama?	4.36	.76	2	5

**Table 5.** Statistical parameters for using the park in relation to seasons  
**Tablica 5.** Statistički parametri za korišćenje parka u odnosu na godišnje doba

Parameter / Parametar Seasons / Godišnje doba	$\bar{x}$	S	Min.	Max.
Spring/Proljeće	3.59	.88	2	5
Summer/Ljeto	3.76	.93	2	5
Autumn/Jesen	3.43	.95	1	5
Winter/Zima	2.54	1.17	1	5

noons, 15% of the respondents come to the park in the mornings while 7% of the respondents come in the evenings. More than half of the respondents spend 1-3 hours in the park (73%), 20% of the respondents linger for an hour, and 7% of the respondents stay for more than 3 hours.

### SUITABILITY FOR DIFFERENT TYPES OF ACTIVITIES POGODNOST ZA RAZLIČITE AKTIVNOSTI

Diversity of activities in urban parks and their usage proportion are among the factors affecting the quality of the place (Ter, 2011). Examining Tašmajdan park within this context, the questionnaire results show that walking and sitting on the park's benches are the most common activities of the respondents. 69% of the respondents go for a walk in Tašmajdan Park, 61% sit on the benches, 41% play with children on children's playgrounds, 37% exercise using available equipment, run, ride a bike, go rollerblading or skateboarding, play soccer or basketball; 12% play with their dogs, read, lie on the grass, play chess, play frisbee or

sunbathe. The comparative analysis of the number of different activities in the park, stated by the respondents, two activities stand out with 43%, three are not as common (25%) as well as one other activity (23%) and there are 4 activities which are least common (9%). On the basis of the respondents' attitudes towards the suitability of the park for different types of activities, 58% of the respondents are satisfied with the ability to use the park in the desired manner (Figure 2). The respondents who are dissatisfied with the facilities and equipment mostly point out the lack of facilities for teenagers and older users (an area designed for the purposes of organizing cultural and entertainment events for all age groups) and sports facilities. They also consider that due to a large number of users in areas with exercise equipment, there is a need to divide the space for physical exercise into the areas for different age groups. 12% of the respondents suggest installing more outdoor faucets and water fountains, 10% of the respondents believe that the park does not have enough playgrounds, benches in the shade (10%), fencing around the park (6%), tables (2%) and facilities for renting bikes and roller skates (3%).

### AMENITY UGODNOST

The total average score for the amenity is derived from the average scores obtained as answers to ten questions and amounts to 4.06 (Table 3). Compared to other questions that assess the amenity of the area, the lowest score (3.27) was given by the respondents answering the question of whether



**Figure 2.** Diverse activities located in the park (from the author's archive, 2014/2015)

**Slika 2.** Različite aktivnosti u parku (iz arhive autora, 2014/2015)

there is a sufficient number of benches in the shade within the park area. The average scores lower than the overall average score for the amenity of the area were given by the respondents assessing the convenience of the benches in the park. The analysis of the respondents' attitudes in relation to individual questions, which assess the amenity of the area, showed that the highest scores were given by the respondents when evaluating the convenience of walking trails (4.43) and the first impressions they get of the park (4.39).

The respondents' attitudes towards the amenity of the park are affected by their perception of vegetation, as the most important feature of the park. The respondents evaluated the existing vegetation in the park, and answered the question of whether, in their opinion, the park has plenty of trees, shrubs, flower gardens and grass areas.

Comfort and image reflect the sensorial values that are acquired by people after experiencing places. Factors such as a good first impression of the park, the use of appropriate materials, activity areas' complying with the standards the presence of sufficient and ergonomic seating, use of water, shelter against bad weather, presence of park management etc. affect the quality of the park (PPS, 2005; Ter, 2011). Quality of one accessory element effective in making a place liveable is accepted to influence the quality of the whole related elements. Participants were asked their opinions of the quality of landscaping elements of the park and according to ten asked questions we have got total average score for the amenity of the area.

The respondents rated their satisfaction with the existing vegetation with a score of 4.04, but in relation to the question of whether the park has plenty of trees, shrubs, flower gardens and grass areas 36% of the respondents believe that the park needs more trees. 24% of the respondents believe that the park does not have enough shrubs, and 14% of them are of the opinion that there are not enough flower gardens.

The research of different types of activities and needs of the park visitors also includes taking into consideration the conflicts that arise when the visitors' needs are not met or when groups of visitors use the same space but in different ways. Some conflicts are common and unavoidable in public areas, but many can be reduced or eliminated by appropriate design and management (Francis, 2003; Carmona et al., 2003).

With regard to user activities in Tašmajdan Park, which are conditioned by their different needs and interests, the existence of conflict with other visitors to the park affects the attitude of the respondents towards the amenity of the area. The percentage of the respondents who had a conflict with other users of the park is 9. The conflict between the users who walk their pets and other users of the park was experienced by 6% of the respondents while 3% put an emphasis on the conflict between teenagers and other users of the park.

## SOCIABILITY DRUŠTVENOST

In order to agree that an urban park is of high quality, it is necessary to determine to what extent this park provides the opportunity for sociality for which it was designed. Therefore, in order to determine the role of the study area in socialization, the questionnaire investigated visitor group structure; it was found that 77% of participants always come to park with friends, while 35% stated that they come with their families.

Furthermore, we found that half of the respondents (51%) sometimes talk to other park users, 21% of the respondents often engage in conversations with other park users, while 28% of the respondents do not talk to other park users. The score (3.22), given by the respondents following the question of whether the park benches are positioned in a way which makes it possible for more people to sit and talk, in-

**Table 6.** Assessment of the respondents' attitudes in relation to questions serving to evaluate the amenity of the area

**Tablica 6.** Procjena stavova ispitanika u odnosu na postavljena pitanja kojima se vrednuje ugodnost prostora

Parameter / Parametar Survey questions / Pitanja iz upitnika	$\bar{x}$	S	Min.	Max.
What was your first impression of the park? / Kakav je bio Vaš prvi utisak o parku?	4.39	.84	1	5
To what extent are the trails in the park convenient for walking? / U kojoj mjeri su staze u parku ugodne za šetnju?	4.43	.69	2	5
Does the park have a sufficient seating capacity – number of benches? / Da li u parku ima dovoljno mjesta za sjedenje – klupa?	4.15	1.01	1	5
Are the benches in the park comfortable to sit on? / Da li su klupe u parku udobne za sjedenje?	3.81	1.12	1	5
Can you find an enjoyable place to sit within the park? / Da li u parku možete izabrati prijatno mjesto za sjedenje?	4.10	1.00	1	5
Is there a sufficient number of benches in the shade within the park area? / Da li u parku ima dovoljno klupa koje su u hladu?	3.27	1.23	1	5
Rate the vegetation (trees, bushes, flower gardens, grass areas) in the park. / Ocijenite vegetaciju (drveće, grmlje, cvjetnjake, travnjake) u parku.	4.04	.86	2	5
Do you feel safe in the park? / Da li se u parku osjećate sigurno?	4.30	.88	1	5
Is the park well-lit in the evenings? / Da li je park dovoljno osvijetljen u večernjim satima?	3.93	.89	2	5
Is the park regularly cleaned and maintained? / Da li se park redovito čisti i održava?	4.14	.95	1	5



dicates the respondents' dissatisfaction with the group use of the seating capacity (Table 3). In addition to questions with pre-determined or mixed answers, the respondents were given the opportunity to highlight what they like most about the park when giving open answers to the questions in the survey and state what they do not like. Most respondents (72%) indicate that they like the park because of its: existing facilities (playgrounds, sports facilities, exercise equipment, jogging tracks, the water fountain, etc.), diversity of facilities and spatial design of the park. When answering the question of what they like most about the park 32% of the respondents stated the number of visitors to the park, i.e. the presence of other people or socializing with other users of the park. 23% of the respondents in the park emphasize the fact that the park is not cleaned or maintained regularly. The respondents believe that the park lacks in the presence of municipal police, i.e. an organized, clearly identifiable service, dealing with the management and maintenance of the park. In response to the question of what they do not like about the park, there is evident dissatisfaction of the respondents caused by the inappropriate use of the park by certain categories of park users: irresponsible pet owners and teenagers who in the evenings damage children's playing props and other equipment. The park fully meets the needs of 24% of the respondents.

## CONCLUSION ZAKLJUČAK

Following the examination of the results and comparative analysis of the users' views based on the completed questionnaires the following conclusions can be drawn:

- As open areas and parts of green areas in urban environments, urban parks present structural elements of cities which provide natural conditions and therefore play an important role in improving the elements of free time as an important contributing factor to the quality of life of modern man. How to use parks is directly related to the development of living standards, the busy lifestyle and the needs of urban population.
- The location and accessibility of city parks are extremely important, which is confirmed by the respondents' satisfaction with the proximity of public transport stops and the possibility of reaching the park on foot. The interconnection of spatial units in the park with trails is also significant as well as the possibility of moving along the tracks in the desired direction which gives the visitors a sense of security thus increasing the utilization potential of the park.
- Based on the attitudes of the respondents about the diversity of facilities and the equipment installed for different types of activities, it was found that there is a lack of facilities for teenagers and older people, sports fields, playgrounds, facilities for renting bicycles and roller skates,

fencing around the park, outdoor faucets and water fountains, tables and benches in the shade. The study of different types of activities and the users' needs revealed certain conflicts due to failures in meeting the users' needs and different ways of using this space.

- The total average score for the amenity of the area is (4.06) which is rated as very good. However, the lowest score (3.27) was given by the respondents answering the question of whether there is a sufficient number of benches in the shade within the park area.
- In order to agree that an urban park is of high quality, it is necessary to determine to what extent this park provides the opportunity for sociality for which it was designed. In Tašmajdan park it was found that 77% of the participants always come to the park with friends while half of the respondents (51%) sometimes talk to other park users. The results confirm that the quality of urban parks is significantly affected by the management and maintenance. It is therefore necessary to introduce clearly identifiable services to deal with the management and maintenance of the park.

The results obtained are consistent with modern theoretical studies according to which recreational activities provide opportunities for socializing and behavior characterized by spontaneity and openness which contributes to the quality of life of modern man. Namely, the respondents score (3.22) regarding the possibilities of using the parks for sitting and chatting to other people, the established percentage of the respondents (37%) who come to the park to socialize; 73% of the respondents who spend 1-3 hours in the park and 32% of those who report that the frequency of users is what they like most about the park i.e. the presence of other people as well as socializing with other users, all confirm the importance of interdisciplinary research to improve the quality of everyday life.

The research results show that the four tested criteria: accessibility; suitability for different types of activities; amenity and sociability are very important for assessing the utilization potential of a park. The obtained results are important for establishing the principles and recommendations that can be implemented in the process of landscape design, aimed at improving the quality of parks to meet the needs of users for certain types of activities and enable the adequate use of parks.

## REFERENCES LITERATURA

- Atmis E., Batuhan Günsen H., Yücedag C., Lise W., 2012: Status, Use and Management of Urban Forests in Turkey. *South-east Eur for* 3 (2): 69-78.
- Aydın, D., Ter, Ü., 2008: Outdoor Space Quality: Case Study of a University Campus Plaza. *Archnet-IJAR. Inter. J. Archit. Res.*,1(2&3): 189-203.

- Bazik, D., 1995: Ponuda gradske scene – potencijali mikro-prosatora grada, „Arhitektonika“ – arhitektonske sveske br. 16,1-86, Arhitektonski fakultet, Beograd.
- Biddulph, M., 1999: Bringing Vitality to a Campus Environment. *Urban Design Int.*, 4(3&4): 153-166.
- Carmona, M., Heath, T., Taner, O., Tiesdell, S., 2003: Public Places – Urban spaces: Dimension of Urban Design, 1-312, Elsevier, Oxford.
- Cooper Marcus, C., Francis, C., 1990: People Places – Design Guidelines for Urban Open Spaces, 1-295, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Francis, M., 2003: Urban Open Space – Designing for Users Needs, 1-85, Island Press, New York.
- Gehl, J., 1987: Life Between Buildings – Using Public Place, 1-201, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Generalni plan Beograda 2021. „Službeni list grada Beograda“ br. 27/2003, 25/2005, 34/2007, Beograd.
- Goličnik, B., Thompson, W.C., 2010: Emerging relationships between design and use of urban parks spaces, *Landscape and Urban Planning* 94, 38-53.
- Gropius, W., 1961: Sinteza u arhitekturi, 1-162, Tehnička knjiga, Zagreb.
- Harvey, D., 1990: The Condition of Postmodernity, 1-378, Blackwell Publishing, Oxford UK.
- Kent, F., Madden, K., 1998: Urban parks Online. Creating Great Urban Parks. (<http://www.pps.org/reference/creating-great-urban-parks>, accessed by February 2015)
- Lefebvre, H., 1991: Production of Space, 1-454, Blackwell Publishing, Oxford UK.
- Lukić N., 2013: Urban Forests and Greening in the Republic of Serbia – Legal and Institutional Aspects. *South-east Eur for 4* (1): 51-55.
- Milanović, H., 2006: Zelenilo Beograda, 1-239, JKP „Zelenilo-Beograd“, Beograd.
- Milić, V., 1978: Sociološki metod, 1-767, Nolit, Beograd.
- Park, R.E., Burges, E.W., McKenzie, R.D., 1967: The City: Suggestions for Investigation of Human Behavior in the Urban Environment, 1-250, The University of Chicago Press, Chicago and London.
- PPS – Project for Public Space, 2005: How to Turn a Place Around: A Handbook for Creating Successful Public Space, 1-13, PPS, New York.
- Priego, C., Breuste, J. H., Rojas, J., 2008: Perception and Value of Nature in Urban Landscapes: a Comparative Analysis of Cities in Germany, Chile and Spain, *Landscape on line* 7: 1 -22.
- Ter, U., 2011: Quality criteria of urban parks: The case of Aladdin Hill (Konya-Turkey), *African Journal of Agricultural Research* Vol. 6(23): 5367-5376.
- Tisma, A., Jokovi, M., 2007: The new Dutch parks: relation between form and use, *Jola- Journal of landscape architecture – autumn* 07: 48-59.
- Whyte, H.W., 1980: The Social Life of Small Urban Spaces, 1-125, Conservation Foundation, Washington D.C.
- Živković, J., 2015: Koncept integrisane rekreacije i mogućnosti primene u uslovima gradova Srbije, 1-293, Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Arhitektonski fakultet.

## SAŽETAK

Gradski parkovi kao otvoreni prostori i dijelovi sustava zelenih površina urbanih sredina važan su element cjelokupne strukture grada. Načini njihovog korištenja uvjetovani su razvojem životnog standarda, načinom života i različitim potrebama urbane populacije.

Prema konceptu projektiranja parkova koji je primjenjivan do kraja 20. Stoljeća, parkovi su oblikovani tako da omogućavaju aktivno i pasivno korištenje kroz različite oblike rekreacije (šetnja, sjedenje, trčanje, igra djece i druge aktivnosti), no oni u današnje vrijeme ne zadovoljavaju sve zahtjeve suvremenih korisnika te zahtijevaju suvremeniji, odnosno postmoderni kontekst promatranja. Naime, u dosadašnjem procesu pejzažnog oblikovanja nedostaje važan preduvjet za projektiranje kvalitetnih parkova, a to je uvažavanje potreba i očekivanja korisnika. Budući da se temom parkova bave različite discipline, od tehničkih do humanističkih, kao rezultat interdisciplinarnog pregleda literature, u smislu korisnika prostora, izdvojeni su kriteriji za procjenu kvalitete parkova: pristupačnost prostora; pogodnost za različite vrste aktivnosti (raznovrsnost sadržaja i opremljenost); ugodnost boravka (u zavisnosti od mikroklimatskih uvjeta – mogućnosti zasjene, sigurnost prostora itd.) i društvenost (mogućnost ostvarivanja socijalnih aktivnosti). Ciljevi su: (1) utvrditi značaj odabranih kriterija kvalitete u procjeni uspješnosti projektiranja gradskih parkova; i (2) ocijeniti upotrební potencijal gradskog parka Tašmajdan u Beogradu korištenjem odabranih kriterija kvalitete.

U istraživanju je korištena metoda anketiranja na uzorku od 300 korisnika. Anketiranje je provedeno prema utvrđenom protokolu metodom slučajnog uzorka, tokom rujna kao mjeseca u kojem vremenski uvjeti pogoduju odvijanju aktivnosti na otvorenom prostoru.

Na temelju anketnog upitnika utvrđena je struktura ispitanika (spol, dob, stupanj obrazovanja, ekonomske mogućnosti i dr.) i njihovi stavovi o predmetu istraživanja: pristupačnosti, pogodnosti za različite vrste aktivnosti (raznovrsnost sadržaja i opremljenost parka), ugodnost prostora i mogućnosti ostvarivanja socijalnih aktivnosti, održavanja parka, postojanje sukoba sa drugim korisnicima parka i dr. U odnosu na socijalni način korištenja prostora vrednovan je upotrební potencijal istraživanog parka postavljanjem pitanja, kako bi se

ustanovilo koliko se park uspješno koristi (pojedinačna ili grupna posjeta parku, razgovor sa drugim korisnicima parka itd.).

Obrada i analiza podataka izvršena je Microsoft Office Excel 2007 i statističkim programom SPSS (Statistical Package for Social Sciences) version 10.0 (SPSS, Chicago, IL.). Pregledom i interpretacijom rezultata izvedeni su zaključci:

- Položaj i pristupačnost gradskog parka ispitanici su ocijenili srednjom ocjenom od 4.54, što ukazuje na njihovo zadovoljstvo blizinom stanica gradskog prijevoza i mogućnošću dolaska u park pješice. Povezanost prostornih cjelina u parku stazama i mogućnost kretanja stazama u željenom pravcu koje kod korisnika stvaraju sigurnost, također su ocijenjene visokom srednjom ocjenom (4.36). Dobra pristupačnost i unutarnja povezanost, uz osjećaj sigurnosti povećavaju uporabni potencijal parka.
- Na temelju stavova ispitanika o raznovrsnosti sadržaja i opremljenosti prostora za različite vrste aktivnosti prepoznat je nedostatak sadržaja posebno namijenjenih mlađim dobnim skupinama (tinejdžeri), ali i i starijoj populaciji (sportski tereni, dječija igrališta, stolovi i klupe u hladu). Također nedostaje uslužni prostor za iznajmljivanje bicikala i rola, kao i ograda oko parka. Istraživanjem različitih vrsta aktivnosti i potreba korisnika evidentirani su i sukobi različitih grupa korisnika istog prostora.
- Ukupna ugodnost prostora Tašmajdanskog parka je ocijenjena kao vrlo dobra (4.06). Međutim, ispitanici daju najnižu ocenu za udobnost klupa u parku i neodostatak prostora za sjedenje koji su u hladu.
- Kako 77 % ipitanika posjećuje park s prijateljima i 51 % ispitanika razgovara s drugim korisnicima parka, dobiveni rezultati ukazuju da sa socijalnog gledišta korištenja prostora park ispunjava svoju funkciju. Rezultati ukazuju da na kvalitetu gradskih parkova bitno utječu upravljanje i održavanje. Stoga je neophodno uvođenje jasno prepoznatljive službe koja će se baviti upravljanjem i održavanjem parka.

