

ŠUMARSKI LIST

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO



11-12

GODINA CXXXXI
Zagreb
2017

UDC 630*
ISSN
0373-1332
CODEN
SULIAB



HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO
CROATIAN FORESTRY SOCIETY
članica HIS
O DRUŠTVU ČLANSTVO
stranice ogranača: BJ DE GO KA SI SP ZA
PRO SILVA CROATIA SEKCija ZA BIOMASU SEKCija ZA ŽAŠTITU ŠUMA EKOLOŠKA SEKCija SEKCija ZA KULTURU, SPORT I REKREACIJU
AKADEMIJA ŠUMARSKIH ZNANOSTI
aktivna karta Zagreb
Trg Mažuranića 11 tel: +385(1)4828359 fax: +385(1)4828477 mail: hsd@sumari.hr

www.sumari.hr

HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO
171. godina djelovanja
19 ogranača diljem Hrvatske
oko 3000 članova

IMENIK HRVATSKIH ŠUMARA
14034 osoba
22339 biografskih činjenica
14801 bibliografskih jedinica

ŠUMARSKI LIST
141. godina neprekidnog izlaženja
1079 svezaka na 81714 stranica
15740 članaka od 2850 autora

DIGITALNA ŠUMARSKA BIBLIOTEKA
4236 naslova knjiga i časopisa
na 26 jezika od 2882 autora
izdanja od 1732. do danas



Naslovna stranica – Front page:

Nacionalni park Sjeverni Velebit – područje oko izvora Štirovača na južnoj granici NP (Foto: Branko Meštrić)

Northern Velebit National Park – the area around the spring of Štirovača on the southern border of the NP (Photo: Branko Meštrić)

Naklada 1650 primjeraka

Uredništvo ŠUMARSKOGA LISTA

HR-10000 Zagreb
Trg Mažuranića 11

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

Šumarski list online:
www.sumari.hr/sumlist

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

Izdavač:
HRVATSKO ŠUMARSKO DRUŠTVO

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

"Izdavanje ovog časopisa sufinanciralo je Ministarstvo poljoprivrede sredstvima naknade za korištenje općekorisnih funkcija šuma. Ovdje navedeni stavovi ne moraju nužno odražavati stavove Ministarstva poljoprivrede"

"The publication of this journal was co-financed by the Ministry of Agriculture with funds collected from the tax on non-market forest functions. The opinions expressed here do not necessarily reflect the views of the Ministry of Agriculture".

Publisher: Croatian Forestry Society –
Editeur: Société forestière croate –
Herausgeber: Kroatischer Forstverein

Grafička priprema:
LASERplus d.o.o. – Zagreb
Tisk: 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. Benjamo Horvat, dipl. ing. šum. | 24. Martina Pavičić, dipl. ing. šum. |
| 3. Davor Bralić, dipl. ing. šum. | 14. Mr. sc. Petar Jurjević | 25. Zoran Šarac, dipl. ing. šum. |
| 4. Goran Bukovac, dipl. ing. šum. | 15. Tihomir Kolar, dipl. ing. šum. | 26. Davor Prnjak, dipl. ing. šum. |
| 5. Dr. sc. Lukrecija Butorac | 16. Čedomir Križmanić, dipl. ing. šum. | 27. Ariana Telar, dipl. ing. šum. |
| 6. Mr. sc. Danijel Cestarić | 17. Daniela Kučinić, dipl. ing. šum. | 28. Prof. dr. sc. Ivica Tikvić |
| 7. Mr. sp. Mandica Dasović | 18. Prof. dr. sc. Josip Margaletić | 29. Oliver Vlainić, dipl. ing. šum., predsjednik |
| 8. Domagoj Devčić, dipl. ing. šum. | 19. Akademik Slavko Matić | 30. Dr. sc. Dijana Vuletić |
| 9. Mr. sc. Josip Dundović | 20. Darko Mikičić, dipl. ing. šum. | 31. Silvija Zec, dipl. ing. šum. |
| 10. Prof. dr. sc. Milan Glavaš | 21. Boris Miler, dipl. ing. šum. | |
| 11. Prof. dr. sc. Ivica Grbac | 22. Marijan Miškić, dipl. ing. šum. | |

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

1. Šumske ekosustav – Forest Ecosystems

Prof. dr. sc. Joso Vukelić,

urednik područja – *Field Editor*

Šumarska fitocenologija – *Forest Phytocoenology*

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

Prof. dr. sc. Jozo Franjić,

Šumarska botanika i fiziologija šumskoga drveća

Forest Botany and Physiology of Forest Trees

Prof. dr. sc. Marilena Idžočić,

Dendrologija – *Dendrology*

Prof. dr. sc. Davorin Kajba,

Genetika i oplemenjivanje šumskoga drveća –

Genetics and Forest Tree Breeding

Prof. dr. sc. Nikola Pernar,

Šumarska pedologija i ishrana šumskoga drveća –

Forest Pedology and Forest Tree Nutrition

Prof. dr. sc. Marijan Grubešić,

Lovstvo – *Hunting Management*

2. Uzgajanje šuma i hortikultura – Silviculture and Horticulture

Akademik Slavko Matić,

urednik područja – *Field Editor*

Silvikultura – *Silviculture*

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

Prof. dr. sc. Zvonko Seletković,

Ekologija i biologija šuma, bioklimatologija –

Forest Ecology and Biology, Bioclimatology

Dr. sc. Sanja Perić,

Šumske kulture – *Forest Cultures*

Dr. sc. Vlado Topić,

Melioracije krša, šume na kršu –
Karst Amelioration, Forests on Karst

Akademik Igor Anić,

Uzgajanje prirodnih šuma, urbane šume –
Natural Forest Silviculture, Urban Forests

Prof. dr. sc. Ivica Tikvić,

Ekologija i njega krajolika, općekorisne funkcije šuma –
Ecology and Landscape Tending, Non-Wood Forest Functions

Prof. dr. sc. Milan Oršanić,

Sjemenarstvo i rasadničarstvo –
Seed Production and Nursery Production

Prof. dr. sc. Željko Španjol,

Zaštićeni objekti prirode, Hortikultura –
Protected Nature Sites, Horticulture

3. Iskoristavanje šuma – Forest Harvesting

Prof. dr. sc. Ante Krpan,

urednik područja – *Field Editor*

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

Prof. dr. sc. Tibor Pentek,

Šumske prometnice – *Forest Roads*

Prof. dr. sc. Dubravko Horvat,

Mehanizacija u šumarstvu – *Mechanization in Forestry*

Izv. prof. dr. sc. Slavko Govorčin,

Nauka o drvu, Tehnologija drva –
WoodScience, Wood Technology

4. Zaštita šuma – Forest Protection

Dr. se. Miroslav Harapin,
urednik područja –field editor

Fitoterapeutska sredstva zaštite šuma –
Phytotherapeutic Agents for Forest Protection

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

Prof. dr. sc. Milan Glavaš,

Integralna zaštita šuma – *Integral Forest Protection*

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

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

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

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

5. Izmjera i kartiranje šuma – Forest Mensuration and Mapping

Prof. dr. sc. Renata Pernar,
urednik područja –field editor

Daljinska istraživanja i GIS u šumarstvu
Remote Sensing and GIS in Forestry

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

Izv. prof. dr. sc. Mario Božić,

Izmjera šuma – *Forest Mensuration*

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

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

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

Prof. dr. sc. Jura Čavlović,
urednik područja –field editor

Uređivanje šuma – *Theory of Forest Management*

Urednici znanstvenih grana – *Editors of scientific branches:*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Doc. dr. sc. Radek Pokorný, Češka Republika – *Czech Republic*

Glavni i odgovorni urednik – Editor in Chief

Prof. dr. sc. Josip Margaletić

Lektor – Lector

Dijana Sekulić-Blažina

Tehnički urednik i korektor – Technical Editor and Proofreader

Hranislav Jakovac, dipl. ing. šum.

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

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

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

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

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

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

SADRŽAJ

CONTENTS

Izvorni znanstveni članci – Original scientific papers

UDK 630* 272 (001)	
Malić-Limari, S., S. Tišma, A. Pisarović, S. D. Jelaska	
Spatial analyses of landcover and relief diversity of the Medvednica nature park – possible implications for optimising visitor pressure – Prostorna analiza zemljишnog pokrova i reljefa Parka prirode Medvednica – doprinos optimizaciji pritiska posjetitelja	547
UDK 630*149 (001)	
Suchomel, J., M. Heroldová, P. Hadaš, J. Zejda	
Effects of moisture conditions on the small mammal communities of floodplain forests in South Moravia (Czech Republic) – Utjecaj vlažnosti na populacije sitnih sisavaca u poplavnim šumama Južne Moravske (Češka Republika)	557
UDK 630* 116 (001)	
Mahmut Reis, Ilknur Altun Aladag, Nursen Bolat, Hurem Dutil	
Using GeoWEPP model to determine sediment yield and runoff in the Keklik watershed in Kahramanmaraş, Turkey – Korištenje modela GeoWEPP za određivanje produkcije nanosa i otjecanja u sливу rijeke Keklik u Kahramanmarasu u Turskoj	563

Prethodno priopćenje – Preliminary communication

UDK 630* 148.2 + 111.8	
Dolenec, Z.	
Sve raniji povratak kukavice (<i>Cuculus canorus</i> L.) sa zimovanja u šume sjeverozapadne Hrvatske – Advances in arrival date of the Common cuckoo (<i>Cuculus canorus</i> L.) in the forests of northwestern Croatia	571
UDK 630* 453	
Kulijer, D., M. Dautbašić, B. Hrašovec, A. Vesnić, Š. Šarić, O. Mujezinović	
<i>Leptoglossus occidentalis</i> Heidemann, 1910 (Heteroptera: Coreidae) in Bosnia and Herzegovina – current distribution and the earliest documented records – <i>Leptoglossus occidentalis</i> Heidemann, 1910 (Heteroptera: Coreidae) u Bosni i Hercegovini – recentna rasprostranjenost i prvi dokumentirani nalazi	577
UDK 630* 383	
Çalışkan, E.	
Planning of environmentally sound forest road route using GIS & S-MCDM – Planiranje okolišno prihvatljive trase šumske ceste pomoću GIS & S-MCDM	583

Pregledni članci – Reviews

UDK 630* 686 + 383	
Poršinsky, T., A. Đuka, I. Papa, Z. Bumber, D. Janeš, Ž. Tomašić, T. Pentek	
Kriteriji određivanja gustoće primarne šumske prometne infrastrukture – primjeri najčešćih slučajeva – Criteria for determining primary forest traffic infrastructure Network density – examples of the most common cases	593

Zaštita prirode – Nature protection

Arač K.:	
Šumska sova (<i>Strix aluco</i> L.)	609
Martinić I.:	
Zaštićena područja	
Ključni izazovi proglašavanja prvih nacionalnih parkova i osnivanje prve parkovne agencije	610

Aktualno – Current news

Matošević R.:	
Petnaest godina FSC® certifikata u Hrvatskoj	613
Stojković M.:	
Rizični procesi inovatora	615

Znanstveni i stručni skupovi – Scientific and professional meetings

Anić I.:	
Održan terenski seminar o uzgojnim radovima u ledolomom oštećenim šumama Gorskog kotara	616

Knjige i časopisi – Books and journals

Meštrić M.:	
Pregled pisanja odabranih časopisa u redakcijskoj razmjeni šumarskog lista	619

Međunarodna suradnja – International cooperation

Aščić I.:	
Flora učvrstila prijateljstvo	621

In memoriam

Mamić M.:	
Dr. sc. Marinko Prka, dipl. ing. šum. (1965. – 2017.)	623

Ivanković M.:	
Dr. sc. Joso Gračan, znanstveni savjetnik u trajnom zvanju (1937. – 2017.)	625

Vlainić O., I. Milković:	
Mr. sc. Gašpar Fabijanić, dipl. ing. šum. (1933. – 2017.)	627

RIJEČ UREDNIŠTVA

ŠUMARSKA STRUKA I ODNOS S JAVNOŠĆU

Prema Wikipediji, odnos s javnošću ima za cilj: „njegovanje odnosa s dionicima koji čine okruženje organizacije radi pridobivanja potpore njenim ciljevima te izgradnje povjerenja i ugleda“. Američka strukovna udruga odnosa s javnošću, odnos s javnošću definira kao „proces strateške komunikacije koji gradi uzajamne odnose između organizacija i njenih javnosti“ (vlasti, građana, medija, tržišta . . .).

Nakon pojašnjenja termina iz naslova, nameće se pitanje, da li je šumarska struka dovoljno učinila za „pridobivanje potpore njenim ciljevima/zadaćama te izgradnje povjerenja i ugleda“? Prema sadašnjem stanju i percepciji šumarstva u očima prethodno navedenih „njenih javnosti“, očito nije. Uvijek je moguće bolje, i od toga nije potrebno bježati, no sve nas više činjenica upućuje na ignoriranje šumarske struke. O razlozima možemo raspravljati, ali po našem mišljenju jedan od glavnih razloga je upravo navedeno potrebljanje „strateške komunikacije“. Za nju su ponajprije potrebni meritorni partneri na razini javnosti, koje Hrvatsko šumarsko društvo unatoč neprekidnom nastojanju, posebice zadnjih godina, nije imalo. Nije teško strateški komunicirati, jer imamo argumente koji mogu mijenjati tretman javnosti, samo ih treba češće, ne bježeći od ponavljanja, na pravim mjestima prezentirati, naravno onima koji žele slušati. Te argumente često smo u rubrikama Šumarskog lista, a posebice u ovoj rubrici isticali.

Ponajprije zagovaramo načelo tržišnog gospodarenja šumama kod prodaje šumskih proizvoda, što znači nadmetanje za kupnju drvne sirovine, a ne dobava po ugovorima/raspodjeli s cijenama puno nižima od onih, ne samo u EU, nego i u bližem okruženju. Upozoravali smo da tako niske cijene, posebice najvrjednijih drvnih sortimenata omogućuju rasipanje nacionalnog bogatstva i dobru zaradu već u primarnoj obradi drva, čime se ne potiče proizvodnja visoko finaliziranih proizvoda, koji osim uz ekonomično korištenje sirovine, osiguravaju veliku zaposlenost i to stručnih radnika i inženjera. Pravim finalistima tržišne cijene sirovine nikada nisu predstavljale problem. Čitajući u novinama – tekst objavljen u Slobodnoj Dalmaciji, u kojem se hvali preradu drva *kao važnu sastavnicu BDP-a i izvoza koji raste, osim namještaja*, upitajmo se zašto ne raste samo izvoz namještaja. Odgovor je vrlo jednostavan – mi smo izvoznici drvne sirovine uglavnom najniže obrade, a time i

radnih mjesta u korist inozemnih kupaca. Još kada tome dodamo da smo im uz tu sirovinu osigurali FSC certifikat, kompletirali smo svoje rasipništvo.

Kada smo govorili o općekorisnim funkcijama šume (OKFŠ) i naknadi za njih, upozoravili smo da se ovdje radi o najvrjednijim resursima koje imamo: tlu, šumi, vodi i zraku, posebice važnim sastavnicama klime. Prisjetimo se samo nekih podataka, primjerice da iz naših šuma uz prosječne oborine od 1200 mm godišnje, istječe oko 13 milijardi tona pitke vode, strateškog resursa 21. stoljeća, ili pak da naše šume vežu više od 5 mil. tona ugljika. Računa se da drvo kao energetski materijal kuće s 20 000 kWh godišnje, kod izgaranja ispušta 100 kg, plin 4 600, a loživo ulje 5 600 kg CO₂, a da je zaposlenost kod korištenja drva kao energenta za istu količinu energije 1 : 9 u korist drva. Danas se u svijetu govori ne samo o smanjenju tzv. ugljične ekonomije, nego je sve više zagovornika bezuglične ekonomije. Kada se pak radi o naknadi za OKFŠ, ona se u Zakonu o šumama neprestano smanjuje, pa i u prijedlogu novog Zakona, čime pogodujemo najviše krupnom kapitalu koji taj zajednički trošak naziva „parafiskalnim nametom“, a u sklopu društveno odgovornog poslovanja dio prihoda trebali bi vratiti zajednici i okolišu, što se preko naknade OKFŠ-a i čini. U prijedlogu Zakona u nastavku smanjenja naknade, od osnovice za plaćanje izuzelo bi se sve do 1 mil. kn. prihoda godišnje. Razmišljamo li o tome da savjesni gospodarstvenici, shvaćajući potrebu ovog izdvajanja za opću korist društva, smatraju ovu naknadu svojom obvezom a ne nametom.

Prema informacijama iz medijskih razgovora s odgovornima, primjenjivat će se nova Strategija prilagodbe klimatskim promjenama, koja promiče strože kriterije za njihovo usporavljanje. Predviđaju se ulaganja od oko 70 mil. eura godišnje – kažu opravdano, jer se štete procjenjuju na preko 80 mil. eura godišnje. Da li će se mijenjati i odnos prema šumarskoj struci i šumama koje bitno utječu na klimatske promjene, vidjet ćemo. Nadajući se boljem tretmanu šumarske struke i općenito inženjerskih struka, koje jedine stvaraju dodanu vrijednost, našim čitateljima želimo Čestit Božić i uspješnu 2018. godinu.

Uredništvo

EDITORIAL

THE FORESTRY PROFESSION AND PUBLIC RELATIONS

According to Wikipedia, the aim of public relations is to "foster the relationship with stakeholders who constitute the environment of an organisation for the purpose of obtaining support for its goals and develop trust and reputation". The Public Relations Society of America defines public relations as a "strategic communication process that builds mutually beneficial relationships between organisations and their publics (governments, citizens, media, markets ...).

After the explanation of the terms from the title, the question arises whether the forestry profession has done enough to "obtain support for its goals/tasks and build trust and reputation"? Judging by the current status and perception of forestry in the eyes of "its publics", it most obviously has not done so. One can always do better and one should not shy away from it. However, an alarming number of facts indicates that the forestry profession is being ignored. The reasons for this are open for discussion, but in our opinion, one of the most important reason is the lack of "strategic communication" from the above definition. Such communication requires meritorious partners at the public level, which the Croatian Forestry Association has not had despite continuous efforts to obtain them. It is not hard to communicate strategically because we have arguments which can change the public treatment; what we need to do is to present them frequently and in the right places to those who are willing to listen, even at the risk of repeating ourselves. These arguments have often been highlighted in the columns of *Forestry Journal*, and particularly in this column.

First and foremost, we advocate the principle of market forest management in the sale of forest products, which means competing for raw wood material rather than purchasing it by contracts/allocation at prices which are much lower than those in the EU and in the surrounding countries. We have repeatedly warned that such low prices, particularly of the most valuable wood assortments, lead to squandering the national wealth and enabling some to make good profit at the primary wood processing stage. This is not conducive to the production of highly finalized products, which would provide high employment of professional workers and engineers as well as ensure the economic use of raw material. Market prices of raw material have never been a problem to proper finalists. An article in *Slobodna Dalmacija* commends wood processing as *an important component of GDP and of growing export, with the exception of furniture..* Let us ask ourselves why it is only export of furniture that is not growing. The answer is very simple: we

export raw wood material at the lowest possible processing stage. Consequently, we also export work places for the benefit of foreign buyers. Add to this the FSC certification and our squandering nature is complete.

When we discussed non-wood forest functions (NWFF) and the NWFF tax, we pointed out that we were dealing with the most valuable resources at our disposal: soil, forest, water and air, which are among the most important climate components. Let us put forth some facts; e.g. at average rainfall of 1,200 mm annually, our forests provide about 13 billion tons of potable water, the strategic resource of the 21st century. Our forests also sequester more than 5 billion tons of carbon. It is estimated that wood as a source of energy that heats family homes, at combustion of 20,000 kWh per annum releases 100 kg CO₂, gas 4,600 kg CO₂, and fuel oil 5,600 kg CO₂. Employment related to the use of wood as energy is 1 : 9 in favour of wood for the same amount of energy. The world is currently concerned with the reduction of so-called carbon economy. There is also an increasing number of those advocating low-carbon economy. As for the NWFF tax, it is being constantly decreased in the Forest Law. The same goes for the proposal of the new Law, in which this joint expenditure is being denounced as "parafiscal tax" by large capital. In the framework of socially responsible business, a part of the profit should be returned to the community and the environment, which is precisely the function of the NWFF tax. The proposal of the Law, related to the reduction of the tax, suggests that everything below 1 million kuna revenue annually should be exempt from the tax. Conscientious economists understand the need to allocate this tax for the general benefit of the society and regard this tax as their obligation and not an impost.

According to information from media discussions with competent agents, a new Climate Change Adaptation Strategy will be implemented and stricter criteria for climate change deceleration will be imposed. Investment of about 70 million euro annually is predicted - justifiably so, because damage is estimated at over 80 million euro annually. Whether there will be a change in the attitude towards the forestry profession and forests, which have a crucial impact on climate change, remains to be seen. In the hope of better treatment of the forestry profession and engineering professions in general, which are the only ones to generate additional value, we wish our readers Merry Christmas and a Happy and Successful Year 2018.