Rezultati istraživanja ukazuju na upotrebljivost četiri korištena kriterija za procjenu upotrebnog potencijala parka. Dobiveni rezultati daju podlogu za izradu preporuka za unapređenje procesa pejzažnog oblikovanja i projektiranja u gradu, u cilju poboljšanja kvalitete parkova i zadovoljavanja potreba korisnika za određenim vrstama aktivnosti, što će unaprijediti i samu razinu korištenja ovih prostora.

---

**KLJUČNE REČI:** pejzažno oblikovanje, gradski park, kriterij kvaliteta, park Tašmajdan, Beograd



170  
GODINA

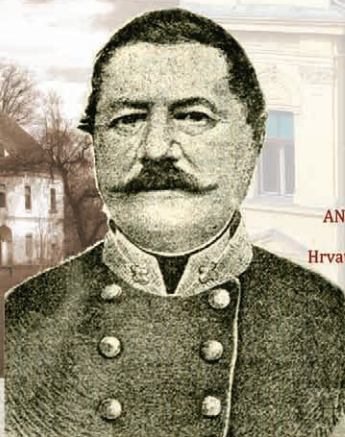


2016

170 GODINA HRVATSKOGA ŠUMARSKOG DRUŠTVA  
140 GODIŠTA ŠUMARSKOG LISTA



KURIJA PREČEC  
mjesto osnutka HŠD 1846.



ANTE TOMIĆ 1803. - 1894.  
prvi predsjednik  
Hrvatskoga šumarskog društva



VLADOJ KÖRÖSKENYI 1845. - 1876.  
prvi urednik Šumarskog lista

# THE PROCESS OF SILVICULTURE PLANNING IN TURKEY: HİSAR CASE STUDY

## PRIPREMA PLANA UZGAJANJA ŠUMA U TURSKOJ: SAŽETAK PRIMJERA UPRAVNOG ODJELA HISAR ŠUME

\*Hacı Ahmet YOLASIĞMAZ, \*\*Sinan GÜNER

### Summary

Forestry resources are managed by long, middle and short term national, regional and local scale plans, programs and special arrangements to consider international and national purposes. The smallest administrative and planning units of forest area in Turkey are the Forest Administration Chief Offices. Planning units are managed by forest management plans prepared in accordance with Ecosystem-based Multiple Use Forest Management principles. The application steps of forest management plans are the silvicultural plans. Although the preparation of silviculture plans in the last five-year period in Turkey is included in the planning process as a legal challenge, a definite standard cannot be formed in the preparation and application of the silviculture plans. In this article, silvicultural plan of Hisar Administration Chief Office selected as the pilot area in order to find solutions to the specified problems were prepared. The process of preparing silviculture plan has been introduced comprehensively. The process begins after the completion of forest management plans. Silviculture plan preparation process, the measurement and evaluation on the forest land, geographical database design, the preparation of silvicultural treatment prescriptions, the production of output such as table, graph and maps, and application, monitoring and evaluation are composed of stages.

**KEY WORDS:** Forest management plan, silviculture plan, geographic information systems, *Pinus sylvestris*.

### INTRODUCTION UVOD

The forest areas in the world either decrease or are destructed structurally due to the reasons such as opening fields for agriculture and settlement, the construction of roads and energy lines, illegal cuts and wrong forestry applications. Many plant and animal species living in these areas are disappearing or they face extinction. Human population and demands are increasing and diversifying day by day. According to FAO (2015), forest areas in the world is 3,99 billion hectares and it cover 30,6% of world's land. Since 1990, there has been a decrease nearly as much as six times (129 million ha) of all forest area in Turkey. Due to speci-

fied reasons, making use of forest areas are discussed in the international arena and it is evaluated in the global scale with many conventions primarily with Convention on Biodiversity. The sustainable management of the forest resources is shaped according to the criterion and indicators determined by each country in accordance with the forestry philosophy. Every country has formed the required legal legislation, technical and administrative sub-structure (Yolasıgmaz, 2013). There are policies supporting the sustainable forest management in 148 countries in the world and there is forestry legislation depending on these laws in 145 countries. 39% of forest areas (2,1 billion ha) is managed with forest management plans (FAO, 2010; FAO, 2015; GDF, 2014a).

\* Assoc. Prof. Hacı Ahmet YOLASIĞMAZ, Artvin Çoruh University, Faculty of Forestry, Forest Management Department, Artvin, Turkey, hayolasigmaz@artvin.edu.tr, hayolasigmaz@gmail.com

\*\* Assoc. Prof. Sinan GÜNER, Artvin Çoruh University, Faculty of Forestry, Silviculture Department, Artvin, Turkey, sinanguner@artvin.edu.tr

Forest areas in Turkey are managed by the Ministry of Forestry and Water Affairs. Forests are discussed under two headings as protected areas and production and conservation forests. National parks, nature reserve areas, and the areas protected as Nature Parks are managed with long term development plans and administration plans by Nature Conversion and National Parks General Directorate; and production and conservation forests are managed with forest management plans by the General Directorate of Forestry. The smallest administrative units are forest administration chief offices/forest planning units and they are managed by forest management plans in accordance with Ecosystem-based Multiple Use Forest Management principles. The preparation process of forest management plans consist of a) the inventory of forest ecosystems, b) the installation of geographical database by using geographical information systems technology (GIS), c) the preparation of digital baseline maps such as stand type map, forest functions maps, d) the identification of management objectives and conservation targets with the participatory approach, e) the arrangement of utilization (the determination of how much allowable cut will be taken from which part in the forest, when and with which silvicultural treatments), f) the presentation in plan format; the preparation of cutting map that is the final output and the arrangement of the relevant tables (GDF, 2014b; Asan, 1999; Yolasiğmaz, 2013; Başkent et al, 2008a, 2008b; Başkent et al, 2005).

In the last five-year period, the preparation of silviculture plans that are the application step of forest management plans has been included in the planning process as a legal obligation. However, a definite standard could not be formed in the preparation and application process of the silviculture plans. In forest management plan, there are two different tables related to regeneration, reforestation and tending fields, the shape of silvicultural treatments, determined functional/decided allowable cut and their locations are stated. Silvicultural treatment times applied to these areas cover ten or twenty-year periods due to the implementation time of the plan. However, it is not clearly stated that where it is going to be treated year to year, and which regeneration and tending techniques will be applied (GDF, 2014b; 2014c).

Silviculture plans are prepared with a series of studies performed in the land and offices. Silviculture plans are prepared by forest administration chief officer (forest engineer) who will apply forest treatment plan and with the technical support of other administrators; and the monitoring and controls are made by classical methods. According to the notification related to the preparation of silviculture plans, three additional tables are arranged. In the first one of these tables, the field studies to be made in the preparation of silviculture plans are given, the treatment techniques to be implemented in regeneration and tending fields are given in the second one; and the years of treatments and infor-

mation about allowable cuts to be taken are given in the third one (GDF, 2014c).

Spatial databases prepared by using GIS have been designed to prepare forest management plans and maps, and it is not for preparing silviculture plans and maps. It is not convenient for following the structural changes in the forest, monitoring and control the silvicultural treatments (Yolasiğmaz and Keleş, 2009). For this reason, geographical database has been redesigned to prepare silviculture plan and treatment in the research.

## BASIC CONCEPTS OSNOVNI POJMOVI

To comprehend the matter better, the forestry philosophy in Turkey, the planning approach, and the basic concepts must be explained briefly. While forest management plans are being prepared, the sampling plots that are 300 meters to 300 meters are distributed systematically and randomly to the planning unit. Main objective of the sampling is to prepare the stand map that is the baseline map. There are compartments and sub-compartments on this map. The compartments are the fields, the borders which do not change and are divided by the natural lines and artificial lines such as streams, roads etc. The sub-compartments are the parts remained within the division of the stands. The stand is a patch of forest that is separated from the forest areas just besides it with some features such as tree species, mixtures, crown closers and development stages that are bigger than one hectare. The main objective in forest inventory is to decide on the stand symbols and to identify the borders and stand parameters. There are some information such as the tree species, mixtures, stand development stage and crown cover in stand symbol. Tree species are described with symbols. Of the species included in the research area, it is described like this; Çs; *Pinus sylvestris*, M; *Quercus* spp, Kv; *Populus* ssp., Ar; *Juniperus* spp. In the determination of the mixture of tree species, tree numbers in the stands and stand volume are considered together and the species exceeding 10% of the stand is included in the stand symbol. The species having the most tree numbers proportionally or volume is written on the front in the symbol. The stand development stages\* are expressed as a, b, c, d, e text characters and are named according to the measurement values in dbh (diameter based height). The term „crown closer\*\*/forest canopy” is defined as the shelte-

\* **Development Stages: a;** young stands: < 8 cm dbh, **b;** pole pine stands: 8 -19,9 cm dbh, **c;** pre-mature stands: 20-35,9 cm dbh, **d;** mature stands: 36-51,9 cm dbh, **e;** old stands: > 52 cm dbh.

\*\* **Crown closer: B (degraded);** %1-10 crown cover, **I;** %11-40 crown cover, **2;** %41-70 crown cover, **3;** %71-100 crown cover



ring or shadowing of the soil by the crown cover (GDF, 2014b; Eraslan, 1982).

Sub-compartments are the application areas of the silvicultural treatments. Silvicultural treatments are gathered under four headings as *reforestation*, *tending*, *regeneration* and *rehabilitation* (Saatçioğlu, 1971; Nyland, 2007; Genç, 2001; GDF, 2014b; GDF 2014c). It is decided on silvicultural treatment type, techniques and allowable cuts to be applied depending on the ecological conditions of forest areas, biological demands of tree species, road network, transportation-marketing opportunities, technical capacities of the forest administrations, conservation targets, management objectives, forest forms, stand parameters. While the silvicultural treatment to be applied to a sub-compartment was being applied to the whole of the sub-compartment area, the sub-compartment area only in the areas to be forested can be/is divided (Eraslan, 1982).

Reforestation areas are open areas within the forest regime and they are the fields to be forested with plantation within the plan period. Regeneration areas are the areas to be regenerated or have begun to be regenerated in the previous period that have completed the rotation period or have been completing. Tending areas are the forest areas out of the reforestation and regeneration areas, these areas are exposed to the silvicultural tending treatments due to being crown closer, development stage, pure or mixed of the stands especially biological demands of tree species in accordance with

the management objectives and conservation targets. The tending treatments such as weeding the young stands, release cutting at pole pine stands and pre-mature stands and thinning and release cutting at old or mature stands are applicable. The silvicultural methods used in thinning are named as low thinning and high thinning; and according to the amount or dose of treatments they are described as weak and heavy thinning. Rehabilitation fields are generally crown closer degree 1, and they are degraded forest areas. While taking the final harvest allowable cut in the regeneration fields, the intermediate yield allowable cut in the tending areas is taken. In the cutting maps that are the final output of forest management plans, the fields subjected to reforestation, regeneration, tending and rehabilitation are indicated in different colors (Saatçioğlu, 1971; Genç, 2001; GDF, 2014b; GDF, 2014c).

## MATERIAL AND METHODS

### MATERIJAL I METODE

#### Research Area – Područje istraživanja

Hisar Forest Administration Chief Office is attached to Oltu Forest Enterprise of Erzurum Forest Regional Directorate. It is 70 km away from the province of Erzurum. The elevation from the sea level ranges from 710 m to 2892 m. The research area coordinates are ED 50 datum 37th zone 735000-770000 eastern longitudes and 4495000-4520000 northern latitudes according to UTM coordinate system (Figure 1). The total

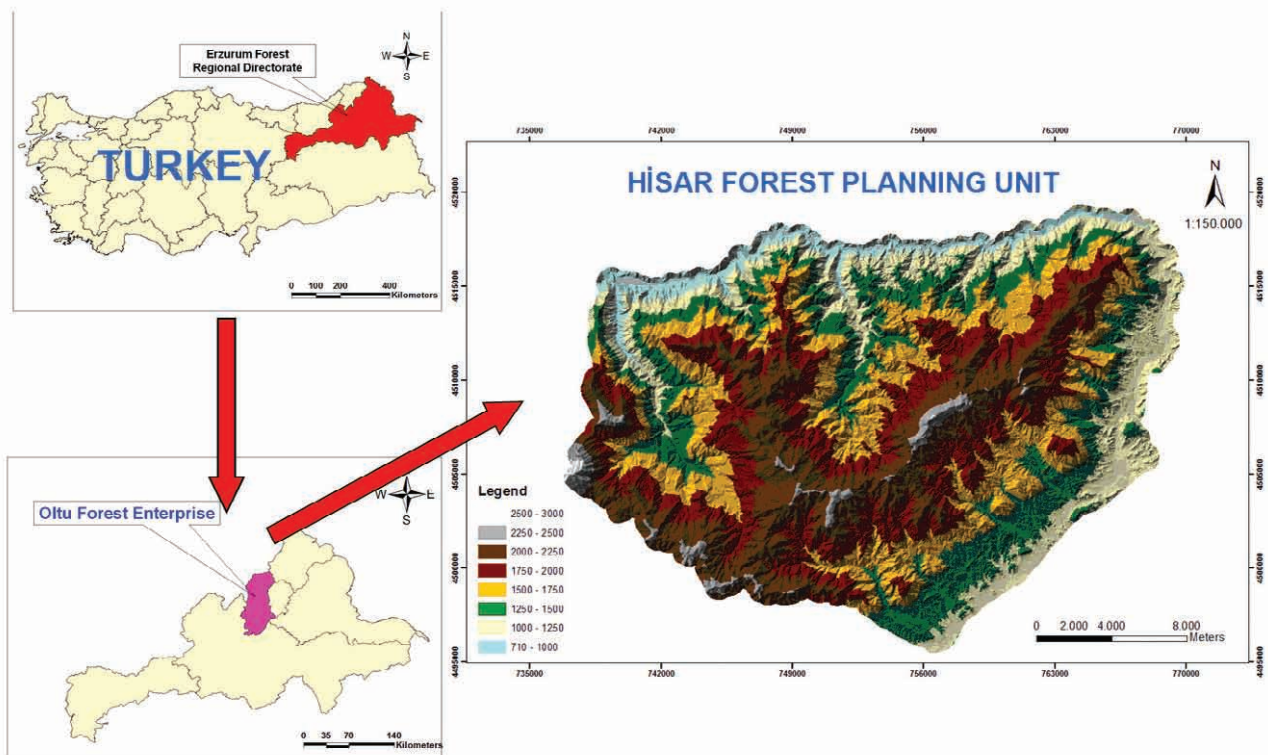


Figure 1. Location of the study area

Slika 1. Područje istraživanja Upravnog odjela Hisar šume

**Table 1.** Area distribution of the forest management unit in Hisar Forest Planning Unit  
**Tablica 1.** Tabela sa rasporedom jedinica koji pripadaju upravnom odjelu Hisar šuma

Forest Management Unit – <i>Upravna jedinica</i>	Area – <i>Prostor</i> (hectares)	%
A – Wood production – <i>Proizvodnja drva u najvećoj količini (Pinus sylvestris)</i>	15417,05	30,93
B – Nature Conservation – <i>Zaštita prirode (Juniperus communis)</i>	20653,85	41,43
C – Ecological Conditions are very poor areas – <i>Jako loši prostori za uzgoj šume (Juniperus communis)</i>	3842,64	7,71
D – High Mountain Forest Ecosystem – <i>Visokogorski šumski ekosustav (Pinus sylvestris)</i>	1358,19	2,72
E – Forest Ecosystem Monitoring Areas – <i>Područja za monitoring (Pinus sylvestris)</i>	76,58	0,15
F – Erosion Control – Soil conservation – <i>Sprječivanje erozije – Zaštita tla (Pinus sylvestris)</i>	758,89	1,52
G – Conservation of Water Sources – <i>Zaštita vodnih resursa (Juniperus communis)</i>	7585,52	15,22
H – Recreation – <i>Rekreacija (Pinus sylvestris)</i>	155,30	0,31
<b>General Sum- Svekupni zbroj</b>	<b>49848,02</b>	<b>100,00</b>

area of the planning unit is 49848,02 hectares; 32757 hectares of this area consist of forest; and 17091 hectares of it consist of non-forest area. In planning unit consisting of 2813 sub-compartments, 771 compartments, 21 different stand types were determined for forest areas. It is foreseen that 30,93% of the study area is planned to be made use of for economic purposes, 53,54% is planned to be used for ecologic purposes, and the remaining 15,53% is planned to be used for socio-cultural purposes (Table 1).

According to meteorological data, the average temperature is 9,8°C and the annual rainfall is 393,3 mm. 21 settlement units (districts) within planning unit and there are 4919 people in the region (TSIE, 2015). There is Oltu in the south of the plan unit and Olur district centers in the north. Due to the topography with high slope and hard winter conditions, in the region where life conditions are hard, the migration from the village to the city has been continuing (GDF, 2015).

In the fields subjected to the industrial wood production, *Pinus sylvestris* are dominant. In the degraded forests, the dominant tree species is again *Pinus sylvestris*. While *Juniperus communis* and *Quercus pedunculata* are included in the mixture in these areas, there are also pure degraded *Juniperus communis* stands. Although there is no comprehensive plant sociology study in the study area, 9 plant species including 4 different tree species such as *Platanus orientalis*, *Acer sp.*, that do not constitute stands on its own and that join in the mixture separately or as groups, and 4 different shrubs and bush species besides the original tree species were included in the forest management plans.

The endemic species recorded in the region are: *Allium incisum*, *Allium oltense*, *Astragalus acmophylloides*, *Astragalus nigrocalycinus*, *Astragalus oltensis*, *Bupleurum schistosum*, *Campanula sorgerae*, *Centaurea antiochia*, *Delphinium munzianum*, *Draba narmanensis*, *Elymus sosnowskyi*, *Hieracium caloprasinum*, *Hieracium hypopityforme*, *Hieracium onosmaecum*, *Hieracium variegatisquamum* (Eken et al., 2006). Among these species, the endangered ones with narrow spread are the following 3 species: *Astragalus nigrocalycinus*

(CR<sup>\*\*\*</sup>), *Centaurea antiochia* (EN) and *Delphinium munzianum* (CR). In addition, the medical and aromatic use of 241 vascular plant taxons belonging to 66 families and 170 species have been defined (Önal, 2012). 35 different bird species have been observed in the study area, and it is expressed that the area is one of the important habitats of *Capra aegagrus* and *Ursus arctos* (Okutucu, 2007). In addition, there are thirteen different fish species living in the existing streams (Kuru, 1971, 1975; Aras, 1974 and Solak, 1977, GDF, 2015).

## MATERIAL MATERIJAL

The forest management plan data of 2015, the geographical database, and the soil analyses in the area and the evaluations made during the inventory and observations have been used in the study. The forest management plan was prepared according to the forest inventory that was made during summer season of the year 2014. In order to prepare silviculture plan, the measurements and examinations were made in the area both in 2014 and in 2015 summer seasons. These examinations were intended to determine the ecological conditions in the areas where reforestation and regeneration areas would be made, to define the actual stand structures, and record the abundant seed year. ARC/GIS 10.0 (Arc/Info license level) software and modules were made use of in the design of the geographical database by handling again, data entry, data analysis and the derivation of the new data and maps; and MS Office 2010 was made use of in the prepared processes of data analysis, table and graphs.

## METHODS METODE

**Database design – Baza podataka;** in silviculture plan database prepared using GIS, forest management plan database has been used. The data about compartment, sub-com-

\*\*\* IUCN Category: CR: Critical; EN: Endangered

partments, the information about the stand type, age class and site index were made use of in the preparation of silviculture plan. In addition to the data of forest management plan database, growing stock ( $m^3/ha$ ), annual growing stock increment ( $m^3/ha/year$ ), silvicultural treatment types as in the forest management plan and the decided functional allowable cuts/tending allowable cuts ( $m^3$ ) data were entered. Besides, silvicultural treatment methods, which is the basis for the silviculture plan, five different silvicultural treatment process types, five different treatment times, the allowable cuts to be taken for five different treatments, total treatment number and the total number of performed allowable cuts data groups were added to the database. For the measurements and evaluations in the regeneration fields, the data such as slope, aspect, altitude, seed tree sufficiency and actual stand type were also added.

**Silvicultural prescriptions – Načini intervencija u pogledu uzgoja šuma;** while making forest management plan, primarily the stand map that is a baseline was prepared, and then the forest function maps were prepared. In the preparation of the forest function map, the inventory datum, requests and demands of the society, special ecosystem or species having sensitive, rare or critical importance according to the report prepared by plant and wildlife specialists were made use of. According to these maps, each functional area is defined as a management unit and when there are more than one forest functions,

the main purpose or function becomes the management unit name. For each management unit, the main and secondary purposes are defined clearly. The silvicultural purposes are defined in the light of these purposes; and the purposes of the (re)establishment of the stand are determined, and the silvicultural treatment prescriptions that will be applied to each forest area (sub-compartment) are prepared in accordance with these purposes. The silvicultural treatments that will be applied to the stands (sub-compartments) in Hisar Forest Planning Unit are the reforestation, regeneration, tending and the areas that are other than treatment. In the silvicultural treatments to be applied to these areas, especially the biological features of the tree species and the stand parameters such as mixture, crown closer etc. and ecological condition such as elevation, slope, soil features (soil type, soil depth, etc.) and aspect besides the technical capacity of the forest administration chief office, the potential labor force in forest villages located in forest planning unit, seedling supply and the situation of the roads have also been considered. Due to the unavailability of the roads, technical insufficiency of the forest enterprise and labor force capacity, some areas were excluded from the plan.

**Reforestation areas – Područja za pošumljavanje;** are the gaps and degraded forest areas that are suitable for reforestation in the forest. Silvicultural recipe to be applied to the gaps and degraded forest areas (Table 2, 3);

**Table 2.** Silvicultural prescriptions to the gaps

Tablica 2. Šumskouzgojni postupci na otvorenom prostoru

Silvicultural Treatment Numbers Broj šumskouzgojnog postupka	Silvicultural Recipe Vrsta zahvata
Silvicultural Treatment_1 Šumskouzgojni postupak	Planting – <i>Sadnja</i>
Silvicultural Treatment_2 Šumskouzgojni postupak	Weeding (1 years after planting) – <i>Održavanje kulture (1 godinu nakon sjetve)</i>
Silvicultural Treatment_3 Šumskouzgojni postupak	Weeding (2 years after planting) – <i>Održavanje kulture (2 godine nakon sjetve)</i>
Silvicultural Treatment_4 Šumskouzgojni postupak	Release cutting (10 years after the second weeding) – <i>Čestoća održavanja (10 godina nakon održavanja druge kulture)</i>

**Table 3.** Silvicultural prescriptions to degraded forest areas

Tablica 3. Šumskouzgojni postupci u degradiranim šumama

Silvicultural Treatment Numbers Broj šumskouzgojnog postupka	Silvicultural Recipe Vrsta zahvata
Silvicultural Treatment_1 Šumskouzgojni postupak	Clear cutting + Planting – <i>Čista sječa na velikom prostoru + sadnja</i>
Silvicultural Treatment_2 Šumskouzgojni postupak	Weeding (1 years after planting) – <i>Održavanje kulture (1 godinu nakon sadnje)</i>
Silvicultural Treatment_3 Šumskouzgojni postupak	Weeding (2 years after planting) – <i>Održavanje kulture (2 godine nakon sadnje)</i>
Silvicultural Treatment_4 Šumskouzgojni postupak	Release cutting (10 years after the second weeding) – <i>Učestalost održavanja (10 godina nakon održavanja druge kulture)</i>



**Table 4.** Silvicultural prescriptions to the stands (Çsd1/Çsd0) in which regeneration has been continuing

Tablica 4. Recept uzgoja šume koji će se primjenjivati kod sastojina kod kojih je pomlađivanje u toku

Silvicultural Treatment Numbers Broj šumskouzgojnog postupka	Silvicultural Recipe Vrsta zahvata
Silvicultural Treatment_1 Šumskouzgojni postupak	Removal Cutting (In 2015 or 2016 years) – <i>Dovršni sijek (2015 ili 2016 godine)</i>
Silvicultural Treatment_2 Šumskouzgojni postupak	Weeding (1 years after the removal cutting) – <i>Čišćenje (Godinu dana nakon sječe)</i>
Silvicultural Treatment_3 Šumskouzgojni postupak	Release cutting (10 years after the weeding) – <i>Prorjeda (10 godina nakon održavanja pomlatka)</i>

**Table 5.** Silvicultural prescriptions to be applied to stands in which crown closer degree is 1 (Çsd1)

Tablica 5. Recept za uzgoj šume koji će se primjenjivati kod Prve zatvorene sastojine običnog bora

Silvicultural Treatment Numbers Šumskouzgojni zahvat	Silvicultural Recipe Vrsta zahvata
Silvicultural Treatment_1 Čišćenje	Clear cutting or planting under the forest canopy – <i>čiste sječe + sjetva ili sadnja pod sklopom</i>
Silvicultural Treatment_2 Čišćenje	Removal cutting (Three years after the planting) – <i>Sječa (3 godine nakon sadnje)</i>
Silvicultural Treatment_3 Čišćenje	Weeding (one year after the removal cutting) – <i>Čišćenje (godinu dana nakon sječe)</i>
Silvicultural Treatment_4 Čišćenje	Release cutting (10 years after the weeding) – <i>Prorjeda (10 godina nakon održavanja kulture)</i>

**Regeneration areas – Područja za pomlađivanje;** have been discussed as three different groups as „the fields in which regeneration has been continuing”, „crown closer degree 1“ and „crown closer degree 2 and 3” (Table 4, 5, 6).

*Pinus sylvestris* stands in which crown closer degree is 1; it has been decided to make artificial regeneration since there is not sufficient amount of seed trees. Of these stands, in the areas having no erosion danger and little slope, it was decided to make clear cutting. In high sloping areas having erosion danger, it has been decided to make planting under the forest canopy.

*Pinus sylvestris* stands in which crown closer degree are 2 and 3; it was decided to make natural regeneration and to use shelterwood method since there is sufficient amount of seed trees.

**Calculation of allowable cut (allowable cut taken from the regeneration fields) – Izračunavanje dopustivosti sječe;** in these areas, generally shelterwood method, clear cutting method, planting under the forest canopy will be used. All growing stocks or the volume in the regeneration fields will be taken only in different years in twenty-year planning period. After the youth is brought healthily, the trees above will be removed with removal cutting. Within the time that passes from seed cutting to removal cutting, the remaining trees will make increment. For this reason, while calculating the allowable cut in the regeneration areas, half of the growing stock increment is added to the available growing stock. Depending on the silvicultural treatment method and cutting technique, the allowable cut amounts to be taken from these areas have been calculated as follows;

**Table 6.** Silvicultural prescriptions to be applied to stands in which crown closer degrees are 2 and 3 (Çsd2 and Çsd3);

Tablica 6. Recept za uzgoj šume koji će se primjenjivati kod Druge i Treće zatvorene sastojine običnog bora

Silvicultural Treatment Numbers Broj šumskouzgojnog postupka	Silvicultural Recipe Vrsta zahvata
Silvicultural Treatment_1 Weeding	Seed cutting (abundant seed year) – <i>Naplodni sijek (u godini obilnog sjemena)</i>
Silvicultural Treatment_2 Weeding	Light cutting (3 years after seed cutting) – <i>Naknadni sijek (3 godine nakon djela osjemenjivanja u godini obilnog sjemena)</i>
Silvicultural Treatment_3 Weeding	Removal cutting (2 or 3 years after light cutting) – <i>Dovršni sijek (Nakon naknadnog sijeka ili 2–3 godine nakon)</i>
Silvicultural Treatment_4 Weeding	Weeding (1 years after the removal cutting) – <i>Održavanje pomlatka (godina dana nakon zadnje sječe)</i>
Silvicultural Treatment_5 Weeding	Release cutting (10 years after weeding) – <i>Učestalost održavanja (10 godina nakon održavanja pomlatka)</i>

- In degraded stands, it has been foreseen that all of the growing stock will be cut by clear cutting and planting will be made instead of it.

- *Pinus sylvestris* stands in which crown closer is 1, if planting under the forest canopy is made, the available growing stock for the first treatment will be taken of 20%, and light cutting for the second treatment are foreseen. It was foreseen to cut 50% of the remaining growing stock, and 97% of the remaining growing stock in the removal cutting that is the following treatment.

if clear cutting is made, 97% of the growing stock will be cut clearly in the first treatment, and planting will be made instead of it.

- *Pinus sylvestris* stands in which crown closer is 2, if shelterwood method is made in 20% of the available growing stock in the seed cutting that is the first treatment. It was foreseen to take 50% of the remaining growing stock in the light cutting that is the second treatment and 96% of the remaining growing stock in the removal cutting.

If clear cutting is made, 97% of the growing stock will be cut clearly in the first treatment and planting will be made instead of it.

If planting under the forest canopy is made as 20% of the available growing stock in the first treatment, it is foreseen to take 50% of the remaining growing stock in the light cutting that is the second treatment, and 97% of the remaining growing stock in the removal cutting.

- *Pinus sylvestris* stands in which crown closer is 3, shelterwood method will be applied as 40% of the available growing stock in the seed cutting that is the first treatment and it was foreseen to take 50% of the remaining growing stock in the light cutting that is the second treatment and 96% of the remaining growing stock in the removal cutting.
- The 3-4% of the growing stock left in the regeneration areas was left as a value tree for ecological and biological balance.

c) **Tending areas – Njega šuma**; it was foreseen to make tending to all fields except for reforestation and regeneration fields in accordance with the plan technique. During the preparation of the spatial patterns of tending areas, primarily the spatial distribution of the tending areas and the size of annual tending areas are taken into consideration. The study area is divided into ten different tending blocks, cutting map and tables are organized. In the research, ten different tending blocks have been formed and each tending block was divided into ten sub-blocks within itself and numbered. The treatment years have been defined as the first treatments and will be completed from 2015 to 2024; and the second treatments from 2025 to 2034 according to the sub-blocks within each tending block hierarchically. Since the cutting transitions within the planning unit have to be given to the local people living in the nearest settlement place in accordance with the legislation, the spatial distribution of tending areas have been made. Depending on the development stages of the stands, the silvicultural treatment method changes and low thinning method is applied in *Pinus sylvestris* basically (Table 7).

The tending allowable cuts are calculated after the forest inventory. The trees in the sample areas taken in the field are evaluated one by one in the forest inventory, and the intermediate yield allowable cut based on the silvicultural treatments technique is determined. The tending allowable cuts identified on the basis of the stands are reassessed in the office. At this point, some factors such as the forest function presented by the forest area, management purpose and conservation targets, social pressure factor, the stand parameters, ecological conditions, road conditions and the technical capacity of the forest enterprise are effective.

## RESULTS AND DISCUSSION

### REZULTATI I RASPRAVA

As a result, in the forest management plan of Hisar Forest Planning Unit, 244,293 ha of area has been decided to be forested, and to make tending cutting in the 8946,83 ha of

**Table 7.** Silvicultural treatment methods to be applied to tending areas

**Tablica 7.** Metode intervencije u uzgoju šume, koje će biti primjenjene na područja koja su namjenjena za njegu

Stand Symbol Oznaka	Silvicultural Treatment – 1 Šumskouzgojni postupak – 1	Silvicultural Treatment – 2 Šumskouzgojni postupak – 2
Çsa0	Release cutting – Čišćenje	Release cutting – Učestalost održavanja
ÇsMbc3	Heavy low thinning – Jako nisko prorjeđivanje	Moderate low thinning – Umjereno nisko prorjeđivanje
Çsb3	Heavy low thinning – Jako nisko prorjeđivanje	Moderate low thinning – Umjereno nisko prorjeđivanje
Çsbc1	Weak low thinning – Slabo nisko prorjeđivanje	Weak low thinning – Slabo nisko prorjeđivanje
Çsbc2	Moderate low thinning – Umjereno nisko prorjeđivanje	Moderate low thinning – Umjereno nisko prorjeđivanje
Çsbc3	Heavy low thinning – Jako nisko prorjeđivanje	Moderate low thinning – Umjereno nisko prorjeđivanje
Çsc3	Moderate low thinning – Umjereno nisko prorjeđivanje	Moderate low thinning – Umjereno nisko prorjeđivanje
Çscd1	Weak low thinning – Slabo nisko prorjeđivanje	Weak low thinning – Slabo nisko prorjeđivanje
Çscd2	Moderate low thinning – Umjereno nisko prorjeđivanje	Moderate low thinning – Umjereno nisko prorjeđivanje
Çscd3	Moderate low thinning – Umjereno nisko prorjeđivanje	Moderate low thinning – Umjereno nisko prorjeđivanje
Çsd1/Çsa0	Weak low thinning – Slabo nisko prorjeđivanje	Weak low thinning – Slabo nisko prorjeđivanje
KvÇsbc3	Heavy low cutting – Jako nisko prorjeđivanje	Moderate low thinning – Umjereno nisko prorjeđivanje

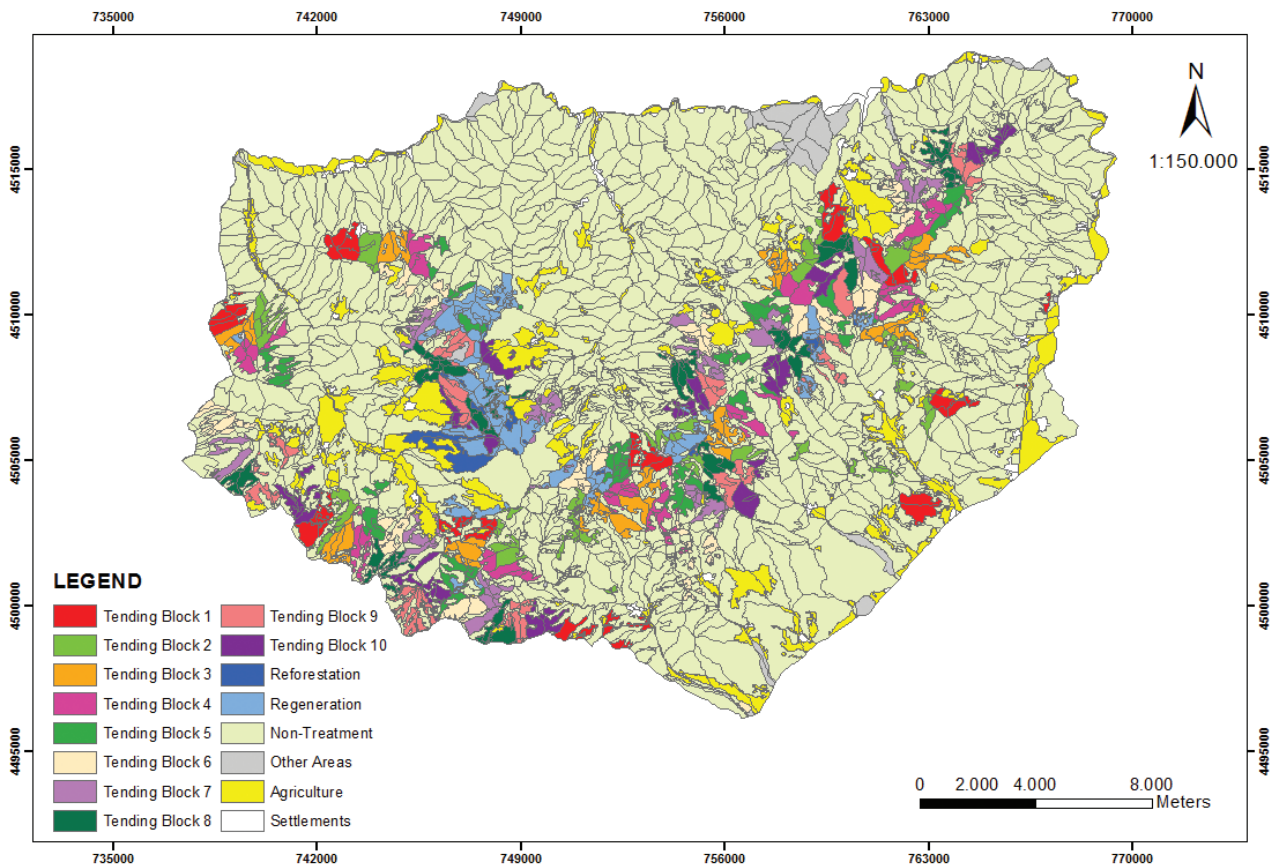


Figure 2. Silviculture treatment map according to Hisar Silvicultural Plan.

Slika 2. Karta šumskouzgojnih postupaka Upravne jedinice šume Hisa

the area and to regenerate 1167,22 ha of the area. There are no rehabilitation areas in the planning unit. According to the cutting map in the forest management plan, the total growing stock is 1619719,536 m<sup>3</sup>, annual growing stock in-

crement is 31755,689 m<sup>3</sup>/year, and the decided total allowable cut amount is 345196,424 m<sup>3</sup>.

In the silviculture plan, it has been decided not to make silvicultural treatment in 28,24 hectares of the reforestation

Table 8. The distribution of the area and the allowable cutting according to the silvicultural treatment method in silviculture plan.