SPATIAL ANALYSES OF LANDCOVER AND RELIEF DIVERSITY OF THE MEDVEDNICA NATURE PARK – POSSIBLE IMPLICATIONS FOR OPTIMISING VISITOR PRESSURE

PROSTORNA ANALIZA ZEMLJIŠNOG POKROVA I RELJEFA PARKA PRIRODE MEDVEDNICA – DOPRINOS OPTIMIZACIJI PRITISKA POSJETITELJA

Snježana MALIĆ-LIMARI*, Sanja TIŠMA, Anamarija PISAROVIĆ**, Sven D. JELASKA***

Summary

The Nature Park Medvednica, which is V protection category, according to the IUCN categorization implies recreation beside landscape preservation management in terms of natural protection, tourism and recreation, as well as scientific research, biodiversity preservation, education and sustainable exploitation of natural resources. The forests represent basic value of this area and condition its purpose and management. It has been determined that habitat diversity indices vary dependently on data spatial resolution. The habitat map M 1:25,000 showed to be the most appropriate (compared to 1:50,000 and 1:100,000 scales) for the analyses of the Park's management and for certain areas the data of higher spatial resolution would be desirable. Data on plant diversity, and previously calculated landforms diversity per MTB 1/64 grid units were used as well. When identifying the tourist and visiting areas of the Park it is necessary to include biodiversity value of the area in order to sustainably manage among nature and cultural protection and tourist exploitation. The GIS usage in nature protection management is justifiable and very efficient, enabling the generation and collection of multidisciplinary data as well as spatial model projection obtained using these data, helping in prompt decision making, saving time and resources.

KEY WORDS: landforms, GIS, habitat map, vegetation map, diversity index

INTRODUCTION

UVOD

In assessing protected areas there are several difficulties to be encountered in regard to biodiversity, ecosystem, clean air and water safety, as well as overall nature protection since these are economically difficult measurable parame-

ters. The value of non-commercial goods and services is necessary to express in monetary terms, wherever possible (WCPA, 1998). Excessive exploitation might occur in case when protected area is not correctly evaluated which decreases ecological goods and services value (Hat, 2003; Jenkins et al., 2004.). World trend indicates decreased finan-

* Snježana Malić-Limari, MSc, Public Institute "Nature Park Medvednica", Bliznec 70, 10 000 Zagreb, Croatia, snjezana.malic@gmail.com

** Sanja Tišma, PhD, Anamarija Pisarović, PhD, Institute for Development and International Relations, 10 000 Zagreb, Croatia, bsanja@irmo.hr, apisarov@irmo.hr

*** Sven D. Jelaska, PhD, Faculty of Science, Department of Biology, Marulicev trg 20, 10 000 Zagreb, Croatia, sven.jelaska@biol.pmf.hr

cing of protected areas (White & Lovett, 1999, Githiru et al., 2015), as well as shift from financing exclusively from public sources to various other sources nowadays (Gurung 2010). Efficient management that covers the most important and threatened areas to be protected on national and global level, is of crucial importance for biodiversity protection as well as for market and non-market goods and services that these areas provide for the local community (Brunner et al., 2004). There are app. 100,000 protected areas worldwide on 18.58 million km² of which 11.5% are forest habitats (Jenkins et al., 2004). The establishment of protected area systems demands long term political and financial commitment which is beyond easy proclamation of new parks (Brunner et al., 2004). Insufficient financing indicates the lack of human resources, technical equipment and other management needs which restrict management efficiency in the protected areas.

The Nature Park Medvednica, V protection category, according to the IUCN categorization of protected areas extends on 17,938 ha. The V category implies recreation as well as landscape preservation management (Dudley, 2008). Primary goals imply natural and cultural heritage protection, tourism and recreation, whereas secondary goals imply scientific research, biodiversity preservation, education and sustainable exploitation of natural resources.

The Law on Nature Protection defines a nature park as a vast area of landscape of educative, cultural, historical, tourist and recreational importance. All activities carried out by public agencies are allowed if they are focused on area protection and preservation as a primary goal and education and tourist promotion as a secondary goal (OG 70/2005).

For proper management of any area, and particularly protected ones, it is essential to include as much relevant data as possible from different sectors (e.g. natural science, demography, administration, forestry, agriculture, etc.). Very often those data have different formats, precision, resolution, origin, etc. A geographic information system (GIS) enables successful integration of such diverse data into harmonized database containing all data in compatible format. Such database enables e.g. the creation of zones in some protected areas as a foundation for management planning and decision making. Furthermore, it is possible to develop various scenarios for the estimation of possible impacts on managed areas. It is also very useful in the complex analyses of diversity, such as in Jelaska et al. (2010).

Aim of this study was to identify characteristics of areas with highest visitor pressure in terms of their biodiversity and relief complexity in order to find areas with similar characteristics. Latter can be used for future optimisation of visitor pressure with aim of improving nature conservation success in the Nature Park.

STUDY AREA

PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

Medvednica is situated as a separated massif immediately north of the City of Zagreb and represents isolated mountain between Sava, Krapina and Lonja river valleys. There are two landscape complexes, forest areas and settlement areas. Forest complex predominates with few meadow areas. Large number of streams with ravines and karstic ecosystems contribute to landscape diversity of the forest area. Medvednica is of exceptional importance for the City of Zagreb from ecological, esthetical, recreational and touristic aspect.

In 1981 the western part of Medvednica was proclaimed the Nature Park (OG 24/1981). The forests represent basic values of this area and condition its purpose and management. Within the vast forest complex of 14,550 ha the most valuable parts are extracted as forest reserves (996.71 ha) whereas remaining part of forests represent the recreational area. Geological structure of Medvednica is very diverse as well. The rock age ranges from palaeozoic to quaternary beds. All three main rock groups, such as igneous, metamorphic and sediment rocks, are represented. The most represented soils on Medvednica are forest cambisol soils that together with forests make inseparable forest habitats which represent basic natural phenomenon of Medvednica (Pernar, 2008). The problem of illegal urbanization as well as population increase within the Park's confines had occurred in the spatial plan. This led to proposing the change of the Nature Park's borders. In February 2009 the Parliament promoted the Law on amendment of the Law on the Proclamation of Medvednica as the Nature Park (OG 25/2009).

Forests, covering as much as 78% of the total Nature Park's area, are the most significant phenomena. The most widespread forest types are: *Luzulo-Fagetum* beech forests; Ill-yrian oak-hornbeam forests (*Erythronio-Carpinion*) and Ill-yrian *Fagus sylvatica* forests (*Aremonio-Fagion*). Other habitats include streams and springs, thermal springs, bushes and ruderal habitats which are particularly out-spread in the area of private properties and forests (Kušan, 2007). Subterranean habitats are a special category. The Vaternica cave is famous for being a habitat for fourteen bat species and a series of invertebrates (Ozimec, 2005). In the Nature Park's area the recent data show that there are 1,205 plant species (Nikolić & Kovačić, 2008). Such high plant diversity was analysed by numerous authors (Hršak et al., 1999; Sočo et al., 2002, Cigić et al., 2003; Dobrović et al., 2006a, 2006b, Mareković et al. 2009; Vuković et al. 2010). Due to forest and meadow habitats variety there is large number of fungus findings. Large number of so far identified fungi species is protected and classified in one of the IUCN category of endangered species. According to the Regulations on the Proclamation of Protected and Strictly

Protected Wild Species (OG 07/2006), 56 species of fungi are strictly protected. In the „Red Register of fungi in Croatia” there are 71 species and thereof 21 species are found only in the nature park Medvednica (Tkalčec, 2007). Regarding mammals, the common forest species of special importance are bats represented with 24 species. Some of them inhabit the Vaternica cave, whereas others inhabit the forests (Hamidović, 2005). Very high faunal biodiversity of Nature Park can be further seen in numerous papers in which Ćiković (2004) and Tutiš (2007) reports on ornithofauna, Janev Hutinec (2007) on amphibians and reptiles, Šašić (2005) on butterflies, Temunović (2007), Šerić Jelaska & Durbešić (2009), Šerić Jelaska et al. (2010) on other insects, etc.

MATERIAL AND METHODS

MATERIJALI I METODE

Spatial data manipulation and analyses were done in frame of GIS. Digital elevation model with 50-meters spatial resolution was obtained from the Faculty of Science, University of Zagreb, as well as the spatial distribution of

vascular plants mapped based on MTB 1/64 grid (Nikolić et al. 1998), and vegetation map at 1:50000 scale. Map of habitats at 1:25000 scale was obtained from the Nature Park, while one at 1:100000 from the State Institute for Nature Protection. All map layers were spatially harmonized using the same basic spatial unit. Used grid is based on the Central European MTB (abbreviation of German term „Meßtischblätter” that stands for a sheet of topographic map) grid that was proposed for mapping of Croatian flora (Nikolić et al., 1998). Basic MTB grid unit of 10' longitude × 6' latitude was further divided into 1/64 subunits, which were then used as a basic spatial units in subsequent analyses.

Digital elevation model was used for the calculation of landforms as proxy for very diverse relief of the Nature Park in subsequent analyses. Landforms are classified in six categories (namely: valley; lower slope; flat slope; middle slope; upper slope; ridge) as shown in Fig.1. Topographic Position Index (TPI), necessary for calculating landforms categories was calculated using the neighbourhood of 1,000 meters. All above calculations were made using the Topographic Position Index extension for ArcView 3.1 from Je-

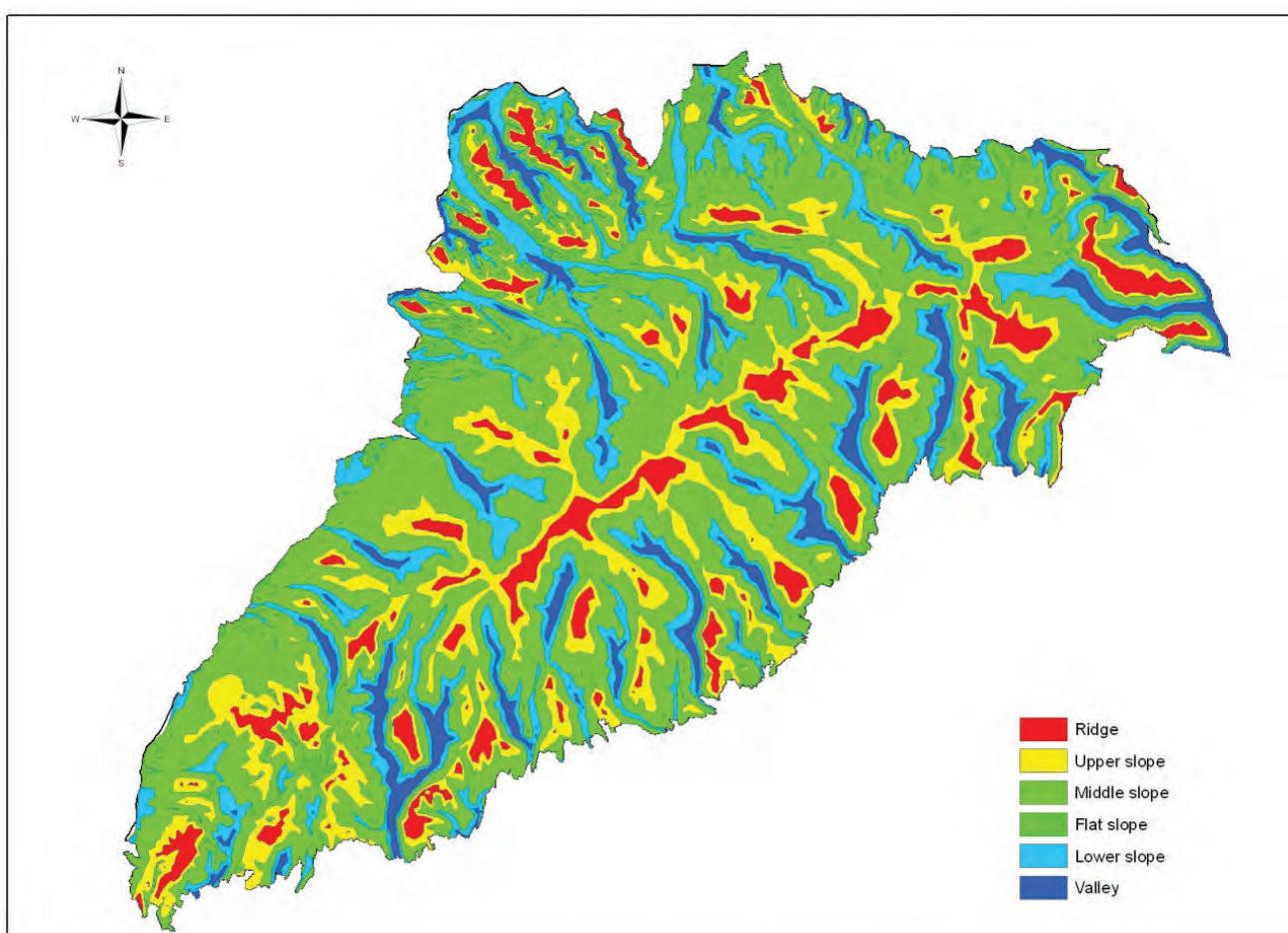


Figure 1. Landform map calculated with 50 meters resolution digital elevation model

Slika 1. Karta reljefnih morfoloških cjelina izračunata na temelju 50-metarskog digitalnog modela terena

Table 1. Shannon-Wiener Index diversity of habitats and landforms, and number of plant species in the selected 7 MTB-quadrants

Tablica 1. Vrijednosti indeksa raznolikosti staništa i reljefa, te broj biljnih vrsta u odabranih 7 MTB kvadranta

Name Ime	MTB/64	Shannon habitats 25000	Plant species	Relief
		Shannon staništa	Biljne vrste	Reljef
Puntijarka	0061.443	0.41	126	1.38
Tomislavac	0161.212	0.74	135	1.36
Grafičar	0161.211	1.05	101	1.29
Skiing track / Skijalište	0061.434	0.70	144	1.19
Hunjka (Horvat)	0061.441	0.28	220	0.95
Kraljičin well / zdenac	0161.214	0.68	158	1.47
Medvedgrad	0161.232	1.17	135	1.06

nness (2006). Layer of calculated landform was overlapped with other thematic maps of interest for the analyses of preferred areas for the Nature Park's visitors, i.e. meadows; recreational sites; hiker guest houses; old mine etc. Furthermore, landform data were combined, using GIS spatial operations with: map of habitats; Shannon-Wiener index of habitats per MTB 1/64 unit; plant diversity per MTB 1/64 unit. Obtained results were further analysed with descriptive statistics, while interactions were tested using linear regression.

For each MTB quadrant the *Shannon-Wiener* indexes of relief and habitats diversity were calculated using the formula:

$$H = -\sum_1^s p_i \ln(p_i)$$

where p represents percentage of area occupied by distinct landform of habitat class in particular MTB quadrant.

MTB quadrants in which are seven most visited areas (Puntijarka, Tomislavac, Vidikovac, ski track, Grafičar, Hunjka, Medvedgrad and the spring Kraljičin zdenac) were identified according to the analysed survey conducted among the visitors on their habits in the Park (Malić-Limarić, 2009) as well as according to the employee's experience. In Table 1 values of habitat and relief diversity, as well as number of plant species in those MTB quadrants are shown.

Table 2. Descriptive statistics for all MTB 1/64 units used

Tablica 2. Vrijednosti deskriptivne statistike korištene u reklassifikaciji

	N	Mean Aritmetička sredina	Minimum	Maximum	Lower Quartil Donji kvartil	Upper quartil Gornji kvartil
Landform div. <i>Raznolikost morfoloških cjelina</i>	91	1.219	0.518	1.735	1.063	1.395
Habitats div. <i>Raznolikost staništa</i>	91	1.205	0.282	2.014	0.973	1.444
No. Plant sp. <i>Broj biljnih vrsta</i>	91	154.242	75	270	118	187

Range of those values we used for selection of other MTB quadrants in additive manner i.e. to be selected MTB quadrant has to have all three values within range of values found in seven identified MTB quadrants. This way we found MTB quadrants that has similar properties as most frequently visited ones, in terms of its diversity, hence with potential to attract visitors to these „new” areas.

Secondly, we calculated descriptive statistics for number of plant species, habitat and relief Shannon-Wiener diversity across all MTB quadrants (Table 2). These values we used for reclassification scheme as follows:

- a) If the value is between the minimum and the lower quartile, the value is 0
- b) If the value is between the lower quartile and the arithmetical mean, the value is 0.25
- c) If the value is between the arithmetical mean and the upper quartile, the value is 0.5
- d) If the value is between the upper quartile and the maximum, the value is 1,

for number of plant species and habitat diversity. We presumed that greater reclassified value indicates the greater quadrant values in terms of its diversity and attractiveness potential for visitors. The exception was made for relief values where greater value can at the same time show the well-indented relief which makes it hardly passable hence less attractive for visitors. Therefore, the relief index values between lower and upper quartiles were chosen as the most favourable ones with highest value. Finally, reclassified values were summed per each MTB quadrant, and values compared amongst most frequently visited quadrants, and rest of it.

RESULTS

REZULTATI

Calculated values of Shannon-Wiener index of habitat diversity per landform classes for different spatial resolutions of habitat/vegetation are shown in Table 3. Calculated values of Shannon-Wiener index of habitat diversity per spatial unit is correlated with the spatial map resolution where lower spatial resolution has lower value of diversity index. All correla-

Table 3. Shannon-Wiener indices of diversity of habitats of different resolution of spatial data by landform class (1-ridge, 2-upper slope, 3-middle slope, 4-flat slope, 5-lower slope, 6-valley)

Tablica 3. Shannon-Wiener indeksi raznolikosti staništa različitim rezolucionima prostornih podataka po klasama reljefnih morfoloških cijelina (1-greben, 2-gornja padina, 3-srednja padina, 4-ravna padina, 5-donja padina, 6-dolina)

	M1:25 000	M1:50 000	M1:100 000
Landform classes	Shannon-Wiener indices of diversity		
Klase reljefa	Shannon-Wiener indeks raznolikosti		
1	1.85	1.80	1.50
2	1.91	1.71	1.50
3	1.97	1.70	1.59
4	1.86	1.65	1.96
5	2.06	1.60	1.71
6	1.87	1.55	1.53

Table 4. Correlation between the plant species number, Shannon-Wiener indices of diversity of habitats 25 000 and Shannon-Wiener indices of diversity of reliefs

Tablica 4. Međusobne korelacije broja biljnih vrsta, Shannon-Wiener indeksa raznolikosti staništa 25 000 i Shannon-Wiener indeksa raznolikosti reljefa

	r ²	p	N
Relief vs. habitats 25 000 / Reljef vs. staništa 25 000	0.1448	0.171	91
Relief vs. number of plant species / Reljef vs. broj biljnih vrsta	0.1124	0.289	91
Habitats 25 vs. number of plant species / Staništa 25 vs. broj biljnih vrsta	0.2042	0.052	91

tions were positive as shown in Table 4. However, besides the correlation of habitat diversity with plant diversity, the remaining ones were with rather low statistical significance.

Habitat diversity indices (Table 3) based on the habitat map M 1:25,000 showed highest values in comparison to two other habitat maps. Only exception was index in landform class 4 – „flat slope”.

Figures 2 and 3 represent Shannon-Wiener index of diversity of habitat and relief, respectively, per MTB quadrants. The habitat diversity map (Figure 2) showed highest diversity index in peripheral region which is a result of presence of all 6 relief classes as well as long lasting human activity on habitats, resulting in the so called „Landschaftsmosaik” with significant biodiversity.