Tablica 8. Distribucija prostora i dopustivosti sječe prema metodama intervencije u pogledu uzgoja šuma

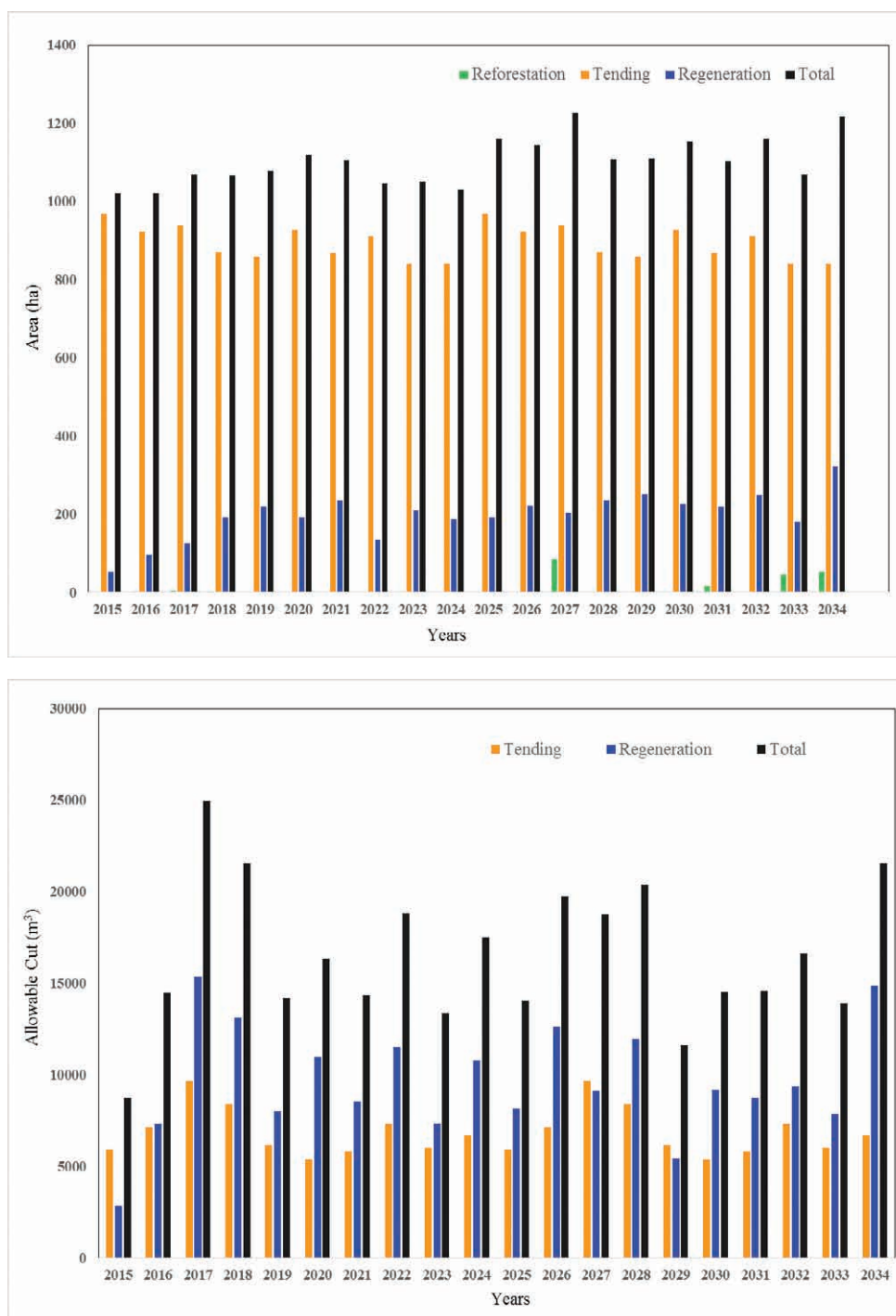
Silvicultural Treatment Method Metoda šumskouzgojnih postupaka	Area Površina (ha)	%	Allowable cut Sječa (m <sup>3</sup> )	%
<b>Reforestation Areas – Pošumljivanje</b>	244,29	100	–	–
Planting – Sadnja	216,05	88,44	–	–
No Treatments – Neplanirano	28,24	11,56	–	–
<b>Tending Areas – Njega</b>	8946,83	100	136870	100
Thinning – Prorjeđivanje	8320,75	93,00	136870	100
Release cutting – Čišćenje	626,07	7,00	–	–
<b>Regeneration Areas – Obnova</b>	1167,22	100	193046,28	100
Natural Regeneration – Shelterwood Prirodno pomlađivanje na velikom prostoru pod zaštitom krošanja	721,36	61,80	143403,199	74,28
Artificial Regeneration – Clear Cutting Umjetno pomlađivanje – Veliki prostor čista sječa	273,06	23,39	33556,239	17,38
Artificial Regeneration – Planting under The Forest Canopy Umjetno pomlađivanje – Sadnja pod zaštitom	94,91	8,13	16086,841	8,33
Non-treatments – Neplanirano	77,89	6,67	–	–
<b>General Total – Sveukupni zbroj</b>	10358,34	–	329916,279	–



areas and 77,89 hectares of the regeneration areas due to the technical reasons. In the twenty-year plan period in the research area, a total of 329916,279 m<sup>3</sup> allowable cut will be taken 136870 m<sup>3</sup> of which is the intermediate yield, and of which 193046,279 m<sup>3</sup> is the final yield (Figure 2, Table 8). The non-treated fields due to the technical reasons and the value trees planned to be remained in the field for the continuance of the wildlife; it was waived 15280,147 m<sup>3</sup> of allowable cut taking. While annual growing stock incre-

ment was being 31755,689 m<sup>3</sup>/year, nearly 51,95% of the annual increment will be taken each year. The annual increment rate is around 50% throughout the country and it is similar to the research area values (GDF, 2014a).

While making treatment for two times each field with 10 year return time in 20-year plan period in the tending fields, it is foreseen to be made five treatments at most depending on the year in which the first treatment has been made. In the fields subjected to the tending, thinning and



**Figure 3.** The distributions of the area and the allowable cut according to the treatment years in reforestation, tending and regeneration areas.  
**Slika 3.** Distribucija prostora intervencija u uzgoju šume i određena dopustivost sječe prema godinama intervencije

**Table 9.** The distributions of the area and allowable cut according to silvicultural treatment methods in the reforestation, tending and regeneration areas.

**Tablica 9.** Distribucija prostora i dopustivost sječe u pogledu metoda pošumljavanja, njege i pomlađivanja.

Silvicultural Treatment <i>Intervencije Uzgoja Šume</i>	Reforestation <i>Pošumljivanje</i>		Tending – <i>Održavanje</i>		Regeneration <i>Pomlađivanje</i>		Total Allowable Cut <i>Sveukupna dopustivost sječe (m<sup>3</sup>)</i>	Total Area <i>Sveukupni prostor (ha)</i>
	Area <i>Prostor</i> (ha)	Allowable Cut <i>Dopustivost sječe (m<sup>3</sup>)</i>	Area <i>Prostor</i> (ha)	Allowable Cut <i>Dopustivost sječe (m<sup>3</sup>)</i>	Area <i>Prostor</i> (ha)			
Weeding – <i>Održavanje kulture</i>	280,25	–	0,00	–	535,95	–	816,20	
Youth tending – <i>Održavanje pomlatka</i>	–	–	0,00	–	605,86	–	605,86	
Weak low thinning – <i>Slabo nisko prorjeđivanje</i>	–	–	2495,28	–	–	–	2495,28	
Moderate low cutting – <i>Umjereno nisko prorjeđivanje</i>	–	123871	12616,31	–	–	123871,000	12616,31	
Heavy low cutting – <i>Jako nisko prorjeđivanje</i>	–	12999	1529,92	–	–	12999,000	1529,92	
Thinning – <i>Učestalost održavanja</i>	–	–	626,07	–	373,60	–	999,67	
Release cutting – <i>Prorjeđivanje</i>	–	–	626,07	–	–	–	626,07	
Planting – <i>Sjetva</i>	216,05	–	–	3291,179	94,91	3291,179	310,96	
Clear cutting + Planting <i>Čista sječa + sadnja</i>	–	–	–	33556,239	273,06	33556,239	273,06	
Seed cutting – <i>Sječa kod je osjemenjavanje bogato</i>	–	–	–	27390,318	607,61	27390,318	607,61	
Light cutting – <i>Prorjeđivanje</i>	–	–	–	57096,565	706,09	57096,565	706,09	
Removal cutting – <i>Zadnja sječa</i>	–	–	–	71711,979	816,27	71711,979	816,27	
Non-treatment – <i>Neplanirano</i>	28,24	–	–	–	77,89	–	106,13	
<b>General Total – <i>Sveukupni zbroj</i></b>	<b>524,54</b>	<b>136870</b>	<b>17893,65</b>	<b>193046,279</b>	<b>4091,24</b>	<b>329916,279</b>	<b>22509,44</b>	

release cutting were foreseen in the treatments to be made for the first time. The second and third treatments were foreseen as weeding and release cutting. Shelterwood method was given weight due to the large part of the regeneration fields being high slope. Since 273,06 ha area constituting 23,39% of the area has not sufficient and quality seed tree, it has been decided to be regenerated with clear cutting method and planting. 94,91 ha area consisting of 8,13% of the regeneration fields, it was foreseen to regenerate with planting under the forest canopy due to being high sloped (Table 8).

It was aimed to complete the regeneration works continuing in 2015 that is the first application year in the planning unit. For this reason, it was observed that the regeneration allowable cut and the total allowable cut in the years of 2015 and 2016 are relatively less when compared with the other years. Silvicultural treatment area occurred at most in 2027 and the least in 2016; and the highest allowable cut taking in 2017 and the least allowable cut occurred in 2015 (Figure 3).

The fields subjected to the tending treatment was being tried to be distributed to be equal each year and the mean treatment area is 894,683 ha/year, the average tending

allowable cut was calculated to be 6843,5 m<sup>3</sup>/year. The total of tending allowable cuts 136870 m<sup>3</sup> and its share in the total allowable cut is 41,49%. The allowable cut to be obtained in the regeneration areas constitutes 58,51% of the total allowable cut. In the treatments to be made to the regeneration areas, it is aimed to be equal of the annual treatment area and the allowable cut and annual average treatment area is 197,164 ha/year and the allowable cut to be taken from the regeneration fields has been planned to be nearly 9652,314 m<sup>3</sup>/year (Figure 3). When the allowable cut and treatment area amounts were examined according to the years and the tending and regeneration are evaluated together, average annual treatment rate is 1102,649 ha and the average annual allowable cut is 16495,814 m<sup>3</sup>/year.

It was foreseen to make silvicultural treatment once at least and five times at most during planning application time in the areas subjected to the silvicultural treatments in the research field. During the planning time, the treatment to 22509,44 ha of an area with the repetitions was planned. The silvicultural treatment methods to be made to these areas, area sizes and the allowable cuts to be obtained in these applications are given in Table 9. Accordingly, the biggest allowable cut in the tending cuttings is obtained

from the moderate low cutting and heavy low cutting; it is taken from the removal cutting and light cutting in the regeneration areas.

## CONCLUSION ZAKLJUČAK

Silviculture plan is the application step of the forest management plan and it is a part of it. After forest management plans were prepared in Turkey, forest inventory is made again for the preparation of the silviculture plans, and the silviculture plans are prepared by being adhered to the reforestation, regeneration and tending fields given allowable cut amount in the forest management plan in general sense. The practitioners of these plans, in other words the forest administration chief officer must prepare the silviculture plan in accordance with the relevant legislation. In the preparation of the silviculture plans, classical database structure has been used up to now, digital geographical baselines have not been prepared and used. They have been prepared by the common viewpoint of the Hisar Planning Unit silviculture plan, forest management and silviculture disciplines. In the silviculture plan, spatial database has been designed again with additional arrangements based on the treatment areas included in the forest management plan and the relevant geographical database. For each silvicultural treatment area (sub-compartment), silvicultural treatment recipes have been prepared according to the silvicultural treatment. By producing the cutting plan map that is the final output or in other words, the silviculture plan map, it has been submitted to the service of the users.

By using analysis, interrogation and presentation features presented by the geographical information systems, the general evaluations such as silvicultural treatment methods to be applied in the research area, the distributions of them due to years and treatment times have been presented as the outputs of this research. In addition to these outputs, many analyses depending on the stand parameters such as detailed silviculture plan tables, development stage, age, bonitet classes and the other outputs such as the treatment areas for five different treatments and the maps of the application years are produced and presented.

Silviculture plan has been prepared for the forests in the vicinity of Oltu consisting of pure *Pinus sylvestris* stands where only one species is dominant and especially for Hisar Forest Planning Unit. Due to the geographical structure of Turkey, there are different tree species, different species compositions and different forestry problems in different geographical areas. In these areas, the number of the silvicultural treatments, the years and the allowable cuts to be taken will vary. Therefore, by making similar studies in other forest areas in our country, it is required to prepare silviculture plans and to design the database for each forest planning unit.

## ACKNOWLEDGEMENT ZAHVALE

We thank to ANÇEO, Anatolian Environment Forestry Cartography INC. CO., General Directorate of Forestry and Artvin Çoruh University, Faculty of Forestry that have given all kinds of support in the preparation of both the silviculture plan and the forest management plan and obtaining the data.

## REFERENCES LITERATURA

- Aras, M. S., 1974: Bio-ecological Researches on the Trouts in Çoruh and Aras Basin, Phd. Thesis, Atatürk University Institute of Science and Technology, Erzurum, Turkey, p. 275
- Asan, Ü., 1999: Multiple Use of Forest Resources and Planning Systems. In Proceeding of Meeting on the Multiple Use Forest Management Planning, Bolu, Turkey, 5–6 May, 33–40.
- Başkent E. Z., S. Köse, S. Keles, 2005: Forest management planning system of Turkey: constructive criticism towards the sustainable management of forest ecosystems, *International Forestry Review*, 7 (3) 208–217.
- Başkent, E.Z.; Ş. Başkaya,; S. Terzioğlu, 2008a: Developing and implementing participatory and ecosystem based multiple use forest management planning approach: Yalnızçam case study. *Forest Ecology and Management*, Volume 256, Issue 4, 798-807.
- Başkent, E.Z.; S. Terzioğlu, Ş. Başkaya, 2008b: Developing and Implementing Multiple-Use Forest Management Planning in Turkey. *Environmental Management*, 42, 37-48.
- Eken, G., M. Bozdoğan, S. İsfendiyaroğlu, D.T. Kılıç, Y. Lise, 2006: Important Natural Areas in Turkey (2 volumes). Association of Nature, Ankara.
- Eraslan, İ., 1982: Forest Management, Istanbul University, Forth Press, İstanbul, p. 582.
- FAO, 2010: Global Forest Resources Assessment 2010 Main Report, FAO Forestry Paper 163, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, p. 371.
- FAO, 2015: Global Forest Resources Assessment 2015 How are the world's forest changing?, Food and Agriculture Organization of The United Nations, Rome, p. 56.
- GDF, 2014a: Forest Inventory Results. Republic of Turkey Ministry of Forestry and Water Affairs General Directorate of Forestry, Forest Management and Planning Department, Ankara, p. 28
- GDF, 2014b: Preparation of Technical Principal of Forest Management Plan in Turkey. Notification Num: 299, Republic of Turkey Ministry of Forestry and Water Affairs General Directorate of Forestry Directorate of Silviculture, Ankara, p. 210.
- GDF, 2014c: Technical Principal of Silviculture Applications. Republic of Turkey Ministry of Forestry and Water Affairs General Directorate of Forestry Directorate of Silviculture, Notification Nu: 298, January, Ankara, p. 144.
- GDF, 2015: Hisar Forest Management Plan. General Directorate of Forestry, Ankara, Turkey, p. 262.
- Genç, M. 2001: Forest Tending. Süleyman Demirel Univ. Isparta, Turkey, Pub. Num: 14, p. 244.
- Kuru, M. 1971: The fresh – water fish fauna of eastern Anatolia, İstanbul Univ., Serial: B, 36, 137–147.



- Kuru, M. 1975: Systematic Assessment of Zoogeographical on fishes (Pisces) in the Dicle-Fırat, Kura-Aras, Lake Van and the Black Sea Basin. Assoc. Thesis, Atatürk University, Erzurum, Turkey, p. 180.
- Nyland, R. D., 2007: Silviculture Concepts and Applications, Second Edition, State Univ. of NewYork, Collage of Environmental Science and Forestry, Long Grove Illinois, p. 682.
- Odabaşı, T., A. Çalışkan, F. Bozkuş, 2004: Forest Tending Book. İstanbul University, Serial Nu: 4458, Volume: 474, İstanbul, Turkey, p. 235.
- Okutucu, M. A. 2007: Population Studies on Capra aegagrus in Oltu Wildlife Development Area. Phd Thesis, Kafkas Univ., İnstitute of Science and Technology, Artvin, Turkey, p. 178.
- Önal, M., 2012: Medicinal and Aromatic Plants in Olur, Oltu and Şenkaya Villages. Phd. Thesis, Artvin Çoruh University, İnstitute of Science and Technology, p. 215.
- Saatçioğlu, F. 1971: Silvicultural Methods, İstanbul Univ, 1648/172, İstanbul, Turkey, p. 562.
- Solak, K., 1977: Population Dynamics on Barbus Species in Çoruh-Aras River Basin, Ege Univ., Journal of Science Faculty, Serial Nu: B, 4, 361- 374.
- TSİE, 2015: Population Statistics, Turkish Statistical Institute, [http://www.nufusu.com/ilce/oltu\\_erzurum-nufusu](http://www.nufusu.com/ilce/oltu_erzurum-nufusu), 26.11.2015.
- Yolaşmaz, H. A., 2013: Forestry in Turkey from the Forest Management Perspective. In Proceedings of the International Caucasian Forestry Symposium, Artvin, Turkey, 24-26 October, 299-301.
- Yolaşmaz, H. A., S. Keleş, 2009: Data Base Design with GIS in Ecosystem Based Multiple Use Forest Management in Artvin, Turkey: A Case Study in Balçı Forest Management Planning Unit. Sensors, 9, 1644-1661.
- Yolaşmaz, H.A., N. Tüylü, E. Süner, B. Çavdar, 2013: The Evaluation of Forest Management Plans Prepared by Private and Public Institutions: Artvin-Şavşat and Yusufeli Samples. In Proceedings of the International Symposium for the 50TH Anniversary of the Forestry Sector Planning in Turkey, Antalya, Turkey, 26-28 October, 377-383.

## Sažetak

Šumskim resursima se upravlja dugoročnim, srednjoročnim i kratkoročnim nacionalnim, regionalnim i lokalnim planom, programom i posebnim uredbama, imajući u vidu međunarodne i nacionalne ciljeve.. U Turskoj je najmanja jedinica gospodarenja šumom šumski upravni odjel. Šumski upravnim odjelom se upravljaju na osnovi planova eksploatacije šuma koji se pripremaju prema načelima Višestrukog planiranja zasnovanog na Ekosustavu. Uprkos tome, što je u Turskoj u zadnjih pet godina proces pripreme planiranja šumskouzgojnih radova uvršten kao zakonska obveza, ipak u pogledu pripreme planova i njihove primjene nije se uspostavio jedan određen standard. U ovom članku, s ciljem da se se iznađe rješenje za navedene probleme, sačinjen je plan šumskouzgojnih radova gdje je odabran šumski upravni odjel Hisar šume. Proces počinje nakon upotpunjavanja planova u vezi eksploatacije šume. Sastoji se iz sljedećih faza primjene i nadzora: radovi na terenu, izrada geografske baze podataka, priprema rješenja u pogledu intervencija kada se radi o uzgoju šuma, izrada tabela, grafikona i karata.

---

**KLJUČNE RIJEČI:** Plan šumskog upravljanja, plan uzgajanja šuma, geografski informacijski sustav, obični bor

# ZVIŽDAK

## (*Phylloscopus collybita* Vieillot)

Mr. Krunoslav Arač, dipl. ing. šum.



Slika 1. Odozdo je perje svijetlo sive boje (foto: mr. Krunoslav Arač, dipl. ing. šum)



Slika 2. Karakteristična tamna boja nogu (foto: mr. Krunoslav Arač, dipl. ing. šum)

Pripada u porodicu muharica. U Europi ima sedam, a u Hrvatskoj je zabilježeno pet vrsta zviždaka. Unutar nominalne vrste opisano je šest podvrsta. U Hrvatskoj, kao i u zapadnoj i središnjoj Europi, gnijezdi podvrsta *P. c. collybita*. Naraste u dužinu oko 12 cm, s rasponom krila od 15 – 21 cm, teži oko 10 g, pa je po veličini sličan plavetnoj sjenici. Boja perja tijela je maslinasto zelena sa svjetlijim i sivljim trbuhom. Na glavi se ističe uočljiva svijetla očna pruga. Kljun je malen i sliči šilu, te je tek u korijenu malo proširen. Noge su mu tamne, po čemu se na prvi pogled razlikuje od ostalih vrsta iz roda zviždaka, od kojih ga možemo raspoznati i po karakterističnom pjevu koji se sastoji od dva glasa. Mužjaci i ženke su međusobno slični.

Gnijezdi na području gotovo cijele Europe i zapadne Azije. Vezan je za šumovita područja bjelogoričnih vrsta, parkove, groblja, veće vrtove i grmovito obrasle obale jezera i rijeka. Gnijezda gradi na tlu ispod grmolike vegetacije. Gnijezdi jedan do dva puta godišnje od kraja travnja do početka kolovoza. Gnijezdo je loptastog oblika s otvorom sa strane. Građeno je od travki, lišajeva i mahovine i iznutra je obloženo perjem. Nese 4 – 8 bjelkastih jaja sa tamnim točkama veličine oko 15 mm. Na jajima sjedi ženka oko dva tjedna. Mlade ptice hrane oba roditelja oko dva tjedna dok se ne osamostale.

U Hrvatskoj je gnjezdarica, preletnica i zimovalica. Gnjezdarica ju u kontinentalnom dijelu i sjevernom priobalju (Istra, Krk, Cres), dok se na području u okolici Trogira susreće kao neredovita gnjezdarica. U južnijem dijelu priobalja redovito zimuje, dok ga u kontinentalnom dijelu zimi rijetko susrećemo. Na području gniježđenja kod nas boravi od travnja do listopada, a selidba je najintenzivnija tijekom ožujka i listopada. Seli uglavnom noću i odlazi na područja oko Sredozemlja i u Afriku sjeverno od ekvatora.

Zviždak je strogo zaštićena vrsta u Republici Hrvatskoj.

# POPULARIZACIJA HRVATSKE FLORE

Prof. dr. sc. Jozo Franjić

## MAKEDONSKI HRAST (*Quercus trojana* Webb, *Fagaceae*) u Hrvatskoj

(= *Q. grisebachii* Kotschy, *Q. macedonica* DC., *Q. ostryae-folia* Borbás)

(= crni cer, makedonski cer)

eng. Macedonian Oak; njem. Macedonische Eiche; fra. Chêne de Macédonie; tal. Quercia troiana

Makedonski je hrast prirodno rasprostranjen na zapadnome dijelu Balkanskoga poluotoka, jugoistočnome dijelu Apeninskoga poluotoka (Apulia) i u sjeverozapadnome dijelu Male Azije. Visinski je rasprostranjen od razine mora, pa sve do oko 900 (-1500) m n.v. na južnim padinama. Najbolje razvijene sastojine nalaze se od 200-500 m n.v. Naseljava topla kamenita staništa submediteranskoga područja. Često se javlja pojedinačno ili u manjim skupinama, a nisu rijetki i manji šumarci pa i veće sastojine od nekoliko desetaka hektara.

U Hrvatskoj je rasprostranjen na području Dalmacije. U Flora Croatica Database (Nikolić 2016) navode se samo tri lokaliteta na samom jugu (Prevlaka), a lokalitet Brižine kod naselja Parčine, Dalmatinska zagora (43.67339, 16.31376) se ne navodi, iako je to nalazište u literaturi poznato još od 1999. godine (usp. Tolić 1999). Dana 20. svibnja 2015. go-

dine provjeren je taj nalaz i utvrđeno je da se zaista radi o makedonskome hrastu (usp. sl. 1-4). To nalazište je ujedno i najzapadnije nalazište makedonskoga hrasta (za BiH najzapadnije nalazište je Trebižat 43°09'25" 17°36'25", Ballian i dr. 2014). Za hrvatsku floru to nalazište ima veliko značenje, jer se na njemu nalaze stabla stara i preko 200 godina (usp. Tolić 1999) te se može pretpostaviti da se radi o još jednom hrastu koji je autokton u hrvatskoj flori i trebalo bi mu posvetiti znatno veću pozornost.

Raste kao grm ili niže stablo visine oko 20 m, a prsni mu promjer može dostići i preko 100 cm. Korijenov mu je sustav dobro razvijen, ima središnji korijen i dobro razvijeno bočno korijenje. Krošnja mu je u mladosti piramidalna a kasnije široka, jajasta ili polukuglasta. Kora na tanjim ograncima i grančicama je glatka, sivkasto zelenkasta i sjajna, a na deblu i debljim granama je sivosmeđa, po nekoliko centimetara duboko mrežasto ispucana. Pupovi su sitni oko 5,5 mm dugi i promjera oko 3 mm, jajasti, crvenkastosmeđi, sastavljeni od većega broja ljusaka, koje su u mladosti dlakave. Plojke listova su su eliptične, sitne, do oko 6 cm duge i oko 2 cm široke, na bazi srcaste, polukožaste, tvrde, odozgo su tamnozeleno, gole, sjajne, a odozdo svjetlozelene i obrasle dlačicama; nervatura je nepravilno paralelna, jako izražena, osobito odozdo; peteljke su kratke;



Slika 1-2. Makedonski hrast (*Quercus trojana* Webb), Prespa, Grčka.





Slika 3-4. Makedonski hrast (*Quercus trojana* Webb), lokalitet Brižine kod naselja Parčine, Dalmatinska zagora, sjeverozapadno od Splita.

žile na rubu lista završavaju oštrim nazubljenjem; uvenulo lišće je žućkaste boje i ostaje na granama tijekom zime i opada tek u proljeće. Cvjetovi su jednospolni; muške rese su duge oko 30 (22-36) mm, sa 7-13 cvjetova; ženski cvjetovi su najčešće pojedinačni ili najviše 4-6 cvjetova na istoj resi. Plod (žir) je krupan, sazrijeva u listopadu druge godine; dužina mu znatno varira, a najčešća je oko 30 mm (22-45), promjera oko 20 (13-29) mm, do polovice je u sjedećoj kupuli (bez stapke) koja je visine 11-35 mm i promjera 19-33 mm. Ljuske su na bazi kupule jajaste i priljubljene uz kupulu, a u sredini kupule su streličaste i kukasto unatrag savijene; na rubu kupule su uspravljene i nešto prema žiru savijene.

Makedonski je hrast jednodomna, anemofilna, kserotermofilna, heliofilna i kalcifilna vrsta. Ima veliku izbojnu snagu, najveću od svih listopadnih hrastova. Razmnožava

se sjemenkama. Raste sporo i doživi duboku starost. Drvo je jezgičavo i krupno prstenasto-porozno. Bijeljika je široka i žućkastobijela, a srčika je žućkastosmeđa. Drvo je teško, vrlo tvrdo, čvrsto i trajno; upotrebljivo za građu i ogrijev.

Ballian, D., A. Hajrudinović, J. Franjić, F. Bogunić, 2014: Morfološka varijabilnost lista makedonskoga hrasta (*Quercus trojana* Webb.) u Bosni i Hercegovini i Crnoj Gori. Šum. list 138(3-4): 135-144.

Nikolić, T. (ur.), 2016: Rasprostranjenost *Quercus trojana* Webb u Hrvatskoj. Flora Croatica baza podataka (<http://hirc.botanic.hr/fcd>). Sveučilište u Zagrebu – Prirodoslovno-matematički fakultet (datum pristupa:15.09.2016).

Tolić, I., 1999: Makedonski hrast – *Quercus trojana* WEBB (*Quercus macedonica* A.D.C.) u Dalmatinskoj zagori. Šum. list 123(11-12): 581-586.



# ZNANSTVENA MONOGRAFIJA

## Prof. dr. sc. DALIBOR BALLIAN I Doc. dr. sc. VELID HALILOVIĆ „VARIJABILNOST OBIČNE JELE (*Abies alba* Mill.) U BOSNI I HERCEGOVINI“

Prof. dr. sc. Davorin Kajba



Ova značajna znanstvena monografija tiskana je ove godine od izdavača Udruženja inženjera i tehničara šumarstva Federacije Bosne i Hercegovine (UŠIT BiH) i suizdavača Silva Slovenica – izdavačkog centra Šumarskog instituta Slovenije u Ljubljani (Slovenija). Monografija sadrži 345 stranica, od čega 112 slika i 93 tablice.

U *Uvodu* autori daju pregled strukture jelovih šuma i njihov značaj s gospodarskog i ekološkog stajališta u Bosni i Hercegovini. Također su prikazani sažeti rezultati europskih istraživanja, a uključuju pokuse provenijencija, molekularne analize do filogeografskih istraživanja. *Sistematika obične jele*, *Morfološke karakteristike obične jele*, *Prirodna rasprostranjenost obične jele* i *Dinamika populacija obične jele* predstavljaju potpoglavlja unutar poglavlja *Uvod*. U ovim dijelovima rukopisa dan je detaljan prikaz taksonomskih jedinica za ovu vrstu sa svojim morfološkim karakteristikama, tipom prirodne rasprostranjenosti u Europi i Bosni i Hercegovini, te njezino migracijsko kretanje prema paleontološkim podacima i molekularno-genetičkim istraživanjima.

*Ekološke osobitosti obične jele* predstavljaju zasebno poglavlje, a uključuje potpoglavlja *Klimatski uvjeti*, *Uvjeti tla*, *Pri-raščivanje*, *Uzgojna svojstva jele* i *Ekološko-vegetacijska pripadnost obične jele*. U ovom dijelu dan je prikaz o klimatskim zahtjevima, biološko ekološkom statusu vrste, te je opsežno obrađena ekološko-vegetacijska razdjelba obične jele na sjemenske jedinice.

U poglavlju *Morfološko-fiziološka istraživanja* uključeno je potpoglavlje *Istraživanja češera i sjemena obične jele u središnjoj Bosni* u kojem su dani rezultati dobiveni istraživanjem morfometrijskih veličina češera i sjemena, kao i određivanja parametara klijavosti sjemena za pet populacija obične jele. Poglavlje *Procjena genetskog opterećenja na temelju istraživanih fizioloških svojstava sjemena obične jele* cjelovito obuhvaća utvrđenu varijabilnost subpopulacija, kao i unutarpopulacijsku varijabilnost s obzirom na starost stabala, zaraženost imelom i njihov utjecaj na kvalitetu sjemena.

Uz pomoć niza statističkih analiza dobiveni su značajni rezultati i zaključci, a odnose se na grupiranje populacija s obzirom na različita morfološka i ekološka svojstva obične jele. Primjena multivarijatne analize pri ocjeni međupopulacijske varijabilnosti obične jele obrađeno je u poglavlju *Primjena multivarijatne analize pri ocjeni međupopulacijske varijabilnosti obične jele iz pet populacija središnje Bosne*.

Poglavlje *Testiranje polusrodnika obične jele u rasadniku Busovača* obuhvaća prikaz rezultata koji su značajni za korištenje šumskog reprodukcijskog materijala, što samo potvrđuje da su i rezultati dobiveni kod juvenilnog biljnog materijala od važnosti u sagledavanju varijabilnosti unutar i između populacija.

U poglavlju *Istraživanje varijabilnosti morfoloških svojstava obične jele u testu provenijencija Delimusa* dobiveni su vrijedni podaci o statistički značajnim razlikama istraživanih provenijencija obične jele, a obuhvaćaju presjek rasprostranjenosti od sjeverne populacije (Bosanski Petrovac) do najjužnije hercegovačke provenijencije Prozor. Rezultati preživljavanja, kao i varijabilnost kvantitativnih svojstava dali su mogućnost utvrđivanja uspijevanja populacija s obzirom na njihovu diferencijaciju i ekološke uvjete.

Istraživanja kloroplastne, mitohondrijske DNK, izoenzimskih analiza genetičkog opterećenja u populacijama obrađeno je u poglavlju *Molekularna i biokemijska istraživanja*. Prikaz povezanosti istraživanih populacija obične jele s onima u srednjoj i južnoj Europi dan je u potpoglavlju *Analiza kloroplastne DNK kod obične jele*, te je utvrđeno postojanje znatnih razlika u broju haplotipova između populacija. U potpoglavlju *Istraživanje varijabilnosti obične jele analizom mitohondrijske DNK (mtDNK)* dobiveni su značajni rezultati uporabom mitotipova koji su razjasnili podrijetlo nekih populacija, a odnose se na taksonomiju obične jele iz malih i izoliranih populacija. Istraživanje genetičke strukture popu-

lacija iz središnje Bosne, zapadne Hrvatske i nekih submediteranskih populacija, te njihove kontakne zone obrađena je u poglavlju *Taksonomska istraživanja obične jele*. U poglavlju *Procjena genetičkog opterećenja u nekim sastojinama obične jele na temelju fiksacijskog indeksa i njegov značaj* prikazani su rezultati koji se odnose na značajno prisustvo inbridinga u istraživanim populacijama, a što će imati izravan utjecaj na potrebu praćenja genetičke strukture.

Završno se nalazi zasebno poglavlje *Preporuke za gospodarenje običnom jelom na temelju genetskih istraživanja* i sadrži smjernice za očuvanje genetske raznolikosti ove vrste metodama *in situ*, *ex situ*, kao i mjere za pomlađivanje sastojina i obnovu njihovog genetskog potencijala.

Na 25 stranica opsežno je navedena korištena literatura, a na kraju rukopisa nalazi se sažetak na hrvatskom i engleskom jeziku.

Znanstvena monografija „Varijabilnost obične jele (*Abies alba* Mill.) u Bosni i Hercegovini“ iako je namijenjena užoj šumarskoj znanstvenoj javnosti, napisana je jasno i razumljivo, na potrebnoj sveučilišnoj i visokoj stručnoj razini, a moći će je koristiti znanstvenici i stručnjaci prirodoslovnog i biotehničkog područja, studenti, učenici, ali i široki krug čitatelja ljubitelja prirode. Monografija se može preporučiti kao dodatna literatura iz područja šumarstva, posebice u oplemenjivanju i uzgajanju šuma, a pridonijet će očuvanju jedne značajne šumske vrste u širokom bogatstvu biljnog svijeta Bosne i Hercegovine. Zadovoljstvo mi je naglasiti da je ova vrijedna monografija objavljena i smatram da predstavlja bitan doprinos pozitivnom odnosu ljudi prema šumskom drveću i popularizaciji vrijednih i ugroženih vrsta, kao i poticaj da se njima posveti veća pozornost, sukladno šumarsko genetičkim posebnostima.

## IMELE U BOSNI I HERCEGOVINI

TARIK TREŠTIĆ

*Prof. dr. sc. Milan Glavaš*

Ovu knjigu – monografiju napisao je prof. dr. Tarik Treštić sa Šumarskog fakulteta Univerziteta u Sarajevu, koji je ujedno i izdavač. Recenzenti su prof. dr. sc. Milan Glavaš i prof. dr. Azra Čabaravdić. Tisak je obavio PLANJX PRINT, Tešanj. Obim knjige je 103 stranice. Tekst je podijeljen u 6 poglavlja i obogaćen je sa 19 izuzetno korisnih slika, 3 karte i 15 grafikona. Nakon toga slijedi popis literature od 121 izvora. Na kraju je dodat indeks znanstvenih imena, biljaka, biljnih zajednica, ptica, kukaca i gljiva s preciznim naznakama pripadajućih stranica.

U Predgovoru autor citira jedan izvod o imeli iz Glasnika Zemaljskog muzeja u BiH iz 1899. godine. Naglašava da su u monografiji objedinjeni rezultati istraživanja imela u Bosni i Hercegovini i kojim je stručnjacima namijenjena. Također ističe što je sve o bijeloj imeli napisano u preko 4500 izvora, upućuje čitatelje na sadržaj i namjenu monografije, osvrće se na istraživanje imele u BiH i upućuje zahvale. Slijedi prikaz po poglavljima.

1. Uvod. Ovdje se skreće pozornost da s obzirom na način prehrane postoji nekoliko grupa heterotrofnih biljaka, među kojima su najzastupljenije parazitske cvjetnice (oko 4500 vrsta). Objašnjava način ishrane parazitskih cvjet-

nica, a detaljno tumači haustorije. Osvrće se na povijest parazitskih biljaka, istraživanja i objavu spoznaja u literaturi. Na kraju govori o vrstama imele u BiH, istraživanjima istih i ukazuje na potrebu njihove kontrole i suzbijanja.

2. Hemiparazitske cvjetnice. Navedeno je nekoliko redova kojima pripadaju hemiparazitske cvjetnice. Za svaki red daje objašnjenje, a detaljno za red Santalales i njemu pripadajuće porodice. Na kraju ukazuje na široko zastupljenu bijelu i žutu imelu u BiH o kojima se govori u ovoj monografiji.

3. *Viscum album* L. – bijela imela. Ovo je najopširnije poglavlje (47 stranica) koje je uz prikaz osnovne vrste podijeljeno na još tri podpoglavlja u kojima su obrađene





podvrste. Na početku autor iznosi sve bitne podatke o imeli (izgled, građa, biologija, prijenos sjemenki, klijanje i razvoj do uspostave parazitskog odnosa, rasprostranjenost, domaćini i dr.). Vrlo je značajan popis 14 vrsta ptica vektora sjemenki imele među kojima je najvažniji drozd imelaš o kojem piše detaljnije. Opisuje klijanje sjemena, formiranje haustorija i drugih organa u prvoj godini razvoja. Zatim navodi sljedeće faze razvoja organa za uspostavu endofitskog sustava i parazitizma i podatak da bijela imela parazitira 452 taksona i koji su najčešće napadnuti rodovi. Osvrće se na povijesne zapise o imeli u BiH i na kraju navodi 44 biljne vrste – domaćine bijele imele u BiH.