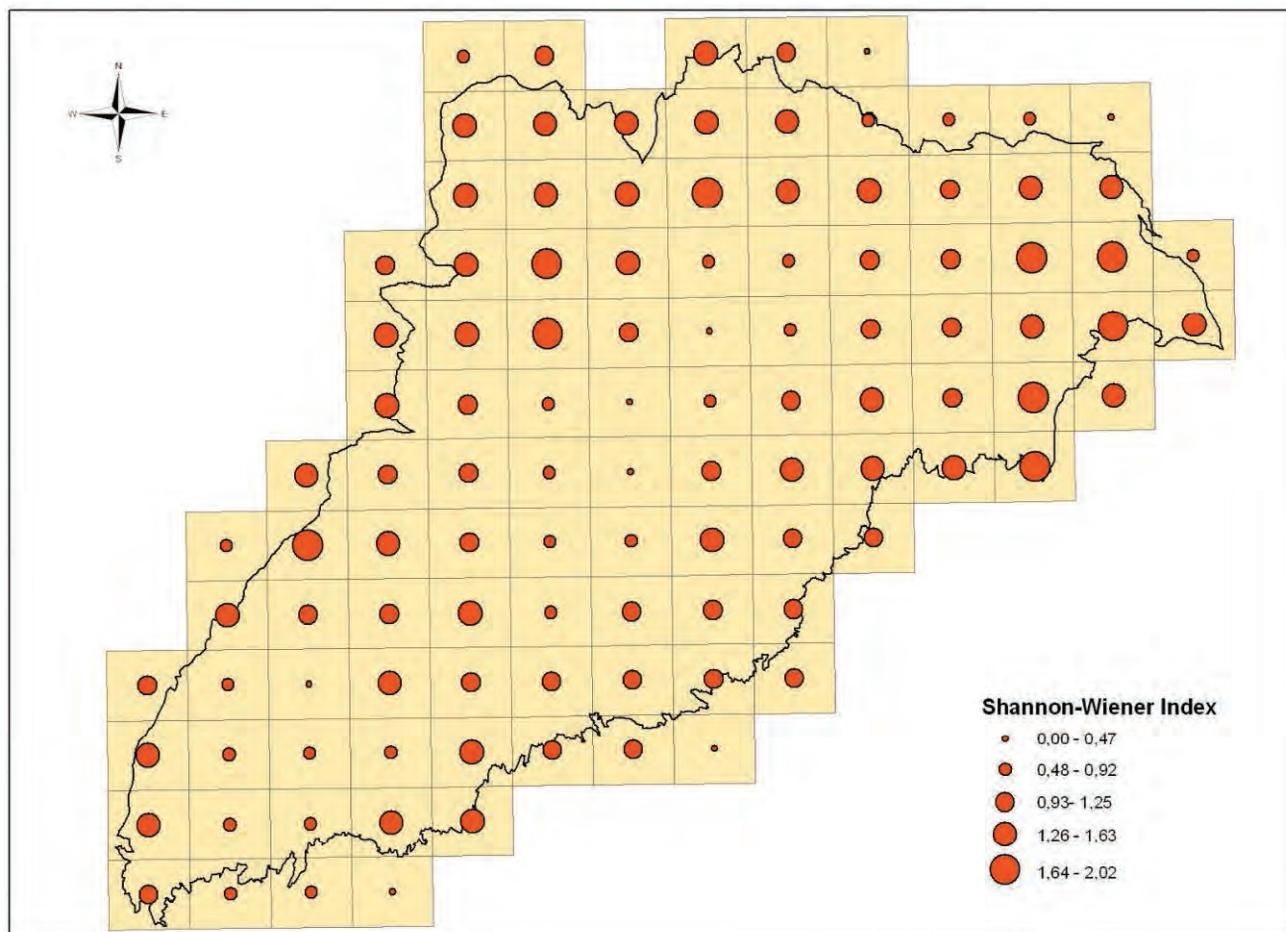


Figure 2. Shannon-Wiener habitat diversity index (M 1:25,000) per MTB/64 quadrants

Slika 2. Shannon-Wiener indeks raznolikosti staništa (M 1:25 000) po MTB/64 kvadrantima

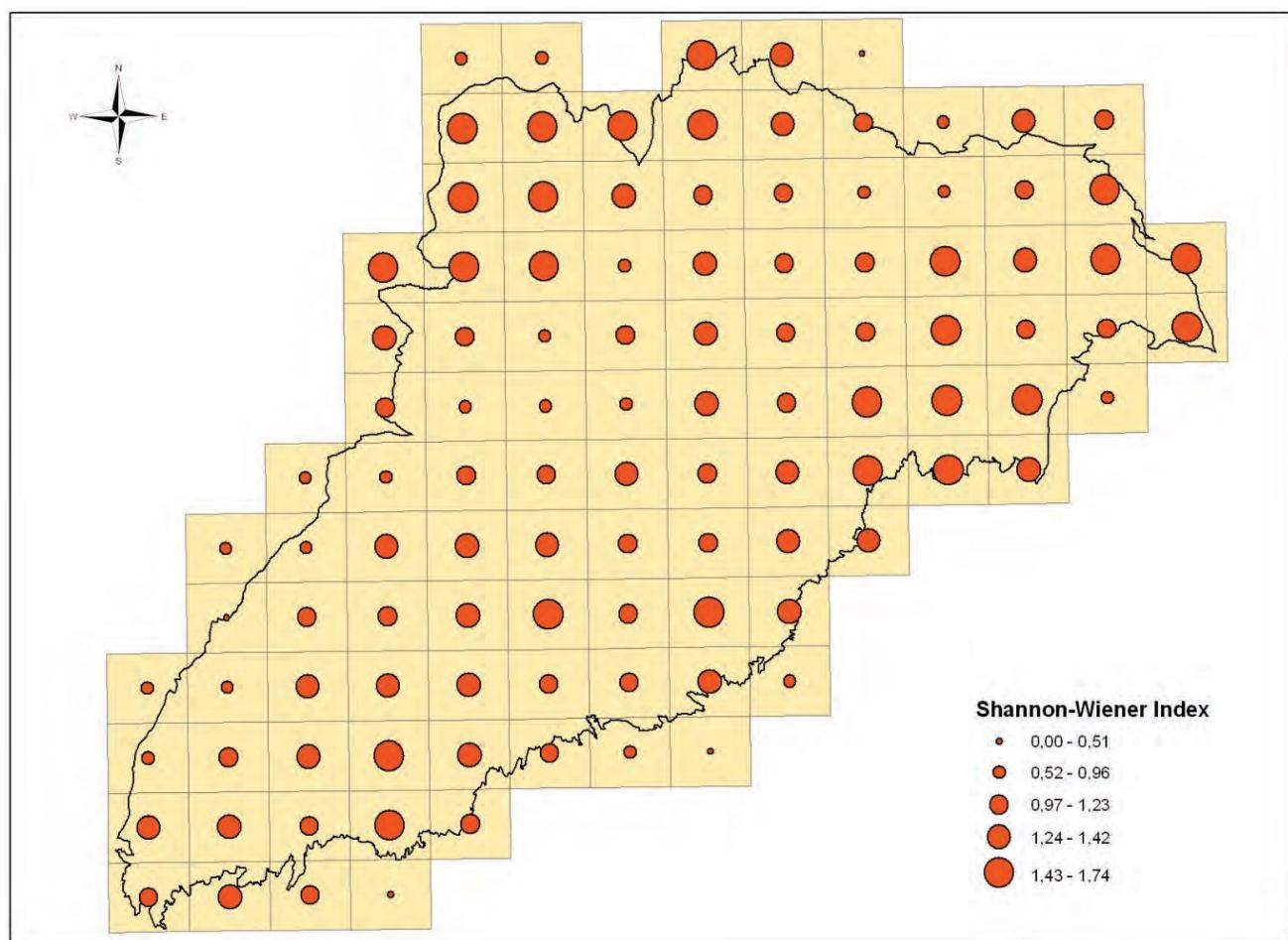


Figure 3. Shannon-Wiener landform diversity index per MTB/64 quadrants

Slika 3. Shannon-Wiener indeks raznolikosti klasa reljefnih morfoloških cjelina po MTB/64 kvadrantima

The additional potential MTB quadrants suitable for visiting were identified in the Park (Fig. 4). Number of identified quadrants does not contain any catering or accommodation. Likewise, some areas that possess such facilities were not identified by this method as visiting potential areas. The overlap with reclassified diversity values (Fig. 4) shows that the majority of MTB quadrants which are at the moment the most visited and the potential visiting areas have lower values of Shannon-Wiener diversity index for relief, habitat 25 and a number of plant species. The exception is the area in the southwest and peripheral along the border in the south and northeast side of the Park. This combined map of MTB quadrants for potentially visiting purpose, especially using the reclassification method could serve as a help in the Park's zoning.

DISCUSSION RASPRAVA

Out of three habitat/vegetation map used, one with highest spatial resolution i.e. 1:25,000 scale has proved as most suitable in this analyses. Nevertheless, for such purposes even

better resolution will be needed (e.g. 1:10,000 or even 1:5,000 scale). Changing the spatial, and thematic, resolution may affect different landscape attributes and mapping accuracy (e.g. Jelaska et al., 2005; Buyantuyev & Wu, 2007), and consequently outcomes of such analyses. Therefore, spatial data on habitats with highest resolution should be used whenever possible. Latter can be applied for specifically designed questionaries' for visitors as well. That way, results of testing whether there are differences among different groups with respect to their socio-economic status, age, education, gender, frequency of visiting etc. could be used in optimisation of visitor pressure. If appropriate, other aspects of social behaviour (e.g. de Bello et al. 2013) can be included as well.

Use of landforms as proxy for relief diversity is useful, and more appropriate for this type of analyses than e.g. aspect or elevation. They are easy to include in multi-criteria analyses that are very often used method in various analyses in protected areas worldwide (e.g. Zhang et al. 2013; Riccioli et al. 2016). Furthermore, landforms are mostly well correlated with landscape categories,

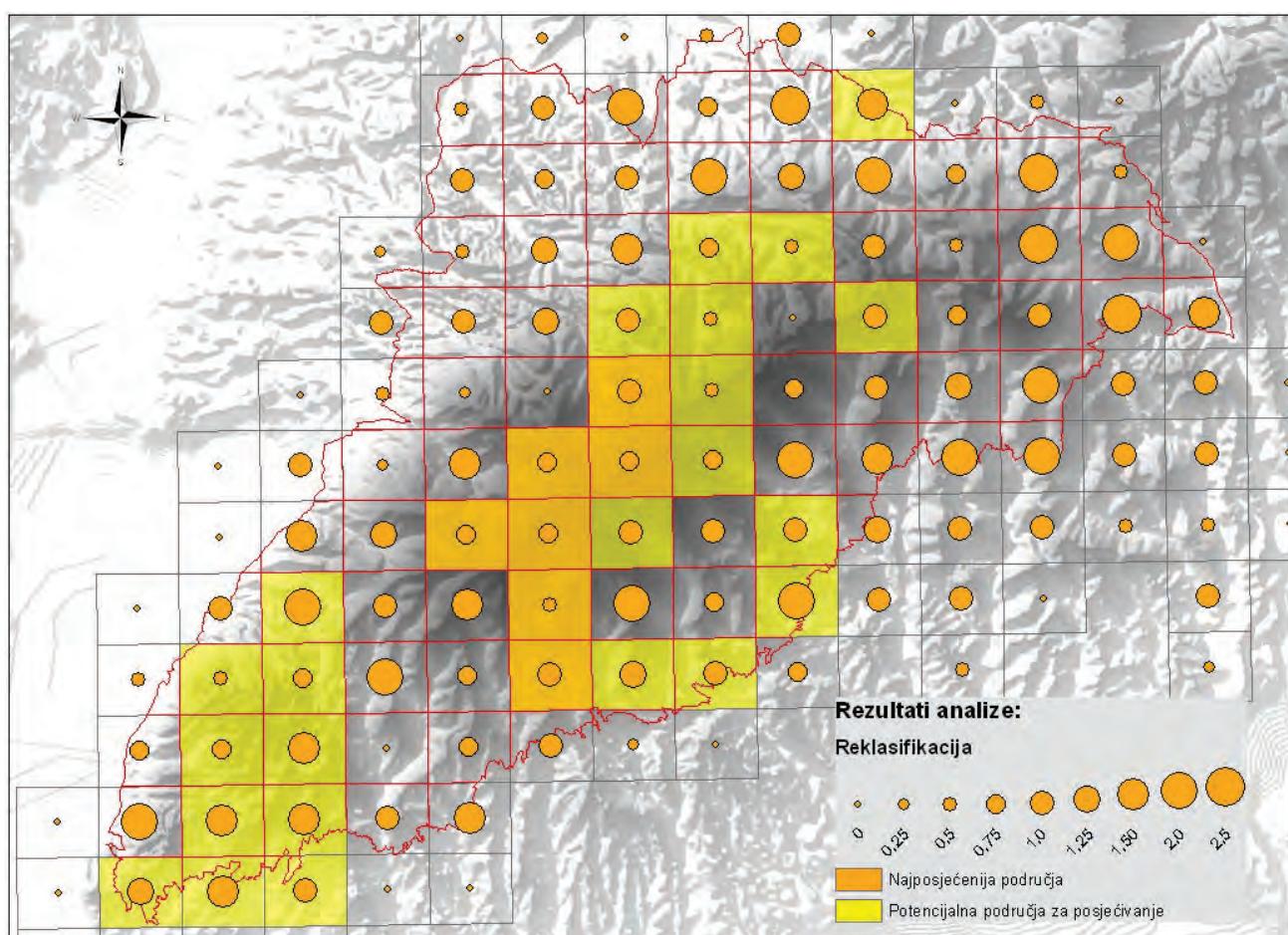


Figure 4. Overlap of most visited quadrants (orange) and potential visiting attractions (yellow) with the reclassified values for diversity of relief, habitat and the number of plant species

Slika 4. Preklapanje najposjećenijih područja (narandžasto) i potencijalnih područja za posjećivanje (žuto) s reklassificiranim vrijednostima raznolikosti reljefa, staništa i broja biljnih vrsta.

which are very important in analysing visitor preferences and plans, as shown in Getzner & Švajda (2015).

The areas that are currently mostly visited only partially overlapped with those with highest diversity of plants, habitats and landform types (Figure 4). This is partly influenced by available infrastructure and offerings to visitors. However, this fact should be useful in planning new areas where to attract visitors ensuring the decrease of pressure on currently most visited areas by offering alternative locations with similar characteristics, and setting aside areas with highest diversity for protection purposes, without risk of having smaller number of visitors. Latter is important given the changes in way protected areas get finance for their activities nowadays (Gurung, 2010). Examples of analyses and optimization of visitor's pressure in protected areas in Croatia are rare (e.g. Kušen 2007; Zmijanović 2014) hence, every contribution and attempt on this subject is very valuable and will help in developing efficient multisector scheme in dealing with this complex issue. We believe that approach presented here is useful and can be applied elsewhere as well.

REFERENCES

LITERATURA

- Brunner, G.A., E.R., Gullison, A., Balmford, 2004: Financial Costs and Shortfalls of Managing and Expanding Protected-Area Systems in Developing Countries, Bioscience, Vol. (54)
- Buyantuyev, A., L., Wu, 2007. Effects of thematic resolution on landscape pattern analysis. Landsc. Ecol. 22 (1), 7-13.
- Cigić, P., T., Nikolić, M., Plazibat, V., Hršak, S.D., Jelaska, 2003: The distribution of the genus Impatiens L. (*Balsaminaceae*) in Medvednica nature park, Croatia. Nat Croat 12:19-29.
- Ćiković, D., 2004: Vodenkos i pastirice Parka prirode Medvednica-studija distribucije i brojnosti. Stručna studija, Ornitološki zavod HAZU, Zagreb.
- de Bello, F., J., Klimešová, T., Herben, K., Prach, P., Šmilauer, 2013: Serious Research with Great Fun: The Strange Case of Jan Šuspa Lepš (and Other Plant Ecologists). Folia Geobotanica 48(3): 297-306.
- Dobrović, I., T., Nikolić, S.D., Jelaska, M., Plazibat, M., V., Hršak, R., Šoštarić, 2006a: An evaluation of floristic diversity in Medvednica Nature Park (northwestern Croatia), Plant Biosystems, VoI.(140):3.
- Dobrović, I., T., Safner, S.D., Jelaska, T., Nikolić, 2006b: Ecological and phytosociological characteristics of association *Abieti-*

- Fagetum „pannonicum“* Rauš 1969 on Mt. Medvednica (north-western Croatia), Acta Botanica Croatica. 65 (1): 41-55.
- Dudley, N., 2008: Guidelines for Applying Protected Area Management Categories. Gland, Switzerland: IUCN. 86pp.
 - Getzner, M., J. Švajda, 2015: Preferences of tourists with regard to changes of the landscape of the Tatra National Park in Slovakia. Land Use Policy, 48: 107-119.
 - Githiru, M., M.W. King, P., Bauche, C., Simon, J., Boles, C., Rindt, R., Victurine, 2015: Should biodiversity offsets help finance underfunded Protected Areas? Biological Conservation, 191: 819-826.
 - Gurung, H.B., 2010: Trends in protected areas. CRC for sustainable tourism Pty Ltd, Gold Coast, Queensland, pp 36.
 - Hamidović, D., 2005: Istraživanje ekologije šišmiša u spilji Vaternici i prijedlog njihovog trajnog monitoring, Stručna studija, HBSD, Zagreb.
 - Hat, M.G., 2003: Application of non-market valuation to the Florida Keys marine reserve management, Journal of Environmental Management, (67): 315-325.
 - Hršak, V., T., Nikolić, M., Plazibat, S.D, Jelaska, D., Bukovec, 1999: Orchids of Medvednica Natural Park, Croatia, Acta Biol Slovenica (42):13-37.
 - Janev Hutinec, B., 2007: Gmazovi Parka prirode Medvednica, Stručna studija, ArkaArka, Zagreb.
 - Jelaska, S.D., V., Kušan, H., Peternel, Z., Grgurić, A., Mihulja, Z., Major, 2005: Vegetation mapping of „Žumberak-Samoborsko gorje“ Nature park, Croatia, using Landsat 7 and field data. Acta Botanica Croatica, 64 (2): 303-311.
 - Jelaska, S.D., T., Nikolić, L., Šerić Jelaska, V., Kušan, H., Peternel, G., Gužvica, Z., Major, 2010: Terrestrial biodiversity analyses in Dalmatia (Croatia): A complementary approach using diversity and rarity, Environmental management, 45 (3): 616-625.
 - Jenkins, M., J.S., Scherr, M., Inbar, 2004: Markets for Biodiversity Services, Potential Roles and Challenges, Environment, 46 (6).
 - Jenness, J., 2006: Topographic Position Index (tpijen.avx) extension for ArcView 3.x, v. 1.3a. Jenness Enterprises, <http://www.jennessent.com/arcview/tpi.htm>
 - Kušen, E., 2007: Utvrđivanje funkcionalnog sustava posjećivanja NP "Krka" (Establishing functional system for visiting the Krka National Park). Simpozij rijeka Krka i nacionalni park "Krka". Prirodna i kulturna baština, zaštita i održivi razvitak. Zbornik radova. Šibenik, 707-724.
 - Kušan, V., 2007: Kartiranje staništa Parka prirode Medvednica u M 1:25000, Stručna studija. OIKON. Zagreb.
 - Malić-Limari, S., 2009: Vrednovanje Parka prirode Medvednica s obzirom na biljni pokrov, reljef i učestalost posjetitelja. Master Thesis, Faculty of Science, University of Zagreb, pp. 118.
 - Official Gazette 1981: NN 24/81: www.pp-medvednica.hr
 - Official Gazette 2005: NN 70/05: [narodne-novine.nn.hr/clanci/.../2005_06_70_1371.html](http://clanci/.../2005_06_70_1371.html)
 - Official Gazette 2007: NN 07/06: [narodne-novine.nn.hr/clanci/.../2006_01_07_156.html](http://clanci/.../2006_01_07_156.html)
 - Official Gazette 2009: NN 25/09: [narodne-novine.nn.hr/clanci/.../2009_02_25_527.html](http://clanci/.../2009_02_25_527.html)
 - Mareković, S., V., Hršak, S.D., Jelaska, T., Nikolić, M., Plazibat, 2009: The grasses (Poaceae) of Medvednica Nature Park, Croatia. Natura Croatica : periodicum Musei historiae naturalis Croatici. 18 (1): 135-154.
 - Nikolić, T.; D., Bukovec, J., Šopf, S.D., Jelaska, 1998: Kartiranje flore Hrvatske – mogućnosti i standardi. Natura Croatica : periodicum Musei historiae naturalis Croatici. 7 (Suppl. 1): 1-62.
 - Nikolić, T., S., Kovačić, 2008: Flora Medvednice – 250 najčešćih vrsta Zagrebačke gore, Školska knjiga d.d. Zagreb.
 - Ozimec, R., 2005: Ekološka analiza i inventarizacija faune prirodnih speleoloških objekata u Parku prirode Medvednica, Stručna studija, HBSD, Zagreb.
 - Pernar, N., 2008: Elementi u tragovima u tlu šumskih ekosustava Medvednica, Stručna studija, Šumarski fakultet, Zagreb.
 - Riccioli, F., R., Fratini, F., Boncinelli, T. El Asmar, J.P., El Asmar, L., Casini, 2016: Spatial analysis of selected biodiversity features in protected areas: a case study in Tuscany region. Land Use Policy, (57): 540-554.
 - Sočo, I., T., Nikolić, V., Hršak, S.D., Jelaska, M., Plazibat, 2002: The distribution of the genus Daphne L. (Thymelaeaceae) in Medvednica nature park, Croatia. Natura Croatica. 11 (2): 225-236.
 - Šašić, M., 2005: Stanje istraženosti faune danjih leptira PP Medvednica, Stručna studija, Natura, Zagreb.
 - Šerić Jelaska, L., P., Durbešić, 2009: Comparison of the body size and wing form of carabid species (*Coleoptera, Carabidae*) between isolated and continuous forest habitats. Annales de la Societe Entomologique de France. 45 (3): 327-338.
 - Šerić Jelaska, L., A., Ješovnik, S.D., Jelaska, A., Pirnat, M., Kučinić, P., Durbešić, 2010: Variations of carabid beetle and ant assemblages and their morpho-ecological traits within natural temperate forests in Medvednica Nature Park, Šumarski list, 134 (9-10): 475-486.
 - Vuković, N., A. Bernardić, T. Nikolić, V. Hršak, M. Plazibat, S.D. Jelaska, 2010: Analysis and distributional patterns of the invasive flora in a protected mountain area – a case study of Medvednica Nature Park (Croatia). Acta Societatis Botanicorum Poloniae. 79 (4): 285-294.
 - Temunović, M., 2007: Istraživanje zajednice kornjaša (*Coleoptera*) i pauka (*Araneae*) livadnih staništa Medvednica, Stručna studija, BIOM, Zagreb.
 - Tkalcec, Z., 2007: Studija ugroženosti gljiva u Parku prirode Medvednica, Stručna studija, Hrvatsko mikološko društvo, Zagreb.
 - Tutiš, V., 2007: Zajednice ptica, danjih i noćnih grabiljivica šumskih ekosustava Parka prirode Medvednica s preporukama za gospodarenje šumama. Stručna studija. Ornitološki zavod HAZU, Zagreb.
 - WCPA, 1998: Economic Values of Protected Areas: Guidelines for Protected Area Managers, IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
 - White, P.C., J.C., Lovett, 1999: Public preferences and willingness-to-pay for nature conservation in the North York Moors National Park, UK, Journal of Environmental Management 55: 1-13.
 - Zhiming Z., R., Sherman, Z., Yang, R., Wu, W., Wang, M., Yin, G., Yang, X., Ou, 2013: Integrating a participatory process with a GIS-based multi-criteria decision analysis for protected area zoning in China. Journal for Nature Conservation, 21 (4): 225-240.
 - Zmijanović, Lj., 2014: Održivi razvoj i upravljanje baštinom zaštićenih područja na primjeru Pokrčja (Study of the sustainable development and management of the heritage of protected areas in the Krka area). Godišnjak Titius : godišnjak za interdisciplinarna istraživanja porječja Krke, (6-7): 71-90.