- 3.1. *Viscum album* ssp. *abietis* (Weisb.) Abromeit. – jelina imela. U prvom dijelu ovog podpoglavlja izneseni su brojni podaci o jeli i jelovim šumama u Bosni i Hercegovini i njenoj ugroženosti. U drugom dijelu naglašava da se jelova imela ubraja među najvažnije patogene jele u Bosni i Hercegovini. Iznosi brojne podatke o toj imeli, detaljno opisuje metode ocjene zaraženosti stabala, faktore koji to omogućavaju i koje su štetne posljedice.
- 3.2. *Viscum album* ssp. *austriacum* (Weisb.) Vollmann. – borova imela. Na početku su opisane šume bijelog i crnog bora u Bosni i Hercegovini i problemi koji ih prate. Iznosi podatke o imeli na tim borovima i štete koje im čini.
- 3.3. *Viscum album* ssp. *album* Beck. – lišćarska imela. Ta imela dolazi na preko 40 vrsta listopadnog drveća i grmlja (navedeno u prvom dijelu podpoglavlja). Važna je za biljke u urbanim sredinama (što autor detaljno objašnjava), neke vrste u šumarstvu i voćarstvu (jabuke, kruške).
4. *Loranthus europaeus* Jacq. – žuta imela. Glavni domaćini žute imele su hrast kitnjak i lužnjak. Zato autor na početku poglavlja iznosi podatke o tim vrstama i njihovim zajednicama. Zatim piše o uzrocima sušenja hrastova. Sušenje hrastovih šuma je kompleksnog karaktera, o čemu autor iznosi niz podataka i jasnih objašnjenja. Navodi vrste patogenih gljiva i štetnih kukaca kao komponente koja zajedno s drugim čimbenicima čine štete hrastovim šumama. Dedstabilizaciji hrastovih šuma doprinosi i žuta imela. Za žutu imelu navodi da parazitira brojne vrste, a u BiH je utvrđena na meduncu, kitnjaku i pitomom kestenu. Autor je opisao žutu imelu i naveo brojne podatke o njenom razvoju na domaćinu. Nastavak teksta se odnosi na intenzitet zaraženih hrastovih stabala i sastojina i opisao uvjete pod kojima dolazi do zaraze i razvoja grmova imele. Poglavlje završava opisom šteta koje žuta imela uzrokuje napadnutim hrastovima.
5. Gazdovanje s imelom zaraženim biljkama. Nakon upoznavanja imela ovo je izuzetno važno poglavlje, jer se u njemu daju upute za zaštitu stabala i sastojina zaraženih

imelama. Uz opći dio poglavlje je podijeljeno u 4 podpoglavlja. U uvodnom dijelu upućuje se na metode suzbijanja imela, utvrđivanje jačine zaraze i izradu sanacijskih programa.

- 5.1. Suzbijanje jeline imele. Detaljno se govori o gospodarenju jelovim šumama i obnovi i kakve mjere treba poduzimati u suzbijanju imele.
- 5.2. Suzbijanje borove imele. U osnovi se zasniva na istim načelima kao s jelovom imelom.
- 5.3. Suzbijanje lišćarske imele. Ovdje se naglasak daje na suzbijanje imele u urbanim sredinama.
- 5.4. Suzbijanje žute imele. Ponajprije je štetna za hrastove. Njeno suzbijanje je vezano za obnovu i njegu hrastovih šuma, treba ga rješavati u okvirima integralne zaštite šuma, za što autor daje precizne upute.
6. Bijela imela u svakodnevnom životu ljudi. Ovo je poglavlje zanimljivo širokom krugu ljudi kroz povijest i sadašnjost, što je detaljno opisano. Imela je kao ljekovita biljka od posebne važnosti, što autor opisuje vrlo opširno.

Na kraju poglavlja i cijele knjige autor zaključuje da imele treba promatrati kao štetne i izuzetno korisne biljke, pa se u određenim situacijama prema njima tako i odnositi.

## Zaključak

Monografija IMELE U BOSNI I HERCEGOVINI predstavlja posebnost originalnog ulaženja u zaštitu šuma i šire, i to kao integralne cjeline. Kako sam autor navodi imele su u Bosni i Hercegovini istraživali stručnjaci još u 19. stoljeću. Pojedinci su na tu problematiku upozoravali tijekom prošloga stoljeća, što su nastavili i suvremeni istraživači, posebno akademik Midhat Uščuplić. Na ovome mjestu autoru upućujem veliku pohvalu što je monografiju posvetio uvaženom akademiku.

Pregledom cjelokupnog teksta važna je spoznaja da je autor objedinio sva ranija istraživanja o imelama u Bosni i Hercegovini, a iz popisa literature se vidi da je toj problematici pristupio svestrano.

Raspored gradiva u monografiji je logičan. Uvodni dio čitatelja upućuje na značenje teksta. Opisujući parazitske cvjetnice dolazi se do domaćih imela koje su opisne kao specifične biljke, opisan je njihov parazitizam, ekološki zahtjevi, štetnost te mogućnosti suzbijanja. Vrlo je značajan prikaz povijesnih i suvremenih veza čovjeka s imelama, a posebno ljekovitost bijele imele. Čitav tekst je jasno napisan, razumljiv stručnjacima i drugim zainteresiranim osobama. Monografija nudi niz korisnih i zanimljivih spoznaja, a pogotovo su važne spoznaje o štetnosti imela i upute o njihovom suzbijanju. S obzirom da je ova monografija jedinstven primjer cjelovitog napisa o imelama i da su potrebe njene primjene u širokim krugovima, mišljenja sam da će svima biti od velike koristi. Autoru upućujem čestitke.

# PERFORMANS KOLEGE DAMIRA PAVELIĆA NA FLORAARTU

## UMIJEĆE KIPARENJA MOTORNOM PILOM BILA JE ATRAKCIJA

*Marija Glavaš, dipl. ing. šum.*

Mr. sp. Damir Pavelić zaposlen u Proizvodnom odjelu Uprave šuma Podružnice Zagreb, na poslovima stručnog suradnika za uzgajanje šuma izveo je tijekom 51. međunarodne izložbe Floraart pravu atrakciju svojim umijećem rada motornom pilom. Odlučio je svojim talentom i umijećem pomoći Hrvatskim šumama. Njegova se ideja pokazala potpuno svrsishodnom, jer su posjetitelji gotovo neprestano dolazili na izložbeni prostor Hrvatskih šuma d.o.o. i promatrali kako se uz pomoć grubih alata stvaraju suptilne drvene skulpture.

Staro i mlado spuštalo se na izložbeni prostor rezerviran za Hrvatske šume d.o.o. svih dana trajanja Floraarta. Njihovu pozornost privukao je mr. sp. Damir Pavelić, koji je pred njima izrađivao skulpture od drveta. Mnogi su fotografirali

Pavelićeve skulpture i svoje bližnje pored istih. Fotografirali su se pokraj dovršenog drvenog Petra Pana i pokraj velike drvene ruže, čak i dok su samo nagađali u što će majstor pretvoriti komad lipovog trupca.

Sve je počelo prijedlogom njegovih kolega, mr. sp. Pavelić je ponudio izraditi tri drvene skulpture pred posjetiteljima, kako bi dodatno privukao njihovu pozornost. Kolege iz UŠP Zagreb bez zadržke su prihvatile njegovu ideju, znajući da mu mogu pokloniti puno povjerenje. Jedan od razloga je taj što je Pavelić već izveo performans motornom pilom pred publikom. Riječ je o Danima hrvatskog šumarstva održanim na zagrebačkom Jarunu 2001. godine, kada je njegov drveni medvjed bio proglašen najboljim radom u kategoriji slobodno oblikovanje drva.



Slika 1. Publika se neprestano izmjenjivala





Znajući da će mu za izradu figurativnih, realističnih skulptura biti potrebno više od tjedan dana, koliko je trajao Floraart, započeo je rad u hrastovom trupcu nešto ranije. Budući da je iskreni prijatelj djece te je dio svojih rukotvorina posvetio upravo njima, za motiv je odabrao Petra Pana koji sjedi na ogromnom vrganju i sprema se zasvirati na panovoj fruli. Inače, od njegovih prijašnjih radova namijenjenih djeci, među mališanima je odlično prihvaćena *Šumska slagalica* koja predstavlja edukaciju kroz zabavu. Uz to, Pavelićev dar Gradu Mladih, veliki antropomorfizirani žir *Žirko*, već dugo razveseljava osnovnoškolce koji tamo dođu na izlet.

Petar Pan je kao pravi glavni junak, u ovom slučaju jedne lijepo priče iz Hrvatskih šuma, odlično odigrao svoju ulogu na Floraartu. Ne samo da je privlačio djecu, nego je plijenio veliku pozornost odraslih i dok je bio u izradi i nakon dovršetka. Mnogi su od njih su iskoristili prisutnost majstora i prilazili mu s raznim pitanjima, a on je na sve rado odgovarao.

Za razliku od Pana, Pavelić je drugu skulpturu u potpunosti izradio pred posjetiteljima, preobrazivši lipov trupac u veliku ružu u samo jednom danu.



Slika 2 i 3. Borba čovjeka i cvijeta





Slika 4. Drvena ljepotica

Na upit zašto baš cvijet ruže odgovorio je – *Zato što je moto sajma cvijeća cvijet, a osim toga cvijet ruže je simbol Hrvatske. Da Vas podsjetim, ruža je, osim što je najljepši cvijet, biljka koja hrani, liječi, uljepšava izgledom i mirisom.* -

Prvu fazu, bila je skiciranje na trupcu doznačnim sprejem, čime su određene dimenzije pojedinih dijelova ruže. Majstor se zatim mašio jedne od motornih pila, pa je gornja četvrtina brzo poprimila oblik kocke. Na kocku je prema živom predlošku stolarskom olovkom precizno ucrtao konture cvjetne glave sa sve četiri strane. Zatim je ponovno u ruke uzeo motornu pilu i čarolija je počela. Promatrači su se mogli osvjedočiti za što se sve i s kojom preciznošću ovaj alat može koristiti. Mogli su i nešto naučiti o tome koje je alate i tehnike moguće koristiti u kiparstvu.

Jedino što Pavelić nije uspio tijekom oblikovanja, bilo je izraditi trolapi list na stabljici ruže, jer je naišao na trulež u

drvetu. On sam je bio pomalo razočaran, ali ne i zadržani posjetitelji. Odmah je krenuo u improvizaciju i pilom umjesto lista izradio trnje, pa su se iz publike mogli čuti brojni pozitivni komentari.

Nakon što je ruži dao konačan oblik, Pavelić nije ni približno bio gotov s poslom. Opremljen zaštitnim naočalama i kružnom brusilicom, grubu je površinu novoizrađene skulpture pretvorio u glatku.

Nakon puno uloženog fizičkog rada, drvena je ruža sa svojim laticama, lapovima i trnjem zablistala na proljetnom suncu.

Na trećem je trupcu ostao doznačnim sprejom nacrtan upitnik, trebala je to biti prva umjetnikova apstraktna skulptura, ali je rok za izradu jednostavno bio prekratak. No, sigurno je da će ukrasiti neki javni prostor, nečije dvorište ili dom, kao što je to već slučaj s brojnim njegovim skulpturama. Tako oni koji uđu u Šumariju Lipovljani najprije ugledaju skulpturu Josipa Kozarca, a spuste li se u podrum šumarije, tj. memorijalnu sobu posvećenu ovom našem velikom šumaru i umjetniku, otkrit će skulpturu nazvanu Drvo knjiga. Na Petrovoj gori nalazi se Pavelićeva skulptura *Kralj Petar Svačić, Klijanac hrasta* nalazi se u šumariji Velika Gorica, bilogorski drvosječa sa sjekirom na trgu odnedavno krase trg A.G. Matoša u Bjelovaru. To su samo neka umjetnička djela našeg šumara – umjetnika.

Drveni Petar Pan danas razveseljava djecu koja se dođu igrati u lipovljanski park. U Lipovljane je nakon Floraarta otišla i druga skulptura, ruža, pa su se tako u stvari vratile na mjesto s kojega su potekle.

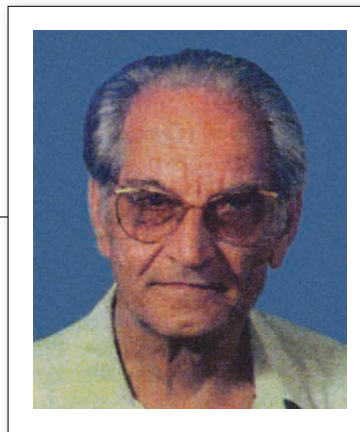
Sav trud uloženi na Floraartu svakako je doprinijeo promociji naše tvrtke, jer je izložbeni prostor Hrvatskih šuma d.o.o., tradicionalno namijenjen izlaganju hortikulture i šumske proizvodnje te drvenog namještaja ove godine bio iznimno posjećen. To, dakako ne umanjuje trud i smisao za estetiku svih naših radnika koji su sudjelovali u opremanju i uređenju izložbenog prostora. Svojim su zalaganjem Hrvatskim šumama d.o.o. i ove godine priskrbili priznanje organizatora.

Što reći za najbolju moguću promociju, nego veliko hvala šumaru – umjetniku mr. sp. Damiru Paveliću!



# HELIODOR PRELESNIK (1914–2015)

*Porin Schreiber, dipl. ing. šum.*



*Ne, nisam ja za tobom plako,  
Uzhite prvi s cvijetnim svibnjem,  
danas me nešto drugo boli,  
Čeznem za svojim zavičajem.*

*Pod čempresima rod mi leži,  
A malo dalje more bije  
O strme hridi, što ga kruže,  
Dok s neba sunce oganj lije.*

*Nikad više, znadem, ne ću  
trčat opet bos po žalu  
loveći školjke. Crn od sunca  
Paliti ne ću svieću malu*

*na dragom grobu svojih milih,  
Al' čemu srdce sad da zdvaja,  
kada već nježan spomen na njih  
sa zavičajem mene spaja.*

*(Zavičaj, Olinko Delorko)*

Poštovani i samozatajni gospodin Heliodor Prelesnik, dipl. ing. šum., napustio nas je u kasnu jesen 20. studenog 2015. godine u nepunoj 102. godini života. Koliko mi je poznato među šumarima je najdugovječniji dalmatinski i hrvatski krški šumarnik. Nama šumarima Dalmacije ostavio je dostojno sjećanje na vrijednog šumarskog znalca i čovjeka široke opće i duhovne kulture. Susreti i druženja s inženjeringom Prelesnikom bila su povlastica među kolegama i poticaj za pojašnjavanje realnosti problematike i zbilje prevrtljivih zbivanja u djelatnosti i organizaciji naše struke.

Rodio se na otoku Braču u Supetru 3. listopada 1914. godine, a kršten imenom Heliodor u Kotoru od roditelja, oca Božidara, sudaskog službenika na dužnosti direktora Zemljišnog odjela u Kotoru i majke Eleonore podrijetlom iz ugledne i plemenite francuske obitelji Thiard de Laforest, koja je vodila knjižnicu u Kotoru. Ime Heliodor grčkog je podrijetla, a u hrvatskom izričaju značenja "dar sunca". Majčino prezime Laforest u prijevodu je "šuma", pa je metafizički iz oba značenja imena, rođenjem predodređen biti šumárom.

Svoje rano dječastvo proveo u Kotoru, poistovjećujući ga svojim rodним zavičajem te je ostao "tvrdokorni i nepopustljivi" Kotoranin. Heliodor polazi i završava osnovno školovanje u Kotoru 1924. Bio je član katoličke mladeži, a u 11. godini kao dječaku pripala mu je počast da u Kotoru 27.1.1925. bude odabran za Malog Admirala Bokeljske mornarice, pa je sa terase katedrale sv. Tripuna zanosno izgovorio Lode (pohvale) zaštitniku grada Kotora sv. Tripunu. Njegovu je zanesenost Kotorom kao svojim zavičajem "Hrvatsko građansko društvo Crne Gore – Kotor" opisalo u sućuti obitelji u svom glasilu u prilogu *In Memoriam*: "Bez obzira na to što sam najveći dio svog života proveo izvan Kotora, osjećam se Kotoraninom jer mi je Kotor mladenački zavičaj, a na gradskom groblju u Škaljarima počivaju svi moji najdraži!"

Državnu realnu gimnaziju polazio je i završio u Kotoru 1933. godine, a te godine postaje tajnikom Gradske organizacije HSS-a u Kotoru, djelujući kao bokeljski Hrvat na pripajanju Boke Banovini Hrvatskoj. U jesen iste godine upisuje studij šumarstva na Šumarskom fakultetu u Zemunu koji je tada administrativno i teritorijalno pripadao Banovini Hrvatskoj. Prelazi u Zagreb i nastavlja studij na Poljoprivredno-šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, na kojem diplomira 1939. godine. Po završenom studiju odlazi na odsluženje vojne obveze u Maribor, kada se u Europi već osjeća da će doći do rata.

Prvu pripravničku službu prihvaća 10. prosinca 1940. god. kao nadničar do 31. prosinca iste godine u Direkciji šuma Sarajevo. Nakon službe u Sarajevu zapošljava se kao šumarski vježbenik u Pododsjeku za šumarstvo Ispostave banske vlasti Banovine Hrvatske u Splitu. Kada su Talijani 1941. god. okupirali Split odlazi u Makarsku na tadašnji teritorij NDH i prihvaća službu 1. rujna 1941. god., gdje nastavlja raditi kao šumarski vježbenik u Šumsko – tehničkom uredu za uređivanje bujica. Makarsko je primorje pod strmim obroncima planinskog masiva Biokova prepuno bujičnih tokova sve do Gradca, u kojemu radi do 22. lipnja 1942. god. Iz Makarske je po službenom nalogu premješten u Ravnateljstvo šuma u Dubrovnik 23. lipnja 1942. god., gdje službuje nedaleko voljenog zavičaja Kotora u kojem osniva obitelj s g-đicom Anom Luković Bokeljkom, Hrvaticom iz Prčnja. Nastavlja obiteljski život u Dubrovniku sve do kraja Drugog svjetskog rata. Po imenovanju nove vlasti u Dubrovniku, postavljen je 31. siječnja 1945. god. na dužnost izvjestitelja za bujičarstvo pri Narodnom odboru Općine Dubrovnik. Nakon toga opet je po dekretu premješten 1. veljače 1945. god. na otok Brač gdje službuje u Narodnom odboru Kotara u Supetru kao šumarski referent za otoke Brač i Hvar, gdje radi do 28. prosinca 1946. godine.

Dan nakon toga slijedi nalog s premještanjem u novu službu sa zadaćom i ciljem osnivanja i ustrojavanja srednjeg stručnog šumarskog obrazovanja učenika škole u Drnišu pod nazivom "Kraška šumarska škola u Drnišu". Službeni osnivač škole bio je Oblasni narodni odbor Dalmacije s trogodišnjim školovanjem, kako bi što prije obrazovao stručni terenski kadar. Uz to što je obavljao dužnost direktora, predavao je najveći dio stručnih predmeta, a za opće školske predmete morao se snalaziti angažiranjem profesora i nastavnika iz škola u Drnišu. Istovremeno u Zadru otvara se tečaj za osposobljavanje polaznika za zvanje lugara na kojemu inženjer Prelesnik predaje predmete uzgajanje šuma i pošumljivanje krša s praktičnim radom prilagođenim njihovom osnovnom obrazovanju. Uz školu je osnovao i šumski rasadnik. Nakon dvije godine donešena je odluka o dokidanju škole u Drnišu s preseljenjem u Split 1948. godine pod nazivom Srednja šumarska škola za krš u Splitu.

Dokidanjem škole u Drnišu u ljeto 1948. inženjer Prelesnik 11. kolovoza 1948. god., dobiva novo službeno postavljenje imenovanjem za šefa tek osnovane Sekcije za pošumljivanje te dobiva i zadaću otvaranja lugarskog tečaja, predavajući im predmete uzgajanje šuma i pošumljivanje krša s praktičnim radom. Nakon nepune godine dana 1. srpnja 1949. god. prihvaća novu dužnost referenta iz oblasti šumarstva pri Narodnom odboru Kotara Sinj, u kojemu radi do 30. lipnja 1950. god. Osnivanjem Šumarije Sinj 1. srpnja 1950. god. postaje njenim direktorom, a istovremeno od 1. siječnja 1961. do 15. ožujka 1963. godine ispomaže radu u Šumskom gospodarstvu u Splitu, radeći bez posebne naknade kao šef Sektora za plan i proizvodnju. Ustrojavanjem Šumskog gospodarstva Split kojemu su pripadale šumarije Sinj, Split, Brač i Hvar, radi u njemu od 16. ožujka 1963. u istom svojstvu do rasformiranja krajem 1964. godine. Nakon toga ponovno je od 1. siječnja 1965. god., postavljen za direktora Šumarije Sinj, gdje radi do 18. veljače 1969. godine. Tako je gotovo pola svoga radnog vijeka odradio kao direktor Šumarije Sinj, djelujući u nepovoljnim vremenima i uvjetima za dalmatisko šumarstvo. U tom razdoblju kroz punih 20 godina prošao je i najteže vrijeme u opstojanju Šumarije Sinj i egzistencije svojih djelatnika, vodeći ih kroz Scile i Haridbe tog vremena, nerazumijevanjem društva i politike za šumarstvo, posebice u odnosu na krš.

Da bi pomogao u ostvarivanju uspješnog financijskog poslovanja Šumarije Sinj, prihvaća 1957. god. ponudu Dalmatinskih hidroelektrana Split za izradu projekta "Elaborat za pošumljivanje područja oko brane HE Peruča i bujičnih slivova Čorina draga – Zeleni vir". Tim projektom Šumarija Sinj izvodila je vrlo složene i kompleksne radove pošumljivanja u slivnim područjima rijeke Cetine u zaštiti tla od erozije. Tada je prvi puta u Dalmatinskom kršu primijenjen način pošumljivanja tehnikom izrade gradona i sadnjom sadnica crnog bora u njima na priobalnim strmim padinama jezera i toka rijeke Cetine, kao i u njenim bujičnim pritocima. Prilikom održavanja UO HŠD 10. travnja 2016.

na području gospodarenja Uprave šuma Podružnice Split, obilaskom područja Šumarije Sinj članovi UO posjetili su tu lokaciju gdje je JNA 1992. u vrijeme Domovinskog rata, uz podršku četnika minirala branu i granatiranjem pošumljenih površina pokušala spaliti djelo inženjera Prelesnika, no uz manju štetu bez uspjeha. Kao dokazani stručnjak i znalac te šumarski praktičar i poznavatelj problematike pošumljivanja na kršu, godine 1959. bio je tri mjeseca na specijalističkom putovanju u Italiji kao stipendist FAO-a UN u vezi s temom "Pošumljivanje krša – Mehanizacija i organizacija radova pošumljivanja krša i goleti s primjenom suvremenih metoda i novih strojeva". Nakon završetka studijskog putovanja napisao je izvješće na tridesetak stranica s upoznavanjem suvremenih inovacija u pošumljivanju i uzgoju šuma na kršu. Kao svestrani poznavalac struke, uključen je 1964. god. u stručnu skupinu za izradu projekta hortikulturnog i parkovnog uređenja "Rekreacijskog vojnog centra Lora" na poluotoku Lora u Poljudu, uz luku učilišta Mornaričke vojne akademije "Lora" u Splitu.

Iz Šumarije Sinj premješten je 19. veljače 1969. u Šumsko gospodarstvo Split te vodi poslove referenta za uzgoj, iskišćivanje i plan do 7. rujna 1975. god., a već od 8. rujna postavljen je za direktora Šumskog gospodarstva Split. U razdoblju od 1970. do 1979. god. izabran je i postavljen za člana Republičke komisije za sjemenarstvo, zaštitu bilja i biljnih bolesti, a 30. lipnja 1979. godine nakon trnovitog radnog putovanja mnogobrojnih životnih i obiteljskih postaja odlazi u zasluženu mirovinu. Umirovljenjem ostaje i dalje vezan uz struku i zbivanja u njenom društvenom životu. Bio je član staleškog Udruženja inženjera i tehničara grada Splita od osnutka nakon Drugog svjetskog rata, a u razdoblju 1983–1984. god., inženjer Prelesnik bio je i predsjednikom stručnog društva, te nastavno i redoviti član Hrvatskog šumarskog društva Ogranak Dalmacija Split.

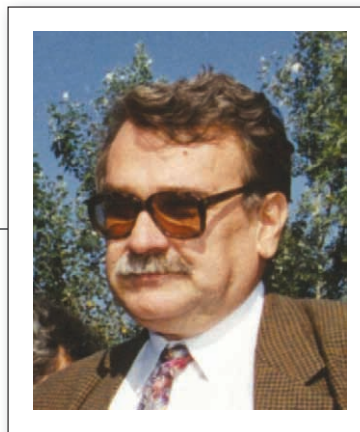
Kao umirovljenik 1987. god. postaje suradnik Instituta za jadranske kulture i melioraciju krša – Split pri izradi najsažajnijeg stručnog dijela "Programa gospodarenja šumama i šumskim zemljištima užeg područja krša za razdoblje 1982–1991.", za Šumsko gospodarstvo Sinj i ŠG Drniš. U svojim poznim godinama ispisuje živo i duhovito do kraja života, povijesne panagirike u nastavcima o Kotoru i znakovitim osobama Kotora, pod naslovom "Kotor moje mladosti" u "Hrvatskom glasniku" Hrvatskog građanskog društva Crna Gora – Kotor.

Ostaje nam dovijeka poštovanje, zahvalnost i sjećanja na uglednog šumara gospodina Heliodoru Prelesniku i njegov stručni i ustrajni rad i za sve dobro što je učinio za šumarstvo krša, posebice Dalmacije. Osobno, kao i našim članovima HŠD-a ostaje žal što zbog njegove samozatajnosti i izbora tihe sahrane u obiteljskom okružju nismo bili nazočni oproštaju na hrvatskoj grudi ispod uspravnih visokih čempresa, ovaj put ne na njemu dragom Škaljarskom groblju Kotora, (... *Čeznem za svojim zavičajem, Pod čempresima rod mi leži, A malo dalje more bije...*), već pod dostojanstvenom čempresadom mira na splitskom groblju "Lovrinac".



# DAMIR MOĆAN (1943–2016)

*Josip Crnković, dipl. ing. šum.*



U petak 17. lipnja 2016. godine u nazočnosti obitelji, prijatelja i kolega na Gradskom groblju u Delnicama na posljednji počinak ispraćen je Damir Moćan, diplomirani inženjer šumarstva.

U šumarskoj struci Gorskog kotara njegovim odlaskom nastaje jedna velika praznina. Rođen je u šumarskoj obitelji u Delnicama 1943. godine. Svoju privrženost i ljubav prema šumarskoj struci prenosi na jednog od svoja dva sina, koji slijedi profesionalni put svog oca.

Radni vijek Damira Moćana izuzetno je bogat, a započinje nakon završenog Šumarskog fakulteta u Zagrebu 1971. godine. Svoje prvo radno iskustvo stječe u šumariji Mrkopalj, Šumskog gospodarstva Delnice, no ubrzo ga želja za napredovanjem već 1974. godine odvodi u Odjel za uređivanje šuma u Delnicama, gdje četiri godine radi kao taksator. Kroz izradu brojnih Gospodarskih osnova uočeno je njegovo poznavanje problematike, obnove i razvoja šuma te je premješten u Odjel za uzgoj. Godine 1983. imenovan je za Upravitelja šumarije Ravna Gora, gdje ostaje do kraja 1985. godine.

U organizacijskom promjenama u šumarstvu, odnosno formiranjem Goransko-primorskog šumskog gospodarstva Delnice 1985. godine postavljen je za zamjenika direktora OOUR-a za Uzgoj i zaštitu šuma Delnice, a od 1987–1989. obnaša dužnost direktora OOUR-a. Nakon osnivanja Odjela za ekologiju u Delnicama 1991. godine postavljen je za Rukovoditelja tog odjela.

Demokratske promjene u Republici Hrvatskoj utjecale su na političku aktivnost Damira, te on od kraja 1995. godine obnaša dužnost član Upravnog odbora Hrvatskih šuma, a krajem 1996. godine imenovan je za zamjenika Direktora Hrvatskih šuma. Dužnost zamjenika Direktora obavlja do 2002. godine, nakon čega se vraća u Delnice na radno mjesto višeg savjetnika Voditelja UŠP Delnice. Umirovljen je 1. siječnja. 2008. godine.

Tijekom cijelog radnog vijeka vrlo aktivno sudjeluje u rješavanju problema vezanih uz šumarstvo Gorskog kotara. Krasila ga je požrtvovnost, snalažljivost i privrženost struci te je bio uzor mnogim mladim naraštajima.

# DEJAN KAPŠ (1979–2016)

*Mr. sc. Valter Crnković*



Šok i nevjerica zavlada su među nama 26. kolovoza kada smo saznali da je nesretnim slučajem, u lovu, stradao naš kolega i prijatelj Dejan Kapš. Nismo bili u stanju vjerovati da se tako nešto može dogoditi, pogotovo ne Dejanu koji je za nas bio samo oličenje lova i lovstva. Nažalost, naše nade u pogrešno prenesenu vijest nisu se ostvarile, izgubili smo Dejana zauvijek.

Dejan Kapš rođen je 27. travnja 1979. godine u Ljubljani. Odrastao je u cijenjenoj i vrijednoj obitelji Kapš koja se generacijama bavi pilanarstvom u pitomom goranskom mjestu Blaževci. Osnovnu i srednju školu pohađao je u Sloveniji. Djetinjstvo provedeno u okruženju šuma i u krugu obitelji vezane za šumarstvo i preradu drva usmjerilo je Dejana na studij šumarstva na Biotehniškoj fakulteti u Ljubljani, gdje je diplomirao 2006. godine i stekao zvanje diplomirani inženir gozdarstva. Već i Dejanov diplomski rad "Institucionalna usklađenost lovnogospodarskih sistema upravljanja smeđim medvjedom između Slovenije i Hrvatske" upućivao je na Dejanovu veliku strast – lov, ali i na njegovu buduću ulogu stručnjaka i ponajprije čovjeka koji je svojim neumornim radom brisao granice između država i spajao lovce s obje strane rijeke Kupe. Svoje članstvo u lovačkim društvima s obje strane granice Dejan je iskoristio na najbolji mogući način, a njegovi napori su okrunjeni godišnjim tradicionalnim zimskim lovom na patke, kojega zajednički upriličuju hrvatski i slovenski lovci uz cjelodnevno druženje. Aktivno bavljenje lovstvom usmjerilo je Dejana na daljnje usavršavanje, te 2012. godine diplomom Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku (studirajući uz rad) stječe zvanje magistra inženjera zootehnik.

Dejan je posebno bio poznat kao vrhunski stručnjak u po-tragama za ranjenom divljači, odgojivši i obučivši više vr-

hunskih pasa tragača s kojima je vršio potrage diljem lovišta Hrvatske i Slovenije. Opći stav nas, njegovih lovnih prijatelja i poznanika, bio je da je Dejan u tom segmentu lovstva dosegao savršenstvo i bio najbolji tragač u Hrvatskoj. Naravno da ovime nisu bila iscrpljena sva Dejanova zanimanja u lovstvu, pa je tako bio i vrstan strijelac na glinene golubove i godinama je na takmičenjima branio boje svog lovačkog društva i UŠP Delnice na sindikalnim igrama. Također, u Sloveniji je sudjelovao u više terenskih, znanstvenih projekata praćenja populacija divljači. Takav lovni praktičar i stručnjak nije mogao proći nezapaženo, pa je Dejan imenovan za člana Stručnog savjeta za unapređenje lovstva Lovačkog saveza PGŽ, gdje je svojim radom dao dodatni stručni obol naporima primorsko-goranskih lovaca.

Ništa manje upečatljiv bio je Dejanov doprinos šumarstvu. Od 2006. godine zaposlen je u Šumariji Vrbovsko, nakon pripravničkog staža obnašao je dužnost revirnika za državne i privatne šume. Svojim predanim pristupom radnim zadacima, jednostavnošću u rješenjima poslovnih problema pomicao je granice mogućeg. Bio je omiljen u krugu poduzeća. Urođena lakoća komuniciranja, neosporan šarm i nadasve vedrina duha, osiguravala je da Dejan nigdje nije prolazio nezapaženo, iako se nikada nije name-tao, štoviše mogli bismo reći da je u svojoj prirodi bio skroman, čak i neopravdano stavljajući sebe u drugi plan. Poslovno odgovoran, ažuran i točan, svoju stručnost i iskustvo nije zadržavao za sebe već je istu uvijek bio spreman podijeliti sa svojim kolegama šumarima, kao mentor učenicima i pripravnicima, a također i studentima Šumarskog fakulteta, sudjelujući u terenskoj nastavi kao vrstan predavač. Bio je aktivan član HŠD, ogranak Delnice i sindikalni djelatnik HŠŠ.

Najbolje od Dejana tek smo očekivali, svi mi, šumari, lovci, drvoprerađivači. Tko ga je poznao mogao je uočiti njegov kapacitet koji je tek trebao doći do punog izražaja u godinama njegove zrelosti, no nažalost, zauvijek smo ostali uskraćeni za taj dio njegovog doprinosa struci.

Dejan će najviše nedostajati svojoj obitelji, supruzi Danijeli i malom sinčiću Roku, roditeljima i sestri. Ne postoje riječi kojima bismo mogli opisati njihov gubitak i duboko suosjećamo s njihovom boli.

Dejane,

volimo misliti da nas i sada gledaš, stojiš pokraj neke jele, na nekom lageru, sjediš na nekom hohštandu i čekaš da dođemo i popričamo o poslu, o lovu. I vidjet ćemo se sigurno opet, negdje gore i nastaviti tamo gdje sada stajemo Tvojim odlaskom. Do tada čuvaj nam neku novu šumu, neki novi Litorić, neka nova lovišta. Neka Ti je laka naša goranska zemlja i tamo gore Dobra Ti kob.

Počivao u miru Božjem!

## ALOJZIJE FRKOVIĆ (1934–2016)

*Hranislav Jakovac, dipl. ing. šum.*



Hrvatske je šumare 13. srpnja ove godine zatekla tužna vijest – umro je Alojzije Frković, naš kolega, prijatelj, dugogodišnji član Hrvatskoga šumarskog društva i dugogodišnji plodni suradnik našeg znanstveno-stručnog i staleškog glasila Šumarski list. Uz izvješća o Šumarskome listu na sjednicama Upravnog odbora HŠD-a, a posebice na godišnjim skupštinama, osobito je naglašavana potreba i upućivan poziv šumarskim stručnjacima iz operative da pišu o temama iz svog svakodnevnog stručnog angažmana, dijeleći tako svoje stručne spoznaje s drugima. Na žalost, malo njih se odaziva tome pozivu, jer teško je sjesti pred „prazan papir“. No, kolegu Frkovića nije niti trebalo pozivati jer on je uvijek imao obilje materijala kako za naš časopis, tako i za druge časopise u kojima je objavljivao svoje članke. Umro je u srpnju kao što rekosmo, a još lipanjski dvobroj Šumarskoga lista sadrži njegov članak, što će reći da je „pisao do zadnjeg daha“. Ovo je bio njegov dvjestoti članak u našem časopisu – im-

presivno zar ne? Izvješćujući o smrti našega kolege Alojzija, na Web stranici HŠD-a rečeno je: *Što napisati o čovjeku koji je toliko toga napisao, kako riječju ispratiti čovjeka koji je biranom riječju ispratio tolike ljude, ali slavio i postignuća mladih suvremenika i velikana šumarske povijesti. Povijest šumarstva ili lovstvo? Velike goranske zvijeri ili sam Gorski kotar? Ali jednako i Velebit, Mljet ili Rab.* U Lovачkom vjesniku o njegovoj smrti također je naveden kao *autor nebrojenih članaka, radova i knjiga.* Slažemo se i s mišljenjem, kako prikazati ga samo kroz njegove radove, s obzirom na široki opus i dugogodišnji rad, zahtijeva silan angažman, pa će tako ovaj tekst sukladno rubrici u kojoj ga objavljujemo, sadržavati uglavnom osnovne informacije o životu i radu našega kolege i upućivati u najkaraćim crtama na njegov izuzetno značajan stručno-znanstveni doprinos šumarskoj struci.