Sažetak

Park prirode „Medvednica“ prema IUCN kriterijima pripada kategoriji zaštite V, koja podrazumijeva opstojnost interakcija ljudi i prirode, uključujući rekreaciju i turističke aktivnosti, kao i znanstvena istraživanja i očuvanje biološke raznolikosti, uz održivo korištenje prirodnih resursa. Šume predstavljaju jednu od temeljnih vrijednosti Parka te uvjetuju način upravljanja.

Utvrđeno je da zavisno od prostorne razlučivosti (mjerila 1:25000, 1:50000, 1:100000), vrijednosti indeksa raznolikosti staništa variraju. Karta staništa mjerila M 1:25000 pokazala se kao najprikladnija za analize upravljanja Parkom, dok bi za pojedina područja Parka bilo poželjno imati i podatke još veće prostorne razlučivosti. Prilikom prepoznavanja područja od interesa za posjetitelje, neophodno je uključiti i podatke o vrijednosti biološke raznolikosti s ciljem postizanja održivosti i ravnoteže između zaštite prirodnih i kulturnih dobara s jedne, te turističkog iskoriščavanja s druge strane. Uz kartu staništa, korišteni su i podaci o broju biljnih vrsta po osnovnoj prostornoj jedinici (kvadrant MTB 1/64 mreže), te indeks raznolikosti prethodno određenih reljefnih morfoloških cjelina na temelju digitalnog elevacijskog modela.

Nizom operacija prostornog preklapanja korištenjem GIS-a identificirali smo područja sličnih reljefnih i vegetacijskih značajki, poput onih na najposjećenijim dijelovima Parka, sa ciljem planiranja potencijalnog razvoja ponude i u tim dijelovima Parka, što bi moglo dovesti do rasterećenja trenutno najposjećenijih područja. Uporaba GIS-a pokazala se opravdanom i učinkovitom u ove svrhe, te je pokazala funkcionalnost u prikupljanju, kao i generiranju multidisciplinarnih podataka, kao i izradi prostornih modela, doprinoseći brzom donošenju odluka, uz uštedu vremena i sredstava.

KLJUČNE RIJEČI: reljefne morfološke cjeline, GIS, karta staništa, vegetacijska karta, indeks raznolikosti.



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.

EFFECTS OF MOISTURE CONDITIONS ON THE SMALL MAMMAL COMMUNITIES OF FLOODPLAIN FORESTS IN SOUTH MORAVIA (CZECH REPUBLIC)

UTJECAJ VLAŽNOSTI NA POPULACIJE SITNIH SISAVACA U POPLAVNIM ŠUMAMA JUŽNE MORAVSKE (ČEŠKA REPUBLIKA)

Josef SUCHOMEL¹, Marta HEROLDOVÁ², Pavel HADAŠ³, Jan ZEJDA⁴

Summary

Changes of the moisture regime and its influence on the dominance of selected species of small mammal communities were studied in floodplain forests in southern Moravia (river Dyje). In period of typical floodplain regime characterized by groundwater table fluctuation (1968–1972, with high groundwater table level or floods in spring) dominance of *Apodemus flavicollis* (Mel.) was 42%, *Myodes glareolus* (Schreb.) 33% and *Sorex araneus* L. 15% of the total small mammal communities. In period 1982–1987 after cessation of floods by river regulation, rapid groundwater drop and changes in the herb layer, the dominance of *Apodemus flavicollis* and *Myodes glareolus* increased. Also the dominance of *Apodemus sylvaticus* (L.) increased, but that of *Sorex araneus* collapsed. Further revitalization measures were applied by systems of channels supplying the water to root system of forest trees but not to the herb layer. In 2002–2006 decreasing moisture condition further influenced the dominance of *Apodemus flavicollis* reaching mean dominance 62%, *Myodes glareolus* dominance decreased to 20% and that of *Sorex araneus* remain to be low. All estimated changes were correlated with moisture regime changes and were significant. Thus the changes in the forest moisture regime significantly affect the community of small terrestrial mammals.

KEY WORDS: floodplain forest, biosphere reserve, moisture regime, small terrestrial mammals, dominance

INTRODUCTION UVOD

By Moran et al. (2008) the science of ecohydrology is characterized by feedbacks, gradual trends and extreme events that are best revealed with long-term experimental studies of hydrological processes and biological communities. We were taken the opportunity to study lowland forest ecosystem together with its water supply changes in three distant

periods in the Lower Morava Biosphere Reserve (Czech Republic). These were included in the UNESCO Man and the Biosphere (MAB) Programme (Moran et al. 2008). The core area of the Morava-Dyje riverine landscape, covered by periodically flooded floodplain forest is one of the most productive ecosystems in the world (Zejda 1991). The Morava-Dyje riverine landscape is one of the last regions in Europe where traditional land use has secured a rich biodiversity. Moisture regime of floodplain forests (high water

¹ Ass. Prof. Josef Suchomel, PhD., Department of Zoology, Fisheries, Hydrobiology and Apiculture, Faculty of AgriSciences, Mendel University in Brno, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Czech Republic

² Ass. Prof. RNDr. Marta Heroldová, PhD., Institute of Forest Ecology, Faculty of Forestry and Wood Technology, Mendel University in Brno, Zemědělská 3, 613 00 Brno, Czech Republic

³ RNDr. Pavel Hadaš, PhD., Veselská 31, Strážnice, 696 62, Czech Republic

⁴ Ass. Prof. Jan Zejda Dr. sc., Tábor 48d, Brno, 602 00, Czech Republic

table, periodical floods etc.) created specific life conditions for communities of plants and animal species. However, regulation of the two rivers and construction of water networks during the 1970s have changed the water regime of forests. Changes in moisture conditions subsequently caused changes in characteristics of biocenosis. The most rapid and most flexible response was found in the herb layer, where the total biomass was reduced considerably (Vašíček 1991). The structure of the herb layer was shifted to drier herb communities which subsequently influenced insect communities (decreased species richness and diversity; Kríštek 1991).

The community of small terrestrial mammals in a periodically flooded floodplain forest is characterized by high productivity (Zejda 1991). Although dynamic moisture regime of floodplain forests (high water table, periodical floods etc.) creates specific life conditions for communities of plants and animal species, most dominant species are well adapted to this environment. Small mammal individuals are forced to survive in refugia and the non-flooding parts during floods. Short period of inundation can be possibly survived by certain species in vegetation above the water level (Wijnhoven et al. 2005). Arboreal activity is known in all species of central European mice and the bank vole (Holišová 1969). The negative effect of flooding on their populations is relatively minor (Zejda 1976; Jacob 2003). The indirect effect of floods – which is the high primary production following the floods – has positive effects on their population density (Zejda 1991). The small mammal species (Rodentia, Eulipotyphla) are well known to be responsive to the variation in moisture in terms of changes in community structure and their monitoring can therefore be of bioindicative significance (Wijnhoven et al. 2005; 2006; Zejda 1976; 1985; 1991; Zhang et al. 2007).

In the presented study, we bring the long-term assessment of the effect of moisture conditions on the dominance structure of small mammals in floodplain forests of southern Moravia (Czech Republic). Based on detailed data from three periods (1968–1972, 1982–1987, and 2002–2006) covering a span of over 30 years, we highlight the influence of the moisture regime on the small mammal assemblage in a floodplain forest. We show that under lowered moisture conditions and reduced abundance of insects, the insectivorous mammals are among the most affected species, whereas the rodent community appears to be more resistant and respond less dramatically.

MATERIAL AND METHODS MATERIJALI I METODE

The studied habitats are part of the largest preserved ecosystem of floodplain forests in central Europe. The climate of the locality is warm, dry to subhumid, with a mean annual

air temperature of 9°C and a mean annual precipitation of 524 mm (Vašíček & Pivec 1991). The study area (120 ha of old forest) was situated near the town of Lednice at 164 m a.s.l. with coordinates 48° 48' 30" N, 16° 47' 05" E. This is a Research and monitoring site of Mendel University (Brno), part of the International Long-Term Ecological Research (ILTER) network. The study plots were located in a semi-natural forest characterized by a group of forest types *Ulmeto-Fraxinetum carpineum*. It was originally a commercial forest (hard-wooded broadleaved stand about 100 years old in 1965 – at the beginning of monitoring), which was excluded from forest management and left as an experimental area for studying natural processes in forest ecosystems. Consequently, the forest is of natural character representing long term stabilized tree stands with minimal changes in tree stratum. The dominant species are: pedunculate oak (*Quercus robur* L.), common ash (*Fraxinus excelsior* L.), black poplar (*Populus nigra* L.), large-leaved linden (*Tilia platyphyllos* Scop.), and field maple (*Acer campestre* L.). In the shrub layer, following species occur most frequently: dogwood (*Cornus sanguinea* L.), European evonymus (*Euonymus europaeus* L.), European elder (*Sambucus nigra* L.), and also young trees of pedunculate oak, large-leaved linden, and field maple.

Herb layer of floodplain forests in the alluvium of the Dyje river were influenced by changes in the water regime as a result of constructing flood-control protection measures since 1972 (the absence of natural floods, decrease of the groundwater table). During the 1970s and 1980s, the forest was insufficiently supplied by water and began to dry. Herb layer composition changed during the study period from dominant *Carex acutiformis* Ehrh. and *Rubus caesius* L. to dominant *Impatiens parviflora* DC., *Circaea lutetiana* L. and *Galium aparine* L. The other common species were *Urtica dioica* L., *Ajuga reptans* L., *Glechoma hederacea* L. and *Deschampsia cespitosa* (L.) (see Penka et al. 1985; 1991 for detailed data).

Since the 1990s, forest revitalization measures, aimed at water regime improvement in the study area were undertaken. These resulted only in replenishment of groundwater level by means of channels (no periodically flooded forest), thus improving the water condition for deeply rooted trees of the forest (Hadaš 2003) having no effect on any changes in other forest environment. The long-term changes in water regime provide us with opportunities to investigate ecological changes in the floodplain forest and obtain data, which are necessary for its well-informed management.

Dominance of small mammals (*Apodemus flavicollis* AF; *A. sylvaticus* AS; *Myodes (Clethrionomys) glareolus* MG; *Sorex araneus* SA) was studied in three time periods (period 1: 1968–1972 period 2: 1982–1987, and period 3: 2002–2006) under various moisture conditions (i.e. AF1, AF2 and AF3 means dominance of *Apodemus flavicollis* in period 1,

2 and 3; same hold for other species, see Fig. 2) and was expressed as Simpson index of dominance:

$$D_s = \sum_{i=1}^{i=n} \left(\frac{N_i}{N} \right)^2 \text{ (Odum 1977)}$$

In total, 2708 small mammal individuals of 9 species were documented on the study site. For this study, data were collected under criteria as to have sufficient spatial coverage to represent the dynamics of small mammal dominance of the given range or forest; the measurement protocols were consistent on the basis of the effort and methodology (snap trapping in spring and autumn; see Zejda 1991 for details). Rodents were represented by 6 species: yellow-necked mouse (*Apodemus flavicollis*), wood mouse (*Apodemus sylvaticus*), bank vole (*Myodes glareolus*), common vole (*Microtus arvalis*), European pine vole (*Microtus subterraneus*), and house mouse (*Mus musculus*). Insectivores included 3 species: common shrew (*Sorex araneus*), European pygmy shrew (*S. minutus*), and European water shrew (*Neomys fodiens*). For statistical analysis, only the data on yellow-necked mouse, wood mouse, bank vole and common shrew, as sufficient number of individuals, were used. For all species under study and year we calculated mean dominance index D (in %) for spring and autumn communities. Differences in dominance between various time periods of particular small mammal species were calculated by One-way Anova in Statistica for Windows.

We assessed the long-term changes in relation to the moisture regime (MR) of the floodplain ecosystem. Variation in floodplain MR was measured by means of 2 variables: (1) the flow regime (FR) of the Dyje river and (2) the moisture balance (MB; Hadaš 2003). The FR is expressed by the sum of mean monthly discharges of the Dyje river for the period March–May and June–September in the area of floodplain forests in the section from Nové Mlýny to Břeclav. Moisture balance (MB) is based on the following relation (Možný 1993):

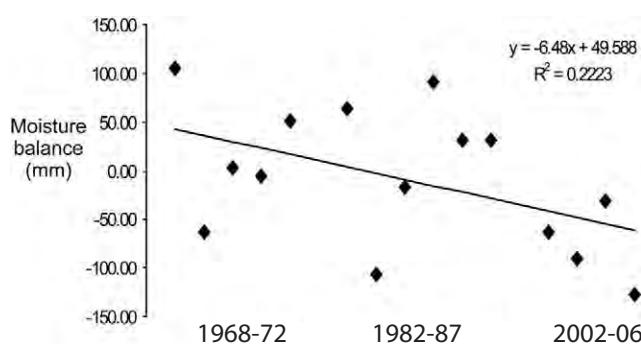


Fig. 1. Dynamic of calculated moisture balance (in mm) during the years of research.

Graf 1. Dinamika izračunate ravnoteže vlage (u mm) tijekom godina istraživanja.

$MB = (R_a - R_n) - (ETP_a - ETP_n)$, where R_a is the monthly total of precipitation in the given year in mm, R_n is the long-term total of precipitation in the given month, ETP_a is the monthly total of potential evapotranspiration in the given year in mm, ETP_n is the long-term total of potential evapotranspiration in the given month in mm. The sum of MB is calculated for the period April to September. The potential evapotranspiration (ETP_a , ETP_n) is derived using an indirect method according to Thornthwait (Nosek 1972). Moisture balance showed decreasing tendency in time (see Fig. 1). Its dynamic was also influenced by summer „flash floods” but these time limited floods have not permanent effect on the plant and animal community as periodic spring floods.

We calculated the coefficient of correlation (r) to describe the relationship between the MR and the spring and autumn species dominance of small terrestrial mammals of floodplains for particular years. The significance of the dependence is calculated according to simple linear regression. To assess the combined effect of the FR and MB in the growing season, multiple regression analysis was used. Periods were evaluated from a derived multiple linear regression model (MLRM) and significance value was obtained.

RESULTS

REZULTATI

Changes in dominance were monitored in yellow-necked mouse as its population steadily increases its proportion in studied communities (Fig. 2). However, a marked increase in dominance was also noted in wood mouse. From the previous fragmentary occurrence in the 1970s, it increased its dominance after changes in the water regime in the 1980s ($F = 9.82$; $p < 0.01$ between populations in period 1 and 2; Fig. 2). Later on, a decrease in the percentage proportion occurred evidently at the expense of the increase of a more dominant and aggressive yellow-necked mouse population. In bank vole, changes in the water regime became evident by the decline of dominance (Fig. 2). The most marked changes were in insectivores. The highly dominant species, common shrew, showed a rapid fall to roughly 1% of dominance after regulation measures have been introduced ($F = 10.49$; $p < 0.01$ between populations in period 1 and 2; Fig. 2).

During the first period from 1968 to 1972, the springtime correlation of MR with small mammal species dominance was significantly high only in bank vole ($r = 0.67$; significance value was 0.59). During the period under water regulation (2002–2006) in spring, the bank vole dominance was also positively influenced by MR ($r = 0.86$) and FR dynamics in the Dyje river ($r = 0.87$, significance value was 0.82). The lowland drying influenced the gradual decreasing dominance of the species.

The summer dominance of common shrew (1968–1976) highly correlates with the FR dynamics ($r = 0.91$; signifi-

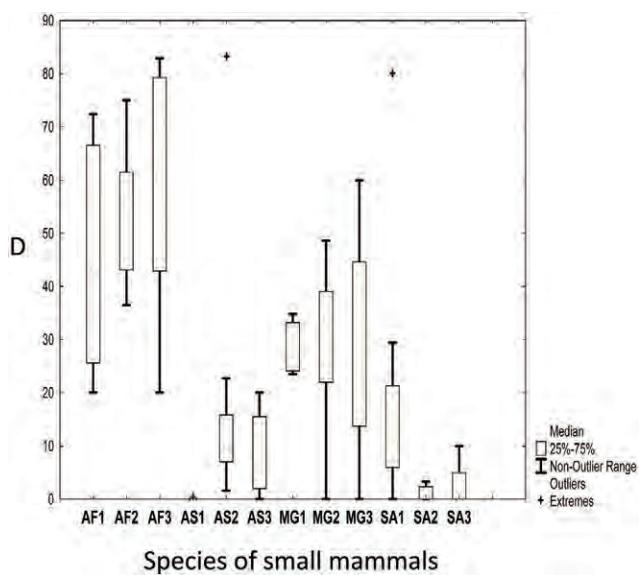


Fig. 2. Dominance of small mammals (*Apodemus flavicollis* AF; *A. sylvaticus* AS; *Myodes (Clethrionomys) glareolus* MG; *Sorex araneus* SA) in three time periods (period 1: 1968–1972 period 2: 1982–1987, and period 3: 2002–2006) under various moisture conditions (i.e. AF1–3 dominance of *Apodemus flavicollis* in period 1, 2 and 3; same hold for other species).

Graf 2. Zastupljenost sitnih glodavaca (*Apodemus flavicollis* AF; *A. sylvaticus* AS; *Myodes (Clethrionomys) glareolus* MG; *Sorex araneus* SA) u tri vremenska perioda (period 1: 1968–1972 period 2: 1982–1987, i period 3: 2002–2006) pod različitim uvjetima vlažnosti (npr. AF1–3 dominantnost *Apodemus flavicollis* u periodu 1, 2 i 3; isto vrijedi i za druge vrste).

cance value was 0.59). Decrease of the water level in the Dyje river caused the decrease of the dominance of common shrew and vice versa. Dynamics of the FR is not influenced by the flooding regime.

Wood mouse responded well to changes in the MR during summer and at the beginning of autumn during the period 1982–1987. This species shows high indirect dependence on changes in the FR during summer ($r = -0.77$), which is also influenced by the decrease of water level in the Dyje river ($r = -0.81$; significance value was 0.74). The high soil moisture (high water table in forests influenced by the high flow of the Dyje river) reduced the dominance of wood mouse and drying of the lowland positively influenced its dominance.

To evaluate the aggregate effect of the FR and MB in the growing season, a MLRM was used for the period 1982–1987. It follows that the model is able to explain the dominance of wood mouse according to the coefficient of determination of 67.9 % ($r = 68$) on the basis of mean monthly flows and MB during the summer season.

$$\text{Dominance (wood mouse)} = 19.50 - 0.07 \cdot \text{monthly flow} + 0.0179 \cdot \text{MB}$$

It means that the FR and MB can explain 67.9 % changes in the wood mouse population dominance. The proportion of other effects (factors) influencing the dominance amounts

to 32.1 %. The dominance of this species increases with the decline of flow during the summer season. Similar behavior according to the multiple regression function can be also noted in yellow-necked mouse in the spring season of the period 2002–2006.

$$\begin{aligned} \text{Dominance (yellow-necked mouse)} = \\ -1.93 \cdot \text{monthly flow} + 3.69 \cdot \text{MB} + 553.38. \end{aligned}$$

The derived regression model is able to explain the yellow-necked mouse dominance of 80.7 % ($r = 0.81$) on the basis of mean monthly flow and MB during the spring season 2002–2006. More than 80% of the yellow-necked mouse population prefers dry sites without the effect of floods.

According to the regression model, opposite behavior expressing the dependence of the dominance of bank vole on the FR and the MB in the growing season is shown in the period 2002–2006.

$$\begin{aligned} \text{Dominance (bank vole)} = \\ 0.42 \cdot \text{monthly flow} - 0.39 \cdot \text{MB} - 65.55. \end{aligned}$$

The model can explain changes in the dominance from 76.6 % ($r = 0.77$) that is, with the increase of the FR and improvement of MB the dominance of bank vole increases. Improvement in the MB is affected by the increase of precipitation and decline of air temperature in the floodplain alluvium and higher water level in the Dyje river. The species prefers sites of higher moisture where the value of the FR factor is slightly higher than the factor of MB.

During the spring season of 2002–2006, the behavior of common shrew showed dependence on the FR and the MB aggregate effect.

$$\begin{aligned} \text{Dominance (common shrew)} = \\ 0.39 \cdot \text{monthly flow} - 0.87 \cdot \text{MB} - 103.77. \end{aligned}$$

The derived regression model confirmed 62.9 % of dominance changes to be influenced by MB. Generally, this species prefers humid sites, which are temporarily slightly moistened by local precipitation.

DISCUSSION RASPRAVA

Changes in the MR, namely in the level of the water table and the elimination of regular floods together with associated changes in the phytocoenosis and zoocoenosis of the floodplain forest ecosystem affected the dominance of the small terrestrial mammals. Three periods were compared in this study. The first period is from 1968 to 1972 (Zejda 1976) when flood plain forest was influenced by periodical flows, the second period is from 1982 to 1985 (Zejda 1991) when floods ceased, and the third is from 2002 to 2006 (Suchomel & Heroldová 2004; Suchomel et al. 2012) after revitalization measures were applied. Even though the data are merely correlative in nature, we believe that they reflect

a real causal relationship between water regime and structure of small mammal assemblages.

After floods regulation, changes in the soil moisture, microclimate, herb layer composition, and in the community of invertebrates (Vaňhara 1986) affected the number of insectivores. For example, the species richness and densities of *Carabidae* and *Arachnoidea* decreased (Kříštek 1991). These groups create the important source of food for *Sorex* species (Kolibáč 1995). The other protected insectivorous species *Neomys fodiens* disappeared from the plots (Zejda 1991). *Sorex* sp. are the dominant species in the Natural Reserve Jursky Sur – the largest swampy alder forest in Central Europe which is flooded 5 month of the year usually. By Pachinger (1982) and Pachinger & Haferkorn (1998), high level of moisture was positively influencing the dominance of insectivores.

Many plants requiring high moisture content declined both in numbers and tissue production. The greatest decline was that of the previously dominant *Glechoma hederacea*. Its dominance changed from almost 42 % of the herb layer cover at the initial stage to 5 % at time of flood regulation (Vašíček 1991). *G. hederacea* was, for example, one of the main diet items of the overcrowded population of bank vole (mean volume over 25%, Holíšová 1971). Under conditions of the flooded forest, population of bank vole became regularly overcrowded (Zejda 1976). Under changed conditions, intervals of outbreaks prolonged similar to in the drier broadleaved forests (Zejda 1991). Also the spatial segregation due to competition with yellow-necked mouse may lower bank vole population (Grüm & Bujalska 2000; Horváth et al. 2012).

Yellow-necked mouse is a typical species of old forests with regular production of tree seeds. Good seed crop can strongly influence its abundance (Obrel & Holíšová 1974; Suchomel & Heroldová 2008; Bjedov et al. 2016). In our study good acorn crop was in the first period in 1969 in the second in 1982 and 1983, in the third in 2003. Oak growth covers 86% of the study area, of which 90 % are fruit-bearing trees. The influence of the seed years on overall small mammal dominance seems to be balanced.

Wood mouse eats greater variety of fruits and seeds, particularly seeds of shrubs, herbs, and grasses and for that ubiquitous species, changes in the phytocoenosis at the time when flooding period stopped (1982–1984) meant improvement in its trophic base (Obrel & Holíšová 1974). Wood mouse decline in the last study period may be influenced by the increased dominance of yellow-necked mouse, which is a typical old forest species (Hoffmeyer & Hansson 1974).

Results presented in this article indicate that changes in the MR can lead to changes in the dominance of selected species of small terrestrial mammals. These changes induce the chain of other changes related to important properties of

the floodplain forest ecosystem, which markedly influence assemblages of small terrestrial mammals. For example also its diversity on our plots continually decreased in time. From $H' = 1.04$ in flooded lowland (1968–72) to $H' = 0.87$ in last research period (2002–2006; Zejda 1991; Suchomel & Heroldová 2004). By Crandall et al. (2003) flooding may increase the diversity of mobile vertebrates in affected areas by providing and renewing resources as it increase the variety and abundance of food.

As human influences continue in our research area, ecological stability of the natural formations should be ensured. Long-term study on the influence of MR on small mammal species in natural lowland forests would be of help in further management. It can be also applied to the management of other similar forest ecosystems under moisture changes.

ACKNOWLEDGMENTS

ZAHVALE

This study was supported by financial means of the MSM 6215648902 and NAZV QH72075 projects. The work complied with Council directive 86/609/EEC regulations on experimental use of animals. English was improved by official SPI Publishing, professional editing services. The authors are very much obliged to Linda Bjedov for translation of English to Croatian.

REFERENCES

LITERATURA

- Bjedov, L., P. Svoboda, A. Tadin, J. Habuš, Z. Štritof, N. Labaš, M. Vucelja, A. Markotić, N. Turk, J. Margaletić, 2016: Influence of beech mast on small rodent populations and hantaviruses prevalence in national park „Plitvice lakes“ and nature park „Medvednica“, Sumar list, 140: 455–464.
- Crandall, R. M., C. R. Hayes, E. N. Ackland, 2003: Application of the intermediate disturbance hypothesis to flooding, Community Ecol, 4: 225–232.
- Grüm, L., G. Bujalska, 2000: Bank voles and yellow-necked mice: What are interrelations between them?, Pol J Ecol, 48: 141–145.
- Hadaš, P., 2003: Temperature and humidity conditions of the floodplain forest with respect to stand microclimate and mesoclimate, Ekol Bratislava, 22: 19–46.
- Hoffmeyer, I., L. Hansson, 1974: Variability in number and distribution of *Apodemus flavicollis* and *A. sylvaticus* in South Sweden, Z Saugtierkd, 39: 15–23.
- Holíšová, V., 1969: Vertical movements of some small mammals in a forest, Zool Listy, 18: 121–141.
- Holíšová, V., 1971: The food of *Clethrionomys glareolus* at different population densities, Acta Sci Nat Brno, 5: 1–34.
- Horváth, G. F., D. Schäffer, A. Pogány, D. Töth, 2012: Spatial distribution of small mammal populations in Drava floodplain forests, Sumar list, 136: 141–151.
- Jacob, J., 2003: The response of small mammal populations to flooding, Mammal Biol, 68: 102–111.

- Kolibáč, J., 1995: The diets of *Sorex araneus* and *Sorex minutus* in selected habitats in the Czech Republic, Acta Musei Mor Sci Nat, 80: 95–161.
- Kříštek, J., 1991: Selected groups of insects and harvestman. In: Penka, M., Vyskot, M., Klímo, E., Vašíček, F., (eds.), Floodplain forest ecosystem II: After Water Management Measures, Academia, Prague, pp. 451–468.
- Moran, M. S., D. P. C. Peters, M. P. McClaran, M. H. Nichols, M. B. Adams, 2008: Long-term data collection at USDA experimental sites for studies of ecohydrology, Ecohydrology, 1: 377–393.
- Možný, M., 1993: Potential evapotranspiration as an important agro-climatic characteristic (in Czech), Meteorologické zprávy, 46: 152–156.
- Nosek, M., 1972: Metody v klimatologii., Academia, 433 p., Praha.
- Obrtel, R., V. Holíšová, 1974: Trophic niches of *Apodemus flavicollis* and *Clethrionomys glareolus* in lowland forest, Acta Sci Nat Brno, 8: 1–37.
- Odum, E. P., 1977: Základy ekologie, Academia, 733 p., Praha.
- Pachinger, K., 1982: Quantitative Verhältnisse in der Population der Kleinsäuger im Sumpfmoor-Erlendwald der Reservation Jurský Šúr, Biologia Bratislava, 37: 1019–1026.
- Pachinger, K., J. Haferkorn, 1998: Comparisons of the small mammal communities in floodplain forests at the Danube and Elbe rivers, Ekol Bratislava, 17: 11–19.
- Penka, M., M. Vyskot, E. Klímo, F. Vašíček, (eds.), 1985: Floodplain forest ecosystem I. Before Water Management Measures, Academia, 466 p., Praha.
- Penka, M., M. Vyskot, E. Klímo, F. Vašíček, (eds.), 1991: Floodplain forest ecosystem II. After Water Management Measures, Academia, 629 p., Praha.
- Suchomel, J., M. Heroldová, 2004: Small terrestrial mammals in two types of forest complexes in intensively managed landscape of South Moravia (The Czech Republic), Ekol Bratislava, 23: 377–384.
- Suchomel, J., M. Heroldová, 2008: Effect of seed crop of trees on the abundance and body parameters of granivorous small mammals in isolated forest stands of southern Moravia (Czech Republic), Pol J Ecol, 56: 155–160.
- Suchomel, J., L. Purchart, L. Čepelka, 2012: Structure and diversity of small-mammal communities of lowland forests in the rural central European landscape, Eur J Forest Res, 131: 1933–1941.
- Vaňhara, J., 1986: Impact of man-made moisture changes in floodplain forest Diptera, Acta Sci Nat Brno, 10: 1–39.
- Vašíček, F., 1991: The impact of water withdrawal in the floodplain forest, in: Penka, M., M. Vyskot, E. Klímo, F. Vašíček, (eds.), Floodplain forest ecosystem II: After Water Management Measures, Academia, Prague, pp. 65–68.
- Vašíček, F., J. Pivec, 1991: The meteorological conditions in southern Moravia following the control of flooding in the floodplain forests, in: Penka, M., M. Vyskot, E. Klímo, F. Vašíček, (eds.), Floodplain forest ecosystem II: After Water Management Measures, Academia, Prague, pp. 75–80.
- Wijnhoven, S., G. van der Velde, R. S. E. W. Leuven, A. J. M. Smits, 2005: The importance of geomorphological and vegetational heterogeneity in river floodplain, Acta Theriol, 50: 453–472.
- Wijnhoven, S., G. van der Velde, R. S. E. W. Leuven, A. J. M. Smits, 2006: Modeling recolonisation of heterogeneous river floodplains by small mammals, Hydrobiologia, 565: 132–152.
- Zejda, J., 1976: The small mammal community of a lowland forest, Acta Sci Nat Brno, 10: 1–39.
- Zejda, J., 1985: Energy flow through the small mammal community of a floodplain forest. In: Penka, M., M. Vyskot, E. Klímo, F. Vašíček, (eds.), Floodplain forest ecosystem I. Before Water Management Measures, Academia, Prague, pp. 357–371.
- Zejda, J., 1991: A community of small terrestrial mammals, in: Penka, M., M. Vyskot, E. Klímo, F. Vašíček, (eds.), Floodplain forest ecosystem II: After Water Management Measures, Academia, Prague, pp. 505–521.
- Zhang, M., K. Wang, Y. Wang, C. Guo, B. Li, C. Huang, 2007: Recovery of rodent community in an agroecosystems after flooding, J Zool, 272: 137–148.

Sažetak

Promjene režima vlažnosti i njegovog utjecaja na zastupljenost određenih vrsta sitnih sisavaca, praćeni su u poplavnim šumama u Južnoj Moravskoj (rijeka Dyje). U razdoblju od 1968. do 1972. godine u vrijeme tipičnih poplavnih režima karakteriziranim fluktuacijama razine podzemne vode (s visokom razinom podzemne vode ili poplavama u proljeće) zastupljenost žutogrlog šumskog miša (*Apodemus flavicollis* /Mel./) bila je 42 %, šumske voluharice (*Myodes glareolus* /Schreb./) 33 % i šumske rovke (*Sorex araneus* L.) 15 %. U razdoblju od 1982. do 1987. godine nakon prestanka poplava regulacijom rijeke te naglog pada podzemne vode i promjena u prizemnoj vegetaciji, zastupljenost žutogrlog šumskog miša i šumske voluharice se povećala. Također je porasla i zastupljenost šumskog miša (*Apodemus sylvaticus* /L./), dok se zastupljenost šumske rovke srušila. Daljnji zahvati revitalizacije vodnog režima su primjenjeni uvođenjem kanala koji su vodom opskrbljivali korijenje drveća, ali ne i prizemnu vegetaciju. Od 2002. do 2006. godine opadanje vlažnosti dalje je pogodovalo porastu dominacije žutogrlog šumskog miša dosegnuvši 62 %. Zastupljenost šumske voluharice smanjuje se na 20%, dok brojnost šumske rovke ostaje niska. Sve dobivene promjene zastupljenosti sitnih glodavaca su u signifikantnoj korelaciji s režimom vlažnosti. Iz navedenog proizlazi da promjene režima vlažnosti u šumi signifikantno utječu na zajednicu sitnih sisavaca.

KLJUČNE RIJEČI: poplavne šume, rezervat biosfere, režim vlage, sitni sisavci, zastupljenost

USING GEOWEPP MODEL TO DETERMINE SEDIMENT YIELD AND RUNOFF IN THE KEKLİK WATERSHED IN KAHRAMANMARAS, TURKEY

KORIŠTENJE MODELA GEOWEPP ZA ODREĐIVANJE PRODUKCIJE NANOSA I OTJECANJA U SLIVU RIJEKE KEKLİK U KAHRAMANMARASU U TURSKOJ

Mahmut REIS*, İlknur ALTUN ALADAG, Nursen BOLAT, Hurem DUTAL

Summary

GeoWEPP is a geo-spatial interface of the WEPP (The Water Erosion Prediction Project) model that predicts sediment yield and runoff using digital georeferenced information integrated with GIS tools. Besides, the model has ability to determine where the sediment yield and runoff occurs and locates possible deposition places. In this study, GeoWEPP model was used to estimate sediment yield and runoff from Keklik watershed, which is located 12 km from Kahramanmaraş in the eastern Mediterranean region. The digital maps of the input files required for GeoWEPP model were generated using GIS tools. The estimated average annual sediment discharge and delivery of watershed were 34533.5 tones and 44.2 tones/ha, respectively. This study indicated that GeoWEPP model can provide decision makers with quick estimation of sediment yield from large watersheds with high accuracy.

KEY WORDS: Sediment Yield, Runoff, WEPP, GeoWEPP, GIS

INTRODUCTION

UVOD

For many years, renewable natural resources in Turkey have been excessively used without considering sustainable management plans; therefore, the natural balance that exists among plant, soil, and water has been adversely affected. However, the future of existing and next generation highly depends on continuous and efficient use of natural resources. Therefore, necessary environmental protection measures should be implemented immediately so that natural resources can be sustainably managed and improved in Turkey.

In Turkey, one of the most important factors that result in detrimental effects on natural resources is considered to be

soil loss due to surface runoff by water in the mountainous regions and topsoil removal by wind in steppes (Yuksel et al., 2008). About 54% of the forest lands, 59% of agriculture areas, and 64% of rangelands are subject moderate and severe soil erosion incidents (GDCDE, 2012). In Turkey, slight (7.2%), moderate (20%), severe (36.4%), and very severe (22.3%) soil erosion are observed (GDREC, 2008). Relatively very small proportion of the land area is not subject to erosion incident.

The main reasons of erosion problem in Turkey are rough topographic conditions, destruction of vegetation, unsuitable land use practices, and inadequate erosion control measures. Especially Mediterranean region experiences significant levels of soil erosion due to steep slope throughout

* Assistant Prof. Mahmut REIS, İlknur Altun Aladag Forest engineer msc General Directorate of Forestry, Ankara, Turkey; Nursen Bolat Forest engineer msc, Hurem Dutal Research Assistance Faculty of Forestry, Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Kahramanmaraş, Turkey; Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, 46100 Kahramanmaraş, Turkey. Corresponding author: E-Mail: mreis@ksu.edu.tr

the region. Soil erosion and runoff generates considerable amount of sediment yield, which leads to dramatic impacts on natural resources. Therefore, it is very important to predict sediment yield and runoff accurately in terms of applying necessary soil conservation techniques in Turkey (Akay et al., 2008).

There have been several models developed to estimate soil loss, erosion assessment, and sediment yield such as RUSLE, CORINE and WEPP. RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) is used to compute annual soil loss per unit area based on an empirical equation, considering various erosion factors such as climate, soil type, topography, and land type (Renard et al., 1997; Covert, 2003; Yuksel et al., 2007). Based on Universal Soil Loss Equation (USLE) (Wischmeier, 1976), which is well-known methodology in soil erosion assessment studies, CORINE model was developed by European Community (CORINE, 1992). The CORINE has the advantage of providing soil erosion risk maps for entire study area.

The WEPP, The Water Erosion Prediction Project, was developed to estimate sediment yield and soil erosion consider-

ring soil type, climate conditions, ground cover percentage, and topographic condition (Flanagan and Livingston, 1995). The WEPP model is capable of calculating infiltration, runoff, erosion and deposition rates for every day and multiple time periods. In WEPP, there is a set of internet-base interfaces which assists users to quickly predict erosion and sediment yield from forest roads, forest lands, rangelands, and wildfire (Elliot et al., 1999; Flanagan and Nearing, 1995).

In recent decades, advances in Geographic Information Systems (GIS) technology made it possible to utilize GIS tools for effectively assessing soil loss and predicting sediment yield (Burrough and McDonnell, 1998). GeoWEPP, a geo-spatial erosion prediction model, was developed to integrate the advanced features of GIS within WEPP model (Renschler, 2002; Wu et al., 2009). GeoWEPP model provides user with ability to process digital data such as Digital Elevation Model (DEM), air photos, soil maps, and land use maps.

In this study, GeoWEPP was used to estimate the sediment yield from a sample watershed located in the city of Kahramanmaraş. The current land use type in the study area is classified as rangeland. Even though there are several studies

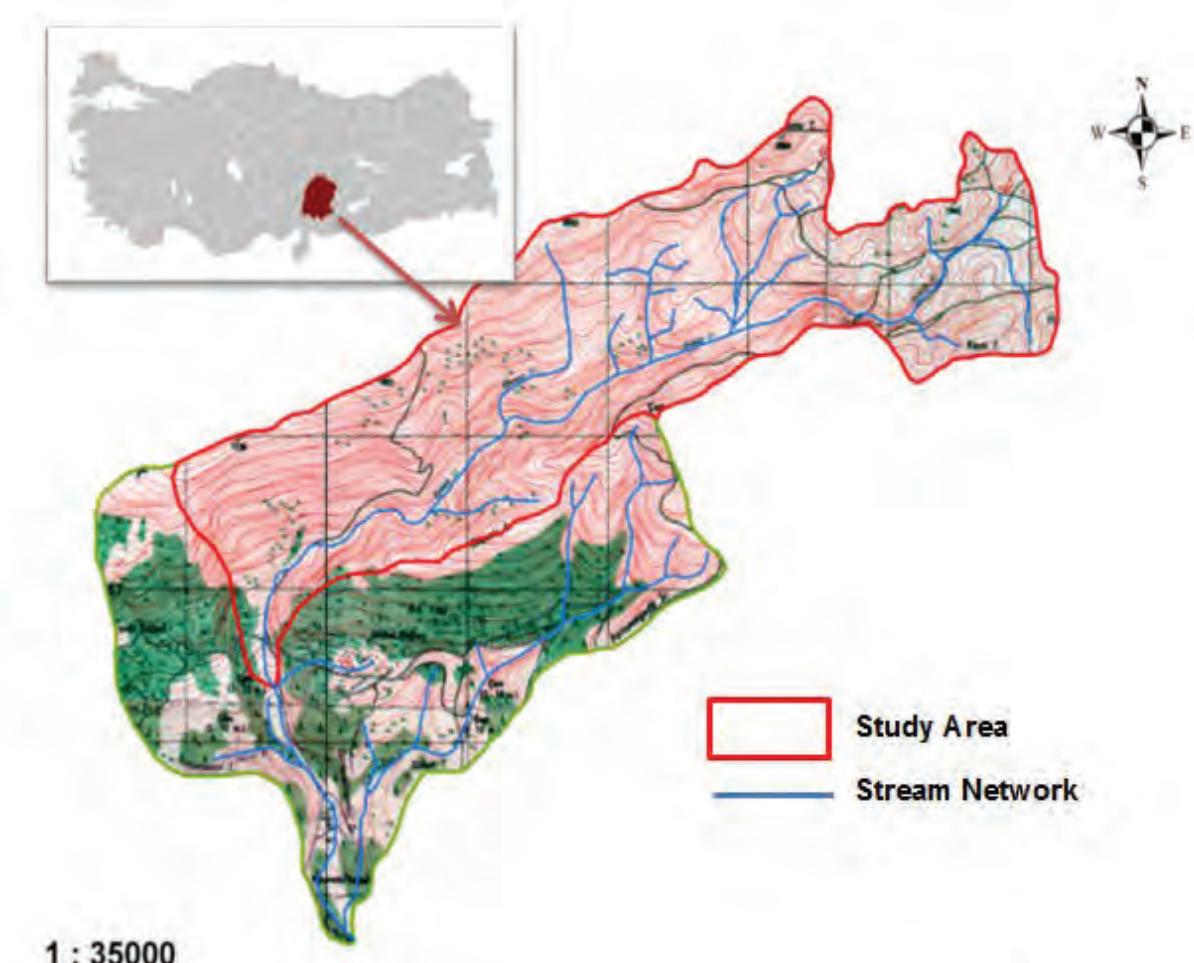


Figure 1. Location map of the study area
Slika 1. Područje istraživanja

in which GeoWEPP was used for various land use types, there are no previous studies that consider only rangeland. Thus, this study will be one of the first researches that utilized GeoWEPP to estimate sediment yield and surface runoff for a study area covered by only rangeland in Turkey.