Alojzije Frković, šumarnik i lovni stručnjak rodio se 20. svibnja 1934. god. u Vratima, u Gorskom kotaru. Osnovnu



školu završio je u Vratima 1945. god., maturirao na IV. muškoj realnoj gimnaziji u Zagrebu 1954. god., a diplomirao na Šumsko-gospodarskom odsjeku Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu 1960. god. Iste godine zaposlio se u Šumskom gospodarstvu Delnice u Šumariji Crni Lug, gdje je nakon jednogodišnjeg pripravničkog staža i odsluženja vojnog roka, imenovan zamjenikom upravitelja Šumarije i samostalnim referentom za uzgoj, zaštitu šuma i lovstvo. Već tada se posebno ističe na obnovi prorijeđenih fondova krupnih vrsta divljači, što se poklapa s počecima lovnog turizma, a u suradnji s Institutom za šumarska i lovna istraživanja sudjeluje na izradi prvih lovnogospodarskih osnova za državna uzgojna lovišta, kao i na terenskim radovima na kvantitativnoj analizi avifaune u šumskim zajednicama Gorskog kotara. Već 1963. god. objavljuje svoj prvi stručni članak o lovištu „Risnjak“ u Lovačkom vjesniku. Danas, kada novo-zaštitari prirode govore o provedbi „Natura 2000“, i posebno „Konvenciji o zaštiti ptica“, važno je reći da je šumarnik Alojzije Frković još 1966. god. u Crnom Lugu osnovao i četiri godine uspješno vodio Aktiv za zaštitu ptica „Sjenica“ Crni Lug. U povodu 45. obljetnice osnivanja i rada Aktiva izdana je knjiga „U Crnom Lugu više nema prački, za koju je kolega Frković dobio i prvu nagradu Novog lista „Gorančica 2012“. Svojim pernatim prijateljima ostao je trajno odan kao dugogodišnji suradnik Zavoda za ornitologiju HAZU i prstenovatelj ptica. Stručni šumarski ispit položio je 1966. god. Te godine donešen je novi Zakon o lovstvu, pa je kolega Frković izradio sam ili u suradnji s kolegama više od 30 lovnogospodarskih osnova za nova lovišta. Kao vrsni lovni stručnjak u lipnju 1967. god. imenovan je referentom za lovstvo u Šumskom gospodarstvu Delnice. Već svibnja 1969. god. polaže ispit za ocjenjivača lovačkih trofeja, stalni je član stručnih komisija Hrvatskoga lovačkog saveza za održavanje seminara za lovce stažiste i lovačke ispite. Tijekom rada u Šumskom gospodarstvu Delnice sudjelovao je na tri međunarodna kongresa biologa divljači (Moskva 1969., Stockholm 1973. i Krakow 1987.). Od 1970. do 1973. god. obnašao je dužnost predsjednika Jugoslavenke sekcije za zaštitu ptica, od 1982. predsjednik je komisije za praćenje populacije risa u Republičkom zavodu za zaštitu prirode, a od 1988. god. stalni je član komisije HLS-a za ocjenjivanje lovačkih trofeja. S time u vezi objavio je Priručnik za ocjenjivanje lovačkih trofeja (Zagreb, 1981 i 2006), Lovačke trofeje, obrada, ocjenjivanje i vrednovanje. Europska divljač (Zagreb, 1989). Dugogodišnji je član uređivačkog odbora Lovačkog vjesnika i član Izdavačkog savjeta, a u povodu 100. obljetnice Lovačko (ribarskog) vjesnika inicijator i autor Bibliografije Lovačko ribarskog vjesnika 1892-1991., Zagreb, 1993. *Bibliografije su, uz ostalo, dragocjen i neophodan izvor i putokaz za nužno upoznavanje i korištenje svega onoga što su već drugi utvrdili i objavili u određenoj oblasti, pa to vrijedi i za Frkovićevu Bibliografiju Lovačkoga vjesnika, pa i više. Više zbog jednog od uvodnih tekstova knjige* (zbog

prikaza povijesti časopisa koji je poželjan, ali nije uobičajen za bibliografije), kaže u svome prikazu Bibliografije Oskar Pikorić u Šumarskome listu 1994. god. Na kraju prikaza zaključuje: *Prvi urednik, a i glavni pokretač Vjestnika Prvog obćeg hrvatskog društva za gojenje lova i ribolova bio je šumar F. X. Kesterčanek, a prvi bibliografistog Vjesnika također šumar, A. Frković.* Dominik Raguž glede iste Bibliografije navodi: *Upravo ova Bibliografija pomogla mi je da brzo otkrijem da sa 77 objavljenih članaka u Lovačkom vjesniku, Alojzije Frković čvrsto stoji na prvome mjestu.* Naravno, on je i dalje nastavio objavljivati u istom časopisu, pa je taj broj značajno porastao. Ako čitateljima dođe odnosna Bibliografija „pod ruku“, volio bih da promisle koliko je volje, preciznosti i truda trebalo uložiti u sređivanje relevantnih, pa i onih suhoparnih podataka u tih preko 400 stranica.

Svoj rad na zaštiti prirode ostvario je i Odlukom Vlade RH 1992. god. kada je imenovan članom i na prvoj sjednici izabran predsjednikom Upravnog odbora Uprave NP Risnjak. U njegovome mandatu organizirano je obilježavanje 40. obljetnice Nacionalnog parka Risnjak, održan znanstveni skup i tiskan Zbornik radova čiji je i urednik. U Šumarskome listu je od 1975. do 1993. god. član savjeta i urednik znanstveno-stručnog područja lovstvo. U svojim istraživanjima posebno se bavi trima krupnim predatorima, vukom, medvjedom i risom, pa od 1983. god. inicira i sudjeluje u istraživanju mrkih medvjeda primjenom biotelemetrije te 1993. god. inicira kod nas i zaštitu vuka. Te godine premješten je u Direkciju JP Hrvatske šume u Zagreb na poslove stručnog suradnika za lovstvo, a 1995. god. raspoređen je u Direkciju u Uredu direktora na mjesto savjetnika za lovstvo. U zasluženu mirovinu odlazi 2000. god.

Glede radova, osim već navedenog, ako krenemo od vremena njegovoga rada u Šumskom gospodarstvu Delnice, moramo spomenuti njegov doprinos kao člana redakcijskog odbora i koautora zbornika „Deset godina razvitka Šumskog gospodarstva Delnice“ (1970) i „Šumsko gospodarstvo Delnice 1960-1980“. U velikoj monografiji „Gorski kotar“ (1981. god. na 1029 stranica A4 formata), Alojzije je član Uredničkog odbora, zajedno s Filipom Juras koautor Bibliografije Gorskog kotara do 1975. i sa 30 stranica autor teksta iz područja Lovstvo. Predavao je lovstvo na Srednjoj šumarskoj školi u Delnicama, a organizirao je i tri lovačke izložbe 1965., 1977. i 1987. god. Upravo bavljenje krupnim predatorima rezultiralo je s njegovih pet monografija o divljači i zaštićenim životinjskim vrstama: Smeđi medvjed (2002), Ris (2003), Vuk (2004), Divikoza (2009) i Tetrijeb gluhan u Gorskome kotaru (2012), tri priručnika za ocjenjivanje lovačkih trofeja, knjigama Naše trofejno blago (2005), i Osamdeset godina pod Hubertusom (2005. u suautorstvu sa dr. sc. Stjepanom Sršanom). Knjiga „Naših 75 godina“ (2007) posvećena matičnoj lovačkoj organizaciji u povodu 75. obljetnice lovačko-ribarskog udruženja Fužine i 40. godišnjice rada i djelovanja Lovačkog društva

„Srnjak“ Fužine-Lokve. Uz već spomenutu knjigu „U Crnom Lugu više nema prački“ promovirana je njegova nova knjiga „Dva desetljeća u službi lovstva i zaštite prirode“ (2014) posvećena 20. obljetnici rada i djelovanja Lovačkog saveza Primorsko-goranske županije.

Osim suradnje u listovima (Novi list, Večernji list, Drvosječa, Goranski list, Drvo, Hrvatske šume, Goranski Novi list), članke s područja šumarstva, lovstva i zaštite prirode, uz već spomenuti Šumarski list, objavljuje u publikacijama Lovački vjesnik (od 1963.), Priroda (od 1966.), Trofej Platak (od 1967.), Dometi (od 1969.), Galeb (od 1969.), Sportski ribolov (1970., 1973.), Lovac (od 1972.), Lovačke novine (1976., 1990.) Veterinarska stanica (1979., 1990.), Trag (1991.), Jadranski lovac (1995.), Dobra kob i dr. U Imeniku hrvatskih šumara navedeno je 378 njegovih radova, no na žalost to nisu svi, no i ovo je impozantan broj. Treba napomenuti da se naš kolega Frković bavio i fotografijom pa su njegovi radovi uglavnom ilustrirani vlastitim fotografijama. No, puno njegovih uspješnih fotografija nalazi se u mnogim monografijama, zbornicima i sl. u zemlji i svijetu.

Zahvaljujući svome predanom radu primio je uz spomenuta više priznanja: HLS 1968. god. u povodu 75. obljetnice Lovačkog vjesnika, lovačko odlikovanje II. reda; 1981. god. u povodu 100. obljetnice organiziranog a lovstva u Hrvatskoj, posebna plaketa; 1987. god. Odličje I. Reda; Hrvatskoga šumarskog društva 1976. god. u povodu 130. obljetnice, posebna povelja i Priznanje u povodu 150. obljetnice HŠD-a; Loveca 1979. god., brončana Lovčeva plaketa i 1993. god., srebrna; Lovačkog saveza Jugoslavije 1989. god., Zlatni orden; Hrvatskoga lovačkog saveza 2014. god. u prigodi Dana HLS-a, značajno priznanje: zlatno lovačko odličje s likom sv. Huberta za doprinos u razvoju hrvatskoga lovstva u zemlji i inozemstvu. Uz činjenicu da je naš kolega

Alojzije Frković uvršten u Hrvatski bibliografski leksikon i Hrvatsku enciklopediju te uz radove i aktivnosti u struci, možemo bez rezerve zaključiti, da kada je u pitanju pisana riječ, on stoji uz bok njegovih časni prethodnika Josipa Ettingera, Frana Xsavera Kesterčaneka, Zlatka Turkalja, Ive Čeovića i drugih.

Rekao sam kako će biti teško, a posebice u ovome tekstu nemoguće obuhvatiti baš sve što je radio i o čemu je pisao naš kolega i prijatelj Alojzije Frković, jer je njegov opus puno širi od klasičnog šumarskog i lovačkog stručnjaka. U Šumarskome listu se, osim znanstveno-stručnih članaka, najčešće javljao u rubrikama: Zaštita prirode, Aktualno, Knjige i časipisi, Priznanja i nagrade, Iz HŠD-a i narvano In memoriam umrlim kolegama. U posljednjih 15-tak godina gotovo i nema dvobroja bez njegovog članka, pa nije potrebno reći koliko će nam s te strane on nedostajati. Naravno, uz kolege i prijatelje, najviše će nedostajati svojoj brojnoj obitelji, kojoj u svoje i u ime čitatelja Šumarskoga lista iskazujem iskrenu sućut. I obitelj je sigurno dala svoj obol njegovoj radnoj plodnosti, posebice supruga gospođa Zrinka. *Imam članak za novi broj Šumarskoga lista, samo još da moja Zrinka pročita, da eventualne primjedbe i lektorira tekst, znao je reći.* Svatko tko je iole nešto napisao voli da mu to netko pročita prije finiširanja za tisak – on nije trebao ići daleko. Neznano nam je koliko je interesantnih tema ponio sa sobom ne stigavši ih obraditi, no činjenica je, da svoje znanje i radno iskustvo nije zadržavao za sebe, nego ga je kroz svoje tekstove nesebično podijelio sa svima nama, na čemu mu posebno zahvaljujemo. Naš je kolega Alojzije, uz to što je bio izvrstan šumarski i lovni stručnjak, ponajprije bio dobar čovjek.

Počivaj u miru Božjem, naš vrli kolega i prijatelju!

# VLADIMIR MALEZ (1939–2016)

*Dr. sc. Miroslav Benko, dipl. ing. šum.*



Listah nedavno neke stare papire, rekli bi mladi „iz onog vremena“ i sjetih se cijele ekipe što mlađih što starijih kolega, koji su tada utirali put novog vremena za Šumsko gospodarstvo Varaždin, važnog i povijesnog događaja, izrade prve osnove područja koja je ujedno bila i preteča osnivanja varaždinske taksacije.

Bilo je to pred trideset godina, 1986. u dobroj i pozitivnoj atmosferi kolegijalnog i nadasve stručnog i ljudskog entuzijazma.

Vlado je tada bio značajno pojačanje četveročlane ekipe, jer Zvonko i ja bili smo još „zeleni“, tek završili prve korake u struci, a Vlado je bio pun znanja i iskustva i ogromne želje da nesebično pomaže mladim kolegama, da nas uči onome što nas knjige nisu mogle naučiti, jer on je bio velika životna knjiga, otvorena i topla srca, uvijek dobro raspoložen.

Uvijek elegantan, vrlo pedantan, jako sistematičan, pravi gospodin! Voljan i spreman pomoći svakome, svakom čovjeku, poznaniku i neznancu, prijatelju u nevolji, i u šumi i u uredu i u neformalnom druženju. Čovjek pun energije, snage, kondicije, bistrine uma, znanja i iskustva, volje za životom, potrebe za druženjem, stvaranjem prijatelja, jer gdje je bio Vlado tamo je bilo živo, veselo, ljudski, otvoreno, iskreno.

Čovjek širokog svjetonazora, rijetko širokog spektra interesa, izuzetno kvalitetnog spoja teorije i prakse ne samo u šumarstvu, već i u zaštiti prirode, sportu, automobilizmu, poljoprivredi, enologiji, kulturi. Sportaš u duši, čovjek u srcu, šumar po vokaciji. Velik i plemenit čovjek!

Vladimir Malez, sin je Adama, vojnog muzičara i Milke Vrčec, domaćice, rođen u Vojvodini u Vršcu 10. srpnja 1939. godine. Hrvat po narodnosti.

Osnovnu školu pohađao je u Zagrebu i Rijeci, a gimnaziju je završio u Varaždinu 1958. godine. Diplomirao je 1963. godine na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

U svojoj bogatoj karijeri prošao je put od revirnika u šumarstvu (1964. do 1977.), preko šumarskog i lovnog inspektora (1977. do 1981.) do direktora komunalne radne organizacije „Parkovi“ (1981. do 1985.). U mirovinu je otišao 2004. godine kao samostalni taksator Hrvatskih šuma, na što je bio jako ponosan.

Na svakom radnom mjestu ostavio je dubok i neizbrisiv trag velikog stručnjaka, diplomiranog inženjera šumarstva. Iz tog je razloga nastavio pružati svoje stručno znanje i iskustvo radom u brojnim komisijama i povjerenstvima Ministarstva poljoprivrede i šumarstva kao i u nevladinim udruženjima iz područja zaštite prirode i okoliša.

Sreli smo se prošli tjedan na Korzu, pričali o obnovi arboretuma i dvorca Opeka, nesvjesni razvojem događaja, otišli svak svojim putem, ali sretni i zadovoljni puni vjere u obnovu nečeg davno zaboravljenog.

To je bio naš posljednji susret i kao i uvijek razgovor prožet stručnim mislima i idejama za dobrobit društva i mladih generacija.

Takav je bio Vlado!

Počivaj u miru, al prati nas na svakom koraku, jer nastavljamo koračati tvojim stazama koje si nam utro!





## UPUTE AUTORIMA

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

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

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

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

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

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

### Pravila za citiranje literature:

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

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

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

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

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

## INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

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

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

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

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

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

Manuscripts of scientific and specialist papers, written according to the above instructions and submitted to the Editorial Board of Forestry Journal, must contain an abstract in English (or in Croatian if the article is written in English). The abstract should allow easy indexing 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.** Izbojci koljenčasti, goli. Pupovi sitni, dvoredno raspoređeni. Trnovi parni, u nodijima, nejednaki; jedan trn duži, do 3 cm dugačak, okrenut prema vrhu izbojka; drugi kratak, okrenut prema osnovi izbojka. ■ Figure 1. Shoots zigzag, glabrous. Buds small, distichous. Pairs of spines at nodes, unequal; long spines erect, up to 3 cm long; short spines recurved.



**Slika 2.** Listovi jednostavni, eliptični do jajasti, tupog do zaobljenog vrha, zaobljene osnove, fino nazubljenog ruba, kožasti, goli, sjajni, s tri žile od osnove plojke, 3–6 cm dugački, 2–3,5 cm široki, peteljka kratka. ■ Figure 2. Leaves simple, elliptical to ovate, obtuse or rounded at apex, rounded at base, margins finely toothed, leathery, glabrous, shiny, with three veins at base, 3–6 cm long, 2–3.5 cm wide, petioles short.



**Slika 3.** Cvjetovi dvospolni, entomofilni, sitni, žućkastozeleni, peterodijelni; čaška i vjenčić horizontalno rašireni. Pojedinačni ili po nekoliko cvjetova zajedno u paštitastim cvatovima, u pazušcima listova. Cvjetanje od svibnja do srpnja. ■ Figure 3. Flowers bisexual, entomophilous, small, yellowish-green, five-merous; calyx and corolla spreading. Solitary or in several-flowered, axillary cymes. Flowering in May to July.

**Slika 4.** Koštunice elipsoidne, kuglaste, duguljasto jajaste ili duguljasto obrnuto jajaste, crvenkastosmede, glatke, sjajne, 1,5–2,5 cm dugačke, 1–2 cm široke (kultivari imaju do 6 cm dugačke i do 4,5 cm široke plodove); jestivi, slatki do kiselkasti, malo brašnjava. Dozrijevaju u listopadu i studenom. ■ Figure 4. Drupes ellipsoid, globose, oblong-ovoid or oblong-obovoid, reddish-brown, smooth, shiny, 1.5–2.5 cm long, 1–2 cm in diameter (cultivars up to 6 cm long and up to 4.5 cm in diameter); edible, sweet or subacid, slightly mealy. Maturing in October to November.



### ***Ziziphus jujuba* Mill. – žižula, obična žižulja, čičimak (*Rhamnaceae*)**

Žižula je manje listopadno stablo, 5 do 9 m visoko, ili krupni grm, porijeklom iz Kine. Izrazito je trnasta biljka. Cvjetovi su sitni i neuočljivi. Plodovi su crvenkastosmede, jestive koštunice. Upravo je zbog plodova žižula često sađena vrsta. U Hrvatskoj je najčešća u privatnim nasadima u mediteranskome području, a rjeđe se sadi kao ukrasna biljka na javnim površinama. Posebno su poznate žižule s područja Skradina. Plodovi se u Dalmaciji ujesen često mogu kupiti na tržnici kao sezonsko voće. Žižule se konzumiraju svježe, sušene ili kandirane. Zbog ljekovitih svojstava plodovi se koriste u tradicionalnoj azijskoj medicini. Biljka najbolje uspijeva na toplim, osunčanim položajima, tolerantna je na visoke i niske temperature, kao i na sušu, a dolazi na različitim tipovima tala. Postoji više stotina različitih kultivara (sorti), koji se većinom razlikuju prema veličini, obliku, okusu i vremenu dozrijevanja plodova.

### ***Ziziphus jujuba* Mill. – Jujube, Chinese Date, Chinese Jujube (*Rhamnaceae*)**

The jujube is a small deciduous tree, 5 to 9 m high, or a large shrub, originating from China. It is very spiny. The flowers are small and inconspicuous. The fruits are reddish-brown, edible drupes. Precisely because of its fruits, the jujube is a frequently planted species. In Croatia, it is most common in private plantations in the Mediterranean area, and more rarely planted as an ornamental plant in parks. Especially known are the jujubes from the area of Skradin. The fruits can often be bought at the markets of Dalmatia as seasonal fruit in the fall. Jujubes are consumed fresh, dried or candied. Due to their medicinal properties, the fruits are used in traditional Asian medicines. The plant grows best in warm, sunny locations, tolerates both high and low temperature, as well as drought, and grows in different types of soil. There are several hundred different cultivars (varieties), which mostly differ in size, shape, taste, and time of fruit maturation.

Tekst i fotografije: prof. dr. sc. Marilena Idžojić