MATERIAL AND METHOD

MATERIJALI I METODE

Study Area – Područje istraživanja

The study area, Keklik watershed, is located 12 km away from the city of Kahramanmaraş in the Eastern Mediterranean region of Turkey. Keklik watershed is covered by only rangelands. The bounding geographical coordinates of the study area are $36^{\circ}52' 30''$ to $37^{\circ}37' 30''$ north latitudes and $37^{\circ}46' 00''$ to $37^{\circ}47' 30''$ east longitudes (Figure 1). The watershed covers an area of nearly 780.83 hectares and there is no residential area in the basin.

Streams in the study area generally flow into the direction from North to South. The highest point of the study area is Köseburun Hill with 2084 meters and the lowest point is Güzlek Vineyards with 1200 meters of elevation. The region can be defined as a transition zone which has some characteristics of both Mediterranean climate and Continental climate. Thus, there are hot and dry summers and warm and rainy winters. Average annual precipitation of the study area is over 976.50 mm. Average, annual maximum and minimum temperatures are 41.1°C (July) and -10°C (February), respectively. In soil water balance; excess water is seen during January to March and the water deficit is seen during June to October.

According to soil maps which were produced by The General Directorate of Rural Service, the majority of the soils

are consisted of Brown Forest Soils with Marn-Chalk and Reddish Brown Mediterranean Soils with limestone. The study area was used for grazing purposes. Uncontrolled and over capacity grazing over years has led to destruction of both herbaceous and climax vegetation significantly. There are number of endemic species (*Astragalus akmanii*, *Polygonum ekimianum*, *Helleborus vesicarius*, *Echinops vaginatus*, *Ankyropetalum reuteri*, etc.) in the study area; however, heavy grazing has negatively affected existence of these species. Besides, rangeland activities have been made without any soil and water conservation measures. As a result, actively continuing surface erosion is observed in the area, which is the main source of sedimentation.

GeoWEPP – GeoWEPP

GeoWEPP is a model that integrates WEPP v2006.5 model with TOPAZ (TOpography PArameteriZation), CLIGEN (CLImate GENeration) and GIS tool (ArcView 3.2) (Ren-schler, 2002) (Figure 2). TOPAZ was used to generate hill-slope profiles by parameterizing topographic data based on DEMs. (Minkowski, 2007; Garbrecht and Martz, 1997) Sub-catchment profiles were produced by defining the channel network based on the steepest downslope path.

CLIGEN, a stochastic weather generation model, was used to generate various climate data including daily values of precipitation, temperature, relative humidity, and wind speed. ArcView 3.2 was used to generate the watershed outputs as grid layers representing soil loss as a percentage of the Tolerable Soil Loss (TSL). Then, the runoff and sediment yield data for each pixel were produced in grid outputs as well as in text files. Text files also indicated average annual rainfall, number of storms, and soil loss for each sub-watershed.

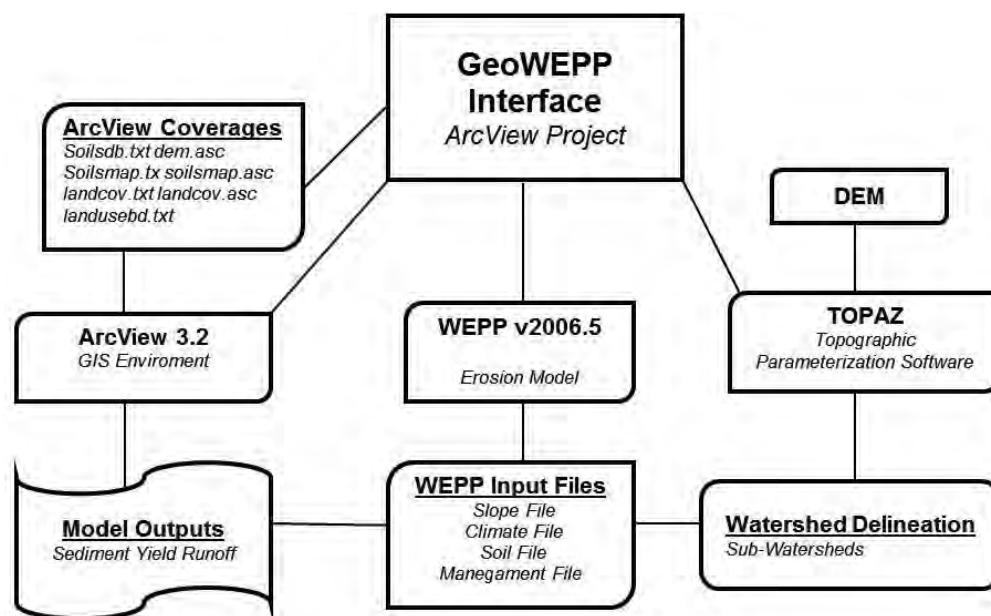


Figure 2. Logic flowchart of the GeoWEPP (Covert, 2003)

Slika 2. Logički dijagram toka modela GeoWEPP

WEPP INPUT DATA FILES

ULAZNI PODACI PROJEKTA WEPP

To describe hillslope geometry, meteorological characteristics, soil properties, and ground cover, four input files including slope, climate, soil, and management files were produced. The slope file consisted of necessary hillslope parameters such as slope gradient, shape, width and orientation along its length. TOPAZ was used to produce sub-catchment profiles based on DEMs (30 m x 30 m). Then, the soil and management data are assigned into each sub-catchment so that spatial variability between sub-catchments can be represented.

To generate climate data, „Rock: Clime” application in WEPP was used to access database of PRISM (Parameter-elevation Regressions on Independent Slopes Model), which estimates precipitation and temperature based on orographic effects (Daly et al., 1994). „Rock: Clime” is able to read and adjust the inputs of monthly average precipitation and temperature values (Elliot and Hall, 2000). Climate data for the study area were first obtained from the weather station in the city of Kahramanmaraş, and then entered into the WEPP as a climate file of CLIGEN.

The soil data, which are used in GeoWEPP to predict erosion, include soil texture (sand, **dust**, and clay ratio), organic matter content, and cation exchange capacity values. These soil properties were determined based on field study and laboratory analysis. Soil sample plots were taken from different bedrocks (sandstone and limestone), elevation levels (1250-1650 m and 1650-2050 m) and aspect groups (north and south), according to „Factorial Trial Design” approach. Besides, disturbed and undisturbed soil samples were taken from two different soil depth classes (0-20 cm and 20-50 cm).

Table 1. Slope classes of the study area
Tablica 1. Klase nagiba područja istraživanja

Slope Classes Klase nagiba	Area (ha) Područje (ha)	Ratio (%) Omjer (%)
Flat (0–2%) <i>Ravni (0–2%)</i>	5.13	0.6
Low (2–6%) <i>Blagi (2–6%)</i>	23.13	2.9
Medium (6–12%) <i>Umjereni (6–12%)</i>	97.74	12.1
High (12–20%) <i>Veliki (12–20%)</i>	214.29	26.6
Very high (20–30%) <i>Vrlo veliki (20–30%)</i>	327.87	40.7
Steep (> 30%) <i>Strmi (> 30%)</i>	138.06	17.1
Total <i>Ukupno</i>	806.00	100.0

Management file data (i.e. plant height, vegetation surface ground cover, grazing periods, etc.) were obtained by field studies and then entered into the model. The management file was generated for each sub-watershed for every year of simulation. Then, the land cover layer was generated based on management file using GIS tool.

RESULTS AND DISCUSSION

REZULTATI I RASPRAVA

Physiographic and climatic factors – *Fiziografski i klimatski čimbenici*

In this study, the soil loss, sediment yield, and runoff values for a sample watershed in Kahramanmaraş were predicted by using GeoWEPP model. The study was conducted in

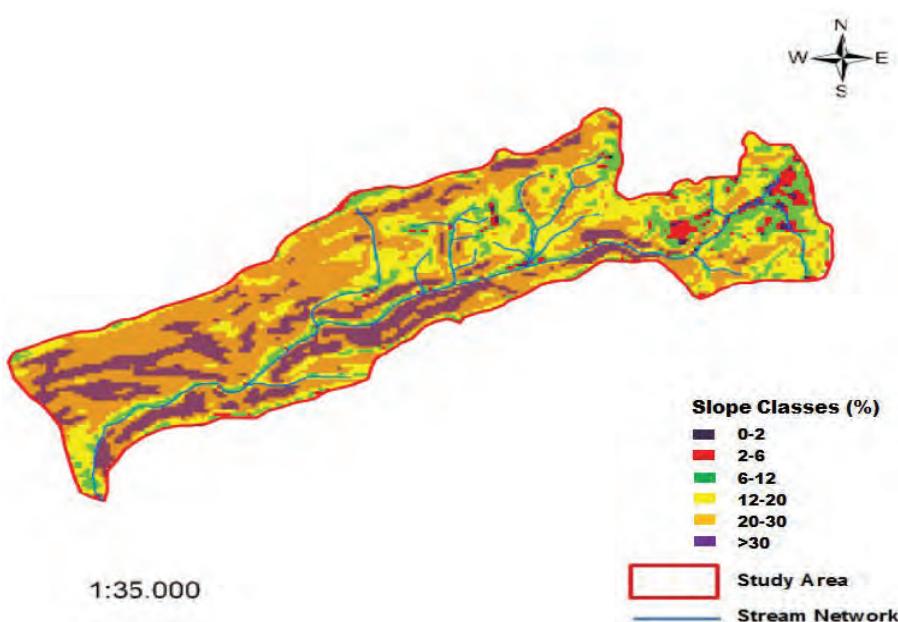
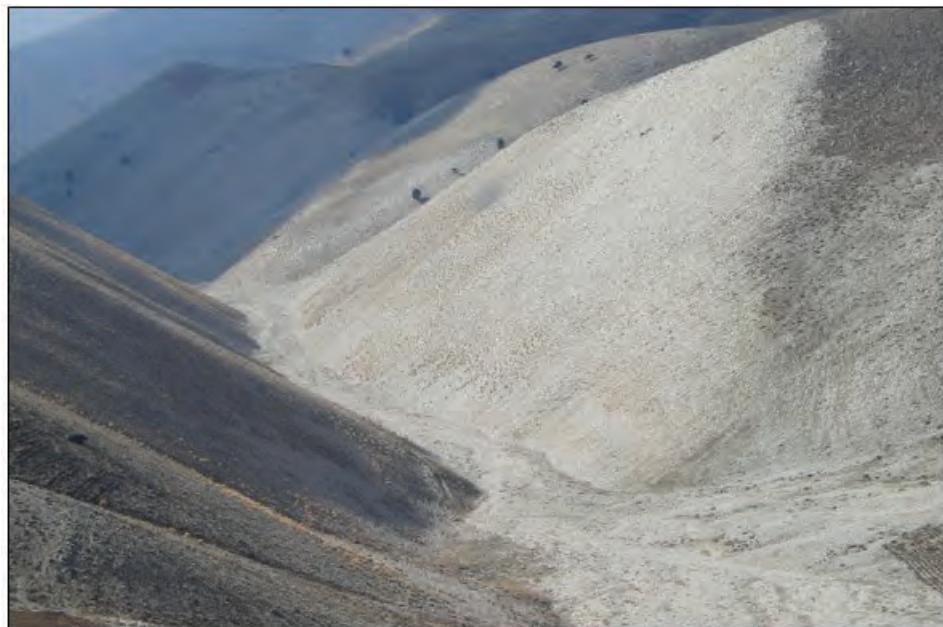


Figure 3. Slope map of the study area
Slika 3. Karta nagiba područja istraživanja

Figure 4. A view from Keklik watershed indicating steep topography
Slika 4. Pogled sa sliva rijeke Keklik, koji prikazuje strmu topografsku



Keklik watershed covered by only rangeland. Physiographic and climatic factors (slope, aspect, soil, landuse, and climate) of the study area were determined to provide WEPP input data files required for the prediction process.

The topographic conditions are important in terms of erosion and surface runoff in watersheds (Yuksel et al., 2007). Especially, average ground slope plays important role in formation of surface runoff. The results indicated that the average slope in the watershed was 45.7%. Based on the digital slope map of the study area (Figure 3), about 84.4% of the watershed was classified as high, very high, and steep slope (Table 1). This topographic condition increases water erosion and sediment delivery (Figure 4).

The aspect of the study area was mostly south aspect (55.7%), followed by north (31.5%), west (10.9%), and east aspects (1.9%). In general, the watershed represents the typical climate and vegetation features of southern aspects. The soil loss and runoff is usually higher in southern aspects since vegetation cover density is potentially less than that of other aspects (Balci, 1996).

The results from laboratory analysis and field studies indicated soils are usually located on sandstone and limestone bedrocks. Soil textures characteristics formed from these rocks were sandy loam, clay, sandy clay loam, and loam. Geological and pedological properties of soils affect soil losses (Butorac et al., 2009). The watershed can be subject to surface runoff risk due to lower infiltration capacity of clay soils. It was also found that the average dispersion ratio (76%), as one of the erodibility indices, was greater than the boundary value of 15% (Nipon and Kasem, 1969). Thus, it can be concluded that the study area of soils in Keklik watershed is generally susceptible to erosion.

Climate data including average precipitation and temperature values, obtained from local weather station, were 976.50 mm, and 15.2 °C, respectively. Since most of the precipitation in the watershed occurs as snow, rainfalls and melted snow during spring season results in high runoff effects.

Management data obtained by field studies indicated that plant height and vegetation surface ground cover was found as 30 cm (maximum) and 16%, respectively. The grazing periods in the watershed was from April to mid of November.

Sediment Yield and Runoff – *Produkcija nanosa i otjecanje*

Sediment yield and runoff values were computed once generating WEPP input data files using CLIGENE, TOPAZ,

Table 2. The summary table showing hydrological and sediment yield data computed by WEPP

Tablica 2. Sažeti prikaz podataka hidrološke produkcije i produkcije nanosa izračunatih pomoću WEPP-a

Average Annual Delivery From <i>Prosječna godišnja produkcija iz</i>	Values <i>Vrijednosti</i>
Total contributing area <i>Ukupno područje utjecaja</i>	780.83 ha
Precipitation volume in contributing area <i>Količina padalina u području utjecaja</i>	7624810 m ³ /yr
Water discharge <i>Protok vode</i>	710201 m ³ /yr
Sediment discharge <i>Protok nanosa</i>	34533.5 tones/yr
Sediment delivery per unit area of watershed <i>Producija nanosa po jedinici površine sliva</i>	44.2 tones/ha/yr
Sediment Delivery Ratio for Watershed <i>Omjer produkcije nanosa za sliv</i>	0.591

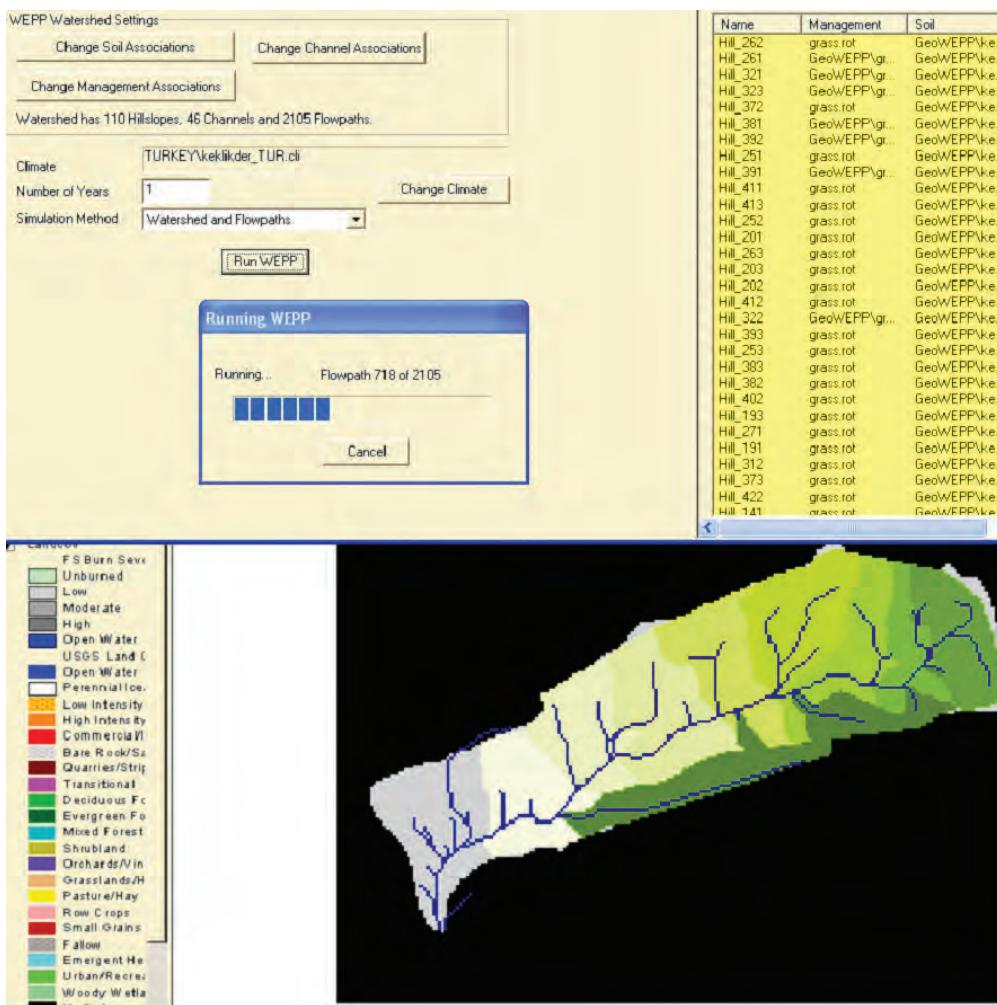


Figure 5. GeoWEPP interface working with WEPP/TOPAZ integration

Slika 5. Sučelje GeoWEPP u radu s integracijom WEPP/TOPAZ

and GIS tool (Figure 5), based on 110 hill slopes in the basin. The hydrological and sediment yield data computed by WEPP model was indicated in Table 2. The annual sediment yield occurring in the basin was 34533.5 tones, while annual sediment yield per unit area (hectare) was computed as **44,2 tones**. The annual sediment deposition from the basin was determined as 7395.52 tones. The results indicated that runoff passing through the watershed outlet on an average annual basis was 600036 m³ based on the 17 storm events.

CONCLUSIONS ZAKLJUČCI

This study was one of the first applications of GeoWEPP that searched for sediment yield and runoff in a rangeland area in Turkey. The results indicated that sample watershed was subject to erosion risk because the vegetation cover density was low (16%) and ground slope was classified as high, very high, and steep in most of the study area. It was found that GeoWEPP model could help watershed managers to generate accurate runoff and sediment yield outputs in text and/or graphical format using the digital data sources of a watershed. The model also gives the information

for areas with high sediment delivery potential to watershed managers. For this reason, watershed managers can locate the problematic areas easily in a dam watershed and implement necessary precautions to prevent or minimize the sediment yield. In this particular study, input data and the components of GeoWEPP were described briefly and a sample was given as an example so that people who are interested in can use GeoWEPP in their areas of interests. It is highly expected that GeoWEPP users will increase in Turkey within a short period of time as more people use GIS techniques and computer based methods in their erosion prediction studies.

REFERENCES

LITERATURA

- Akay, A.E., O. Erdas, M. Reis, A. Yuksel, 2008. Estimating sediment yield from a forest road network by using a sediment prediction model and gis techniques. Building and Environment, 43(5):687-695.
- Balci, A.N, 1996. Soil conservation, I.U. Faculty of Forestry, Department of Watershed Management Istanbul. I.U. Faculty of Forestry Publications no: 439. Istanbul

- Burrough, P.A., R.A. McDonnell, 1998. Principles of geographic information systems. Oxford Science Publications, 356 p. New York, USA.
- Butorac, L., Topić, V., G. Jelić, 2009. Površinsko otjecanje obořina i gubici tla u opožarenim kulturama alepskog bora (*Pinus halepensis* Mill.) na koluviju. Šumarski list, 133(3-4), 165-174. Retrieved from <http://hrcak.srce.hr/36400>.
- CORINE. 1992. „Soil erosion risk and important land resources in the southeastern regions of the European community“. Luxembourg, BELGIUM, EUR 13233.
- Covert, A, 2003. Accuracy assessment of WEPP-based erosion models on three small, harvested and burned forest watersheds. msc thesis, natural resource college of university of idaho, USA.
- Daly, C., R.P. Neilson, D.L. Phillips, 1994. „A statistical-topographic model for mapping climatological precipitation over mountainous terrain“, Journal of Applied Meteorology 33 (2): 140-158.
- Elliot, W.J., D.E. Hall, D.L. Scheele, 1999. Fs wepp: forest service interfaces for the water erosion prediction project computer model. available at <http://forest.moscowfsl.wsu.edu/fswepp/docs/fsweppdoc.html>. Accessed 9 Dec. 2007.
- Elliot, W.J., D.E. Hall, 2000. „Rock: clime beta cd version rocky mountain research station stochastic weather generator technical documentation“, available at: <http://forest.moscowfsl.wsu.edu/fswepp/docs/0007RockClimCD.html>. Accessed 5 Dec 2007. Epic, <http://www.brc.tamus.edu/epic>, visited on September 12nd, 2006.
- Flanagan, D.C., S.J. Livingston, 1995. WEPP user summary: usda-water erosion prediction project (wepp). USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory, NSERL Report No. 11.
- Flanagan, D.C.; M.A. Nearing. 1995. USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory, NSERL Report No. 10.
- Garbrecht, J. and L.W. Martz., 1997. TOPAZ: Topographic Parameterization Software. Available at: <http://grl.ars.usda.gov/topaz/TOPAZ1.HTM>. Accessed 10 December 2007.
- GDCDE. 2012. General directorate of combating desertification and erosion, Ministry of Forest and Water Works, Ankara. <http://www.agm.gov.tr>, visited on 8 Agust 2012.
- GDREC. 2008. General Directorate of Reforestation and Erosion Control, <http://www.agm.gov.tr>, visited on January 8th,
- Minkowski, M. Advanced GeoWEPP Tools. Accessed 15 December 2007. (<http://www.geog.buffalo.edu/~rensch/geowepp/documents>)
- Nipon, T., C. Kasem, 1969. Determining the stabilization of soil at Kog-Ma watershed by dispersiyon ratio. Kog-Ma Watershed Research Bulletin, Faculty of Forestry, 3:36 p.
- Renard, K., G. Foster, G. Weesies, D. McCool, D. Yoder, 1997. Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the revised universal soil loss equation (RUSLE), USDA Agr. Handbook, No 703.
- Renschler, C, 2002. „Geo-spatial interface for the water erosion prediction project geowepp ArcX“, Available at: <http://www.geog.buffalo.edu/~rensch/geowepp/> GeoWEPP% 20Manual_files/frame.htm Accessed 15 October 2006.
- Wischmeier, W.H, 1976. Use and misuse of the universal soil loss equation. Journal of Soil and Water Conservation, USA, 31 (1), 5-9.
- Wu, J.Q., A.C. Xu., W.J. Elliot., 2000. Adapting WEPP (water erosion prediction project) for forest watershed erosion modeling: ASAE Paper No. 002069. St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers, 9 p.
- Yuksel, A., A.E. Akay, M. Reis, R. Gündogan, 2007. Using the WEPP model to predict sediment yield in a sample watershed in Kahramanmaraş region. International Congress River Basin Management, Antalya, 2:11-22.
- Yuksel A., A.E. Akay, R. Gundogan, M. Reis, M. Cetiner, 2008. Application of GeoWEPP for determining sediment yield and runoff in the Orcan creek watershed in Kahramanmaraş, Turkey. Sensors (8): 1222-1236.

Sažetak

GeoWEPP predstavlja geoprostorno sučelje modela iz Projekta predviđanja vodene erozije (eng. WEPP), kojim se predviđa produkcija nanosa i otjecanja pomoću digitalnih georeferentnih informacija integriranih s alatima GIS-a. Osim toga, modelom se može odrediti mjesto produkcije nanosa i otjecanja te moguća mjesta sakupljanja nanosa. U ovom je istraživanju model GeoWEPP korišten za procjenu produkcije nanosa i otjecanja u slivu rijeke Keklik, koja je smještena 12 km od Kahramanmaraša u istočnoj sredozemnoj regiji. Digitalne karte ulaznih datoteka koje su potrebne za model GeoWEPP generirane su pomoću alata GIS-a. Procijenjeni prosječni godišnji protok nanosa sliva iznosio je 34533,5 tona, dok je produkcija nanosa iznosila 44,2 tone/ha. Ovo je istraživanje pokazalo da model GeoWEPP može donositeljima odluka dati brzu i vrlo preciznu procjenu produkcije nanosa u velikim slivovima.

KLJUČNE RIJEČI: produkcija nanosa, otjecanje, Projekt predviđanja vodene erozije (WEPP, GeoWEPP), GIS



aula Šumarskog doma, listopad 1898.

120



Sretan Božić i nova godina

Merry Christmas and a Happy New Year

Frohe Weihnachten und glückliches neues Jahr

2018.



SVE RANIJI POVRATAK KUKAVICE (*Cuculus canorus* L.) SA ZIMOVANJA U ŠUME SJEVEROZAPADNE HRVATSKE

ADVANCES IN ARRIVAL DATE OF THE COMMON CUCKOO (*Cuculus canorus* L.) IN THE FORESTS OF NORTHWESTERN CROATIA

Zdravko DOLENEC¹

Sažetak

Srednja temperatura zraka našeg planeta u stalnom je porastu, a to globalno zagrijavanje povezuje se s brojnim i različitim pojavama u cijelom svijetu te ima snažan utjecaj na ekosustave. Odgovori na klimatske promjene variraju između vrsta i unutar vrsta te različitim područja. Mnoge ptice umjerenog područja počele su se vraćati ranije s mjesta zimovanja, a taj raniji povratak ptica povezuje se sa proljetnim zatopljenjem. Cilj ovoga rada je opisati promjene proljetnog povratka kukavice (*Cuculus canorus*) za razdoblje od 1989. do 2016. godine. Također, cilj je utvrditi odnos između datuma povratka i srednje proljetne temperature u istraživanom razdoblju. Kukavica je obligatni nametnik koji u Europi parazitira na gniazdoma 125 vrsta iz reda vrapčarki (Passeriformes) i ubičajena je vrsta istraživanog područja. U istraživanju je korištena srednja temperatura travnja (proljetna temperatura), budući da se tada kukavice ubičajeno vraćaju sa zimovanja. Kod većine ptica bilježi se prvo promatranje, međutim kod kukavice je učinkovitije bilježiti, odnosno evidentirati vrijeme (datum) prvog glasanja. Datum prvog opažanja najčešći je pristup u istraživanju odnosa klimatskih promjena i migracije ptica. Rezultati ovog istraživanja sugeriraju da su klimatske promjene uzrokom ranijeg povratka kukavice sa zimovanja na područje gniažđenja. Povratak kukavice je raniji 2016. godine za sedam dana u odnosu na 1989. godinu. Korelacija između datuma povratka i prosječne proljetne (travanske) temperature zraka također je statistički značajna. Proljetna je temperatura zraka porasla značajno od 1989. do 2016. godine. Rezultati upućuju na zaključak da srednja proljetna temperatura zraka utječe na datum povratka kukavice. Za kukavicu kao obligatnog nametnika gniazda važno je da klimatske promjene ne uzrokuju znatne razlike u datumu njenog gniažđenja i gniažđenja njenih domaćina.

KLJUČNE RIJEČI: kukavica, *Cuculus canorus*, proljetna temperatura zraka, proljetna selidba, šume

UVOD

INTRODUCTION

U posljednjih stotinu godina temperatura na površini Zemlje porasla je za otprilike 0.74°C (IPCC 2007), a utjecaj tog globalnog zatopljenja (klimatskih promjena) prema meta-analizama prisutan je kod mnogih organizama te kod velikog broja ekoloških sustava (Parmesan i Yohe 2003). Brojne

biljke ranije pupaju, listaju i cvjetaju kako u Europi (Menzel i Fabian 1999) tako i na ostalim kontinentima (Gaira i sur. 2014). Zatim, došlo je i do promjena florističkog sastava šuma (npr. Van der Veken i sur. 2004), a u nekim je područjima zabilježena „ranjivost“ šumskih ekosustava uzrokovana klimatskim promjenama (Allen i sur. 2010). I kod nas su zabilježene promjene početka vegetacije u nekim biljaka. Pri-

¹ Prof. dr. sc. Zdravko Dolenc, Zoologiski zavod, Biološki odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet u Zagrebu, Rooseveltov trg 6, Zagreb, Hrvatska, e-mail: dolenc@zg.biol.pmf.hr

mjerice, kod običnog jorgovana (*Syringa vulgaris*) zabilježen je značajan raniji početak listanja i cvjetanja, te pune cvatnje za 2 do 5 dana/10 godina tijekom posljednjih pet desetljeća (Jelić i Vučetić 2011). Spomenuti opaženi negativan linearni trend (sa 31 fenološke postaje raspoređenih po primorskoj i kontinentalnoj Hrvatskoj) pripisuje se sve toplijim godinama posljednjih desetljeća. Nadalje, sve više znanstvenih radova dokumentira utjecaj klimatskih promjena na životinjski svijet. Tako se primjerice košuta jelena običnog (*Cervus elaphus*) sve ranije teli (Moyes i sur. 2011), a žaba smeđa krastača (*Bufo bufo*) sve ranije mrijesti (Tryjanowski i sur. 2003). Međutim, posebice su aktualna istraživanja utjecaja dugogodišnjih klimatskih promjena na ptici svijet. Neke vrste proširile su svoje područje rasprostranjenosti prema sjeveru (npr. Virkkala i Lehtinen 2014), a u nekim su sve toplija proljeća uzrokom brojnijeg potomstva (npr. Dolenc 2009a). Najviše radova publicirano je iz područja fenologije. Tako brojni radovi sugeriraju sve ranije polaganje jaja kako u svijetu (npr. D'Alba 2010) tako i u nas. Na području sjeverozapadne Hrvatske sve ranije polažu jaja brgljezi – *Sitta europaea* (Dolenc 2009b), lastavice – *Hirundo rustica* (Dolenc i sur. 2009), crnokape grmuše – *Sylvia atricapilla* (Dolenc i Dolenc 2011a), poljski vrapci – *Passer montanus* (Dolenc i sur. 2011) i mrke crvenrepke – *Phoenicurus ochrurus* (Dolenc i sur. 2012). Od fenoloških istraživanja u najviše se znanstvenih radova raspravlja o odnosu između klimatskih promjena (prvenstveno temperature) i selidbe ptica, posebice proljetne temperature i datuma povratka sa zimovanja (npr. Biaduń i sur. 2011).

Cilj ovoga rada je opisati promjene proljetnog povratka kukavice (*Cuculus canorus*) za razdoblje od 1989. do 2016. godine temeljene na datumu povratka sa zimovanja te utvrditi odnos između datuma povratka i srednje proljetne temperature zraka u istraživanom razdoblju. S obzirom na gniežđenje, prema Crampu (1998), kukavica je obligatni nametnik gniezda. Jaja polaže u gniezda drugih vrsta ptica iz reda vrapčarki (Passeriformes). U pravilu po jedno jaje „podmeće“ u različita gniezda. Nakon inkubacije izvaljena kukavica izbacuje iz gniezda jaja domaćina te se „novi roditelji“ brinu samo o mladoj kukavici. U Europi je zabilježena kao nametnik u 125 vrsta ptica, ali najčešće parazitira u gniezdimu od 15 do 17 vrsta (Davies 2000).

MATERIJALI I METODE

MATERIALS AND METHODS

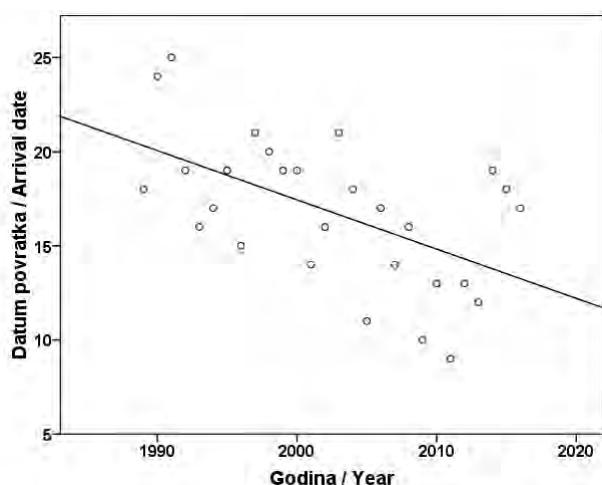
Podaci su prikupljeni od 1989. do 2016. godine na malim šumskim površinama (otprilike 2 do 10 ha) koje pripadaju ruralno-mozaičnom krajoliku okolici Mokrića ($46^{\circ}00'N$, $15^{\circ}87'E$) kao dijelu sjeverozapadne Hrvatske. Šume inzularnog obilježja čine ostaci nekad raširenih šuma hrasta lužnjaka i običnog graba – *Carpino betuli-Quercetum roboris* /Anić 1959/ Rauš 1969 [(Vukelić i Rauš 1998)]. Osim spo-

menute dvije vrste drveća u manjoj se mjeri javlja poljski jasen (*Fraxinus angustifolia*) i javor klen (*Acer campestre*), a još rjeđi je poljski brijest (*Ulmus minor*). U sloju grmlja dominira crni trn (*Prunus spinosa*). Podatke je prikupio osobno autor (živi na tom području) svakodnevnim (ranojutarnjim) posjetima spomenutim šumama tijekom proljetnih mjeseci. U ovome se radu prvi povratak prezentira prosjekom prvih pet opaženih ptica bilježenjem glasanja (metoda prema Bothu i sur. 2005). Time se izbjegava moguća ekstremna oscilacija dolaska samo jedne (prve) ptice. Kod većine vrsta bilježi se prvo vizualno promatranje, međutim kod kukavice je to učinkovitije pomoći prvog zabilježenog glasanja. Datum prvog opažanja je najčešći pristup u istraživanju odnosa klimatskih promjena i proljetne migracije ptica. Proljetna je temperatura zraka za istraživačko razdoblje uzimana za mjesec travanj (mjesečni povratku kukavice sa zimovanja) s postaje Maksimir Državnog hidrometeorološkog zavoda u Zagrebu udaljenosti oko 20 km od područja uzorkovanja (sličnih nadmorskih visina). Proljetna se temperatura zraka koristila u mnogim dosadašnjim istraživanjima fenologije ptičjeg svijeta (Dolenc 2007; Wesołowski i Cholewa 2009). U statističkoj obradi podataka korištena je jednostavna linearna regresija i Pearsonov koeficijent linearne korelacije s razinom značajnosti (signifikantnosti) $p < 0,05$. Korelacijskom se analizom ustanovljavala veza između istraživanih varijabli dok se regresijskom analizom utvrđivao analitički oblik veza između zavisne i nezavisne varijable. Statistička obrada podataka obavljana je pomoći programskog paketa SPSS 17.0.

REZULTATI

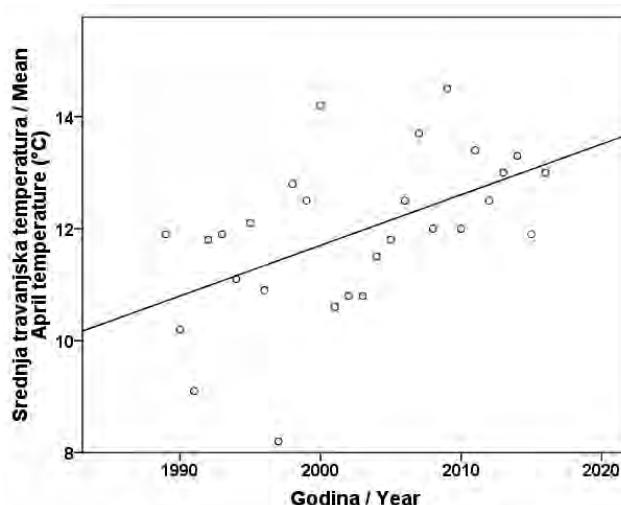
RESULTS

U razdoblju od 1989. do 2016. godine najraniji povrata kukavice sa zimovanja zabilježen je 9. travnja, a najkasniji 25.



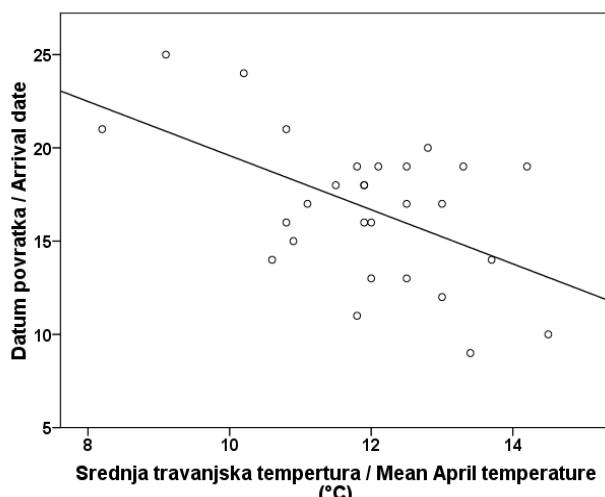
Slika 1. Odnos između datuma povratka sa zimovanja i godina istraživanja kukavice

Figure 1 Relationship between arrival date and year of the Common Cuckoo



Slika 2. Odnos između srednje travanjške temperature zraka i godina istraživanja

Figure 2 Relationship between mean April air temperature and year



Slika 3. Odnos između datuma povratka kukavice i srednje travanjške temperature zraka

Figure 3 Relationship between arrival date of the Common Cuckoo and mean April air temperature

travnja (prosjek prvih pet zabilježenih ptica). Srednja vrijednost iznosi 16,8 (srednji datum povratka približno 17. travanj, SD = 3,88). Statistički je značajan odnos između datuma prvog povratka u naše šume i godina istraživanja ($r = -0,555$, $p = 0,002$, $n = 28$; $y = 540,71 - 0,26x$; Slika 1.). Regresijska analiza sugerira da se kukavica vraća sa zimovanja tijekom proljetne selidbe 7,28 dana ranije 2016. nego 1989. godine. Srednja travanjška temperatura zraka za istraživano razdoblje iznosila je $11,9^{\circ}\text{C}$ ($SD = 1,42$); minimalna $8,2^{\circ}\text{C}$, a maksimalna $14,5^{\circ}\text{C}$). Odnos između srednje proljetne (travanjske) temperature zraka i godina istraživanja također govori o statistički značajnoj povezanosti ($r = 0,525$, $p = 0,004$, $n = 28$; $y = -169,14 + 0,09x$; Slika 2.). Iz podataka proizlazi da je srednja travanjška temper-

tura zraka u istraživanom razdoblju porasla za $2,5^{\circ}\text{C}$. Odnos između srednje proljetne temperature zraka i datuma prvog povratka kukavice sa zimovanja je signifikantan ($r = -0,529$, $p = 0,004$, $n = 28$; $y = 34,092 - 1,45x$; Slika 3.). Rezultati sugeriraju da sve toplija proljeća utječu na raniji povratak kukavice u naše šume iz njenih afričkih zimovališta tijekom proljetne selidbe, odnosno, da je došlo do promjene njenog migracijskog ponašanja u posljednja tri desetljeća.

RASPRAVA I ZAKLJUČAK

DISCUSSION AND CONCLUSION

Mnoge su ptice posljednjih desetljeća velikim dijelom promijenile svoje selidbeno ponašanje (npr. Peintinger i Schuster 2005). Primjerice, jedinke ili (i) populacije nekih vrsta skratile su svoja selidbena putovanja, a neke su „pomaknule“ datume selidbe, pa se sa zimovanja vraćaju ranije. Tako roda (*Ciconia ciconia*) poznata kao ptica selica na velike udaljenosti (u pravilu zimuju južno od Sahare) sve više zimuje na području zapadnog Sredozemlja (Tortosa i sur. 1995; Samraoui i Houhamdi 2002). To ponašanje povezuje se s klimatskim (temperaturnim) promjenama, odnosno blažim zimama (Mata i sur. 2001). Druge pak vrste, vraćaju se sve ranije na svoja područja grijježdenja. Dosadašnja istraživanja proljetne selidbe kukavice u ostalim evropskim zemljama dala su različite rezultate. Na nekim područjima Europe zabilježen je značajan trend ranijeg povratka (npr. Peintinger i Schuster 2005; Zalakevicius i sur. 2006; Jenkis i Spark 2010), kao i u ovom istraživanju. Međutim, drugi autori govore o nepovezanosti između godina istraživanja i datuma povratka sa zimovanja (Croxton i sur. 2006; Sokolov i Gordienko 2008; Biaduń i sur. 2011). Slično je zabilježeno i kod drugih vrsta ptica selica. Primjerice, vrsta crnokapa grmuša (*Sylvia atricapilla*) vraća se značajno ranije tijekom proljeće na područje sjeverozapadne Hrvatske (Dolenec i Dolenec 2010a), dok u istočnoj Poljskoj nije zabilježen raniji povratak (Biaduń i sur. 2011). Dok opet, vrsta bijela pastirica (*Motacilla alba*) na području sjeverozapadne Hrvatske nije uranila svoj povratak posljednjih desetljeća (Dolenec 2012), ali se značajno ranije vraća na područje sjeveroistočne Škotske (Jenkis i Sparks 2010). Osim spomenute crnokape grmuše u Hrvatskoj je zabilježen sve raniji povratak sa zimovanja i slavuha (Kralj i Dolenec 2008), goluba grivnjasha (*Columba palumbus*) (Dolenec i Dolenec 2010b), piljka (*Delichon urbica*) (Dolenec i Dolenec 2011b), zvižtka (*Phylloscopus collybita*) (Dolenec 2013a) te mrke crvenrepke (*Phoenicurus ochruros*) (Dolenec i sur. 2013), ali ne i lastavice (Dolenec 2013b), čvorka (*Sturnus vulgaris*) (Dolenec 2015), kao i već spomenute bijele pastirice. Još se traži odgovor na pitanje zašto različite vrste, ali i pojedine populacije iste vrste različito reagiraju tijekom dugogodišnjeg razdoblja na klimatske promjene. Nadalje, problem je, kako shvatiti „uranjenu“ fenologiju kao posljedicu zatopljenja. Imamo li to štetne poslje-

dice za ptice ili je to korisno za njih. Neki autori daju dokaze o negativnom utjecaju klimatskih promjena za ptičji svijet, a drugi, u manjem broju, dokumentiraju pozitivne posljedice. Primjerice, Both i sur. (2006) raspravljaju o padu brojnosti jedinki dalekoselidbenih vrsta dok D'Alba (2010) sugerira da su više proljetne temperature zraka posljednjih desetljeća razlogom porasta populacija gavke (*Somateria mollissima*). Čini se kako pojedine vrste sisavaca, u usporedbi s pticama intenzivnije pomicu fenologiju reproduktivnog ciklusa. Istraživanja Kopmann-Rumps i sur. (2003) pokazala su kako se kod pojedinih vrsta pjevica-duplašica početak gniježđenja pomaknuo tjedan dana ranije, dok se kod sivog puha (*Glis glis*) pomaknuo čak mjesec dana ranije. To bi moglo ugroziti selice, konkretno crnoglavu muharicu (*Ficedula hypoleuca*). Naime, u usporedbi sa stanicama, selice iste veličine se gnijezde nešto kasnije tako da im se pomak reprodukcije puha u potpunosti može preklopiti s razdobljem razmnožavanja, a kako obje vrste mlade podižu u dupljama, puh, kao „jača“ istjera ili čak ubije one vrste manjih ptica koje zatekne u duplji.

Kukavica kao obligatni nametnik gnijezda u razdoblju reprodukcije treba biti fenološki „ujednačena“ sa svojim domaćinima, kako ne bi došlo do znatnog pada njene populacije (Møller i sur. 2011). Zbog toga je potrebno daljnje praćenje povratka sa zimovanja kukavice, ali i svih relevantnih njenih domaćina selica (ali i stanicama) kako bi se utvrdila moguća neusklađenost u razdoblju razmnožavanja za koju već postoje određene naznake u radovima nekih europskih ornitologa (npr. Saino i sur. 2009, Douglas i sur. 2010). Stoga, treba nastaviti istraživanja i u širem kontekstu uvažavajući sve ekološke čimbenike šumske ekosustava i abiotičke i biotičke, budući da su ptice, pa tako i kukavica, važna sastavnica hranidbenih lanaca i mreža šumskih ekosustava, odnosno njihove bioraznolikosti (primjerice, pogledati Holmes 2011), a opadanje brojnosti ptica gnježdarica u europskim šumama postao je sve veći problem (Gregory i sur. 2007). Prema Kisslingu i sur. (2010) istraživanja utjecaja klimatskih promjena na zajednice šumske ptica trebala bi biti povezana s istraživanjem drvenastih biljaka zbog izravne ili neizravne ovisnosti ptica o grmlju i drveću. Šumsko drveće i grmlje (ali i ostalo šumsko bilje) služi pticama kao mjesto nalaza hrane, mjesto zaštite od predatora, mjesto smještaja gnijezda itd. Za očekivati je da će o fenološkoj prilagodljivosti ovisiti kako će se pojedine vrste nositi s klimatskim zatopljenjem. Za vrste slabe fenološke prilagodljivosti mogu slijediti štetne posljedice tijekom duljih klimatskih promjena.

LITERATURA

REFERENCES

- Allen, C.D., A.K. Macalady, H. Chenchouini, A.D. Bachelet, N. McDowell, M. Vennetier, T. Kitzberger, A. Riglingh, D.D. Breshears, E.H. Hogg, P. Gonzalez, R. Fensham, Z. Zhang, J. Castron, N. Demidovao, J.H. Limp, G. Allardq, S.W. Running, A. Semercis, N. Cobbt, 2010: A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *For. Ecol. Manage.*, 259: 660–684.
- Anić, M., 1959: Šumarska fitocenologija I i II. Zagreb.
- Biaduń, W., I. Kitowski, E. Filipiuk, 2011: Study on the First Arrival Date of Spring Avian Migrants to Eastern Poland. *Polish J. of Environ. Stud.*, 20: 843–849.
- Both, C., R.G. Bijasma, M.E. Visser, 2005: Climatic effects on timing of spring migration and breeding in a long-distance migrant, the pied flycatcher *Ficedula hypoleuca*. *J. Avian. Biol.*, 36: 368–373.
- Both, C., S. Bouwhuis, C.M. Lessells, M.E. Visser, 2006: Climate change and population declines in a long-distance migratory bird. *Nature*, 441: 81–83.
- Croxton, P.J., T.H. Sparks, M. Cade, R.G. Loxton, 2006: Trends and temperature effects in the arrival of spring migrants in Portland (United Kingdom) 1959–2005. *Acta Ornithol.*, 41: 103–111.
- D'Alba, L., P. Monaghan, R.G., Nager, 2010: Advances in laying date and increasing population size suggest positive responses to climate change in Common Eiders *Somateria mollisima* in Iceland. *Ibis*, 152: 19–28.
- Davies, N.B., 2000: Cuckoos, Cowbirds and Other Cheats. T. & A. D. Poyser, London.
- Dolenc, Z., 2007: Spring Temperatures in relation to Laying Dates and Clutch Size of the Blue Tit in Croatia. *Wilson J. Ornithol.*, 119: 299–301.
- Dolenc, Z., 2009a: Impact of local air temperatures on the brood size in Starling (*Sturnus vulgaris* L.). *Pol. J. Ecol.*, 57: 817–820.
- Dolenc, Z., 2009b: Effect of spring temperature on the first egg-laying dates of the Nuthatch (*Sitta europaea*). *Isr. J. Ecol. Evol.*, 55: 149–151.
- Dolenc Z., 2012: Non-significant trends towards earlier or later arrival date of the Pied Wagtail (*Motacilla alba* L.) in NW Croatia. *Pol. J. Ecol.*, 60: 851–854.
- Dolenc, Z., 2013a: Implications of temperature change on spring arrival dates of chiffchaff (*Pylloscopus collibita* Vieillot) in a site in Croatia. *Current Science*, 104: 700–702.
- Dolenc, Z., 2013b: Monitoring of the arrival time in the barn swallow (*Hirundo rustica*) population from Mokrice village (Croatia), 1980–2011. *Natura Croatica*, 22: 183–187.
- Dolenc, Z., 2015: Relationship between spring migration, temperature and year in the Common Starling *Sturnus vulgaris*. *Larus*, 50: 29–36.
- Dolenc, Z., P. Dolenc, 2010a: Response of the Blackcap (*Sylvia atricapilla* L.) to temperature change. *Pol. J. Ecol.*, 58: 605–608.
- Dolenc, Z., P. Dolenc, 2010b: Changes in spring migration of the wood pigeon (*Columba palumbus*) in northwestern Croatia. *Turk. J. Zool.*, 34: 267–269.
- Dolenc, Z., P. Dolenc, 2011a: Influence of the local spring warming on the breeding phenology in blackcap (*Sylvia atricapilla*) in Croatia. *J. Environ. Biol.*, 35: 625–627.
- Dolenc, Z., P. Dolenc, 2011b: Spring migration characteristics of the House Martin, *Delichon urbica* (Aves: Hirundinidae) in Croatia: A response to climate change? *Zoologia (Curitiba)*, 28: 139–141.

- Dolenec, Z., P. Dolenec, A.P. Møller, 2011: Warmer springs, laying date and clutch size of tree sparrows *Passer montanus* in Croatia. Current Zoology, 57: 414–418.
- Dolenec, Z., P. Dolenec, J. Kralj, 2012: Egg-laying trends in black redstart (*Phoenicurus ochruros*). Current Science, 102: 970–972.
- Dolenec, Z., P. Dolenec, J. Kralj, D. Kiš-Novak, 2009: Long-term trends in timing of breeding of the Barn Swallow *Hirundo rustica* in Croatia. Pol. J. Ecol., 57: 611–614.
- Dolenec, Z., J. Kralj, D. Sirovina, D. Kiš-Novak, 2013: Consequences of Spring Warming for the Black Redstart (*Phoenicurus ochruros*) in N.W. Croatia. Pakistan J. Zool., 45: 878–881.
- Douglas, D.J., S.E. Newson, D.I. Leech, D.G. Noble, R.A. Robinson, 2010: How important are climate-induced changes in host availability for population processes in an obligate brood parasite, the European cuckoo? Oikos, 119: 1834–1840.
- Gaira, K.S., R.S. Rawal, B. Rawat, I.D. Bhatt, 2014: Impact of climate change on the flowering of *Rhododendron arboreum* in central Himalaya, India. Current Science, 102: 1735–1738.
- Gregory, R.D., P. Vorisek, A. Van Strien, A.W.G. Meyling, F. Jiguet, L. Fornasari, J. Reif, P. Chlyareki, I.J. Burfile, 2007: Population trends of widespread woodland birds in Europe. Ibis, 149 (Suppl. 2): 28–97.
- Holmes, T., 2011: Avian population and community processes in forest ecosystems: Long-term research in the Hubbard Brook Experimental Forest Richard. For. Ecol. Manage., 262: 20–32.
- IPCC, Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (eds Solomon S. et al.) Cambridge: Cambridge University Press.
- IPCC, 2013. Summary for policymakers. In: Stocker T.F., Qin D., Plattner G.K., Tignor M., Allen S.K., Boschung J., Nauels A., Xia Y., Bex V. & Midgley P.M. (eds) Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA.
- Jelić, M., V. Vučetić, 2011: Utječe li promjena klime na početak cvjetanja jorgovana? Hrv. meteor. časopis – Croatian Meteorological Journal, 46: 45–53.
- Jenkis, D., T.H. Sparks, 2010: The changing bird phenology of Mid Deeside, Scotland 1974–2010. Bird Study, 57: 407–414.
- Kissling, W.D., R. Field, H. Korntheuer, U. Heyder, K. Böhning-Gaese, 2010: Woody plants and the prediction of climate-change impacts on bird diversity. Phil. Trans. R. Soc. B, 365: 2035–2045.
- Koppmann-Rumpf, B., C. Heberer, K.-H. Schmidt, 2003: Long term study of the reaction of the edible dormouse *Glis glis* (Rodentia: Gliridae) to climatic changes and its interactions with hole-breeding passerines. Acta zool. hung., 49: 69–76.
- Kralj, J., Z. Dolenec, 2008: First arrival dates of the Nightingale (*Luscinia megarhinchos*) to Central Croatia in the early 20 century and at the turn of the 21 century. Cent. Eur. J. Biol., 3: 295–298.
- Mata, A.J., M. Caloin, D. Michard-Picamelot, 2001: Are non-migrant white storks (*Ciconia ciconia*) able to survive a cold-induced fast? Com. Biochem. Physiol. A Mol. Integr. Physiol., 130: 93–104.
- Menzel, A., P. Fabian, 1999: Growing season extended in Europe. Nature, 397: 659.
- Moyes, K., D.H. Nussey, M.N. Clements, F.E. Guinness, A. Morris, S. Morris, J.M. Pemberton, L.E.B. Kruuk, T.H. Clutton-Brock, 2011: Advancing breeding phenology in response to environmental change in a wild red deer population. Global Change Biol., 17: 2455–2469.
- Møller, A.P., N. Saino, P. Adamík, R. Ambrosini, A. Antonov, D. Campobello, B.G. Stokke, F. Fossøy, E. Lehikoinen, M. Martin-Vivaldi, A. Moksnes, C. Moskat, E. Røskaft, D. Rubolini, K. Schulze-Hagen, M. Soler, J.A. Shykoff, 2011: Rapid change in host use of the common cuckoo *Cuculus canorus* linked to climate change. Proc. R. Soc. B., 278: 733–738
- Parmesan, C., G. Yohe, 2003: A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. Nature, 421: 37–42.
- Peintiger, M., S. Schuster, 2005: Veränderungen der Erstanflüge bei häufigen Zugvogelarten in Südwestdeutschland. Vogelwarte, 43: 161–169.
- Saino, N., D. Rubolini, E. Lehikoinen, L.V. Sokolov, A. Bonisoli-Alquati, R. Ambrosini, G. Boncoraglio, A.P. Møller, 2009: Climate change effects on migration phenology may mismatch brood parasitic cuckoos and their hosts. Biol. Lett., 5: 539–541.
- Samraoui, B., M. Houhamdi, 2002: L'hivernage de la cigogne blanche *Ciconia ciconia* en Algérie. Alauda, 70: 221–223.
- Sokolov, L.V., N.S. Gordienko, 2008: Has Recent Climate Warming Affected the Dates of Bird Arrival to the Il'men Reserve in the Southern Urals? Russ. J. Ecol., 39: 56–62.
- Tortosa, F.S., M. Máñez, M. Barcell, 1995: Wintering white storks (*Ciconia ciconia*) in South West Spain in the years 1991 and 1992. Vogelwarte, 38: 41–45.
- Tryjanowski, P., M. Rybacki and T. Sparks, 2003: Changes in the first spawning dates of common frogs and common toads in western Poland in 1978–2002. Ann. Zool. Fennici, 40: 459–464.
- Van der Veken, S., B. Bossuyt, M. Hermy, 2004: Climate gradients explain changes in plant community composition of the forest understorey: an extrapolation after climate warming. Belg. J. Bot., 137: 55–69.
- Virkkala, R., A. Lehikoinen, 2014: Patterns of climate-induced density shifts of species: poleward shifts faster in northern boreal birds than in southern birds. Global Change Biol., 20: 2995–3003.
- Vukelić, J., Đ. Rauš, 1998: Šumarska fitocenologija i šumske zajednice u Hrvatskoj, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 310 str.
- Wesołowski T., M. Cholewa, 2009: Climate variation and bird breeding seasons in a primeval temperate forest. Clim. Res., 38: 199–208.
- Zalakevicius, M., G. Bratkeviciene, L. Raudonikis, J. Janulaitis, 2006: Spring arrival response to climate change in birds: a case study from eastern Europe. J. Ornithol., 147: 326–343.

Summary

The Earth is getting warmer at its surface and this global warming can be linked to numerous different phenomena worldwide and it has great impact on ecosystems. Responses to climate change vary interspecies, intraspecies and among different area. Most of the birds in the temperate regions arrive earlier from their wintering places and it is believed that this is a response to the significantly higher spring temperatures. The main aim of this work is to describe changes in spring arrival dates of Common Cuckoo (*Cuculus canorus*) in the period between 1989 and 2016, and also, to identify relationship between dates of arrival and mean spring temperature in the researched period. The Common Cuckoo is an obligate brood parasite and common bird species in study area. In this research, mean April temperature is used as the mean spring temperature because April is the month when this bird species returns from wintering. First arrival date is the common type of data in investigation of connections between climate change and timing of migration. In research of the most bird species this is when the birds are observed for the first time that year, but in the Common Cuckoo, noting the first time hearing them sing is more usual method. Results of this study suggest that climate changes cause earlier arrival of the Common Cuckoo from the wintering place to the breeding area. Their first arrival date in northwestern Croatia has advanced (significantly) by seven days over the past 28 years. Correlation between first arrival date and average April temperature is also significant. Mean spring temperature increased significantly from 1989 to 2016. This result indicates that mean spring temperature has an influence on the date of the Common Cuckoo first arrival. For the Common Cuckoo, it is important that climate changes don't cause significant differences in the timing of breeding between them and their host bird species.

KEY WORDS: Common Cuckoo, *Cuculus canorus*, spring temperature, spring migration, forests

***Leptoglossus occidentalis* HEIDEMANN, 1910 (Heteroptera: Coreidae) IN BOSNIA AND HERZEGOVINA – CURRENT DISTRIBUTION AND THE EARLIEST DOCUMENTED RECORDS**

***Leptoglossus occidentalis* HEIDEMANN, 1910 (Heteroptera: Coreidae) U BOSNI I HERCEGOVINI – RECENTNA RASPROSTRANJENOST I PRVI DOKUMENTIRANI NALAZI**

Dejan KULIJER¹, Mirza DAUTBAŠIĆ², Boris HRAŠOVEC³, Adi VESNIĆ⁴, Šemso ŠARIĆ⁵, Osman MUJEZINOVIĆ²

Summary

Leptoglossus occidentalis Heidemann, 1910 is an invasive bug species native to the western part of North America and one of 16 alien Heteroptera species in Europe. After it was first found in Italy in 1999, the species spread fast across the continent, including the Balkan Peninsula. Our study confirms the species presence in Bosnia and Herzegovina and gives data on its distribution, including the earliest records for the country. Up until now the species is found at nine different locations in the period from 2008 to 2016. The record from early spring 2008 suggests that the species was already present in Bosnia and Herzegovina in 2007 or even earlier. Most records pertain to overwintering adults. For the first time the species is reported from Bosnian pine (*Pinus heldreichii* H. Christ). The species is also reported from Klek village in Dubrovnik region, south Croatia.

KEY WORDS: alien species, Balkan Peninsula, conifers, Hemiptera, insect, invasive species, *Pinus heldreichii*, true bugs, western conifer seed bug

INTRODUCTION **UVOD**

True bugs (Heteroptera) are one of the most diverse groups of insects with approximately 40.000 described species (Schuh and Slater 1995), out of which about 3.000 occur in Europe (Aukema and Rieger 1995–2006). Protić and Stanković (2015) estimated that the number of Heteroptera spe-

cies currently known to occur in Bosnia and Herzegovina is roughly 750.

Leptoglossus occidentalis Heidemann, 1910, known also as western conifer seed bug, is an invasive bug species native to the area of North America west of Rocky Mts., from British Columbia to North Mexico (McPherson et al. 1990). It belongs to the family Coreidae, commonly called leaf-foo-

¹ Dejan Kulijer, dipl. biolog, National Museum of Bosnia and Herzegovina, Zmaja od Bosne 3, 71000 Sarajevo, Bosnia and Herzegovina. E-mail: dejan.kulijer@gmail.com

² Prof. dr. sc. Mirza Dautbašić, Doc. dr. sc. Osman Mujezinović, Faculty of Forestry, University of Sarajevo, Zagrebačka 20, 71000 Sarajevo, Bosnia and Herzegovina. E-mail: mirzad@bih.net.ba, osmansfs@yahoo.com

³ Prof. dr. sc. Boris Hrašovec, Department of Forest Protection and Wildlife Management, University of Zagreb, Faculty of Forestry, Svetosimunska 25, 10002 Zagreb, Croatia. E-mail: hrasovec@sumfak.hr

⁴ Doc. dr. sc. Adi Vesnić, Department of Biology, Faculty of Science, University of Sarajevo, Zmaja od Bosne 33-35, 71000 Sarajevo, Bosnia and Herzegovina. E-mail: vesnicadi@gmail.com

⁵ Šemso Šarić, šum. teh. Public Forest Enterprise of Zenica – Doboj Canton, Alije Izetbegovića 25, 72220 Zavidovići, Bosnia and Herzegovina. E-mail: semsosumar@gmail.com

ted bugs due to the presence of a flattened, leaf-like expansion on the hind legs. It is up to 2 cm long and conspicuous in terms of coloration, characterized with reddish-brown body, transverse white zigzag line across the centre of its wings and leaf-like expansions of the hind tibiae (Fent and Kment 2011).

L. occidentalis feeds on developing seeds in cones of different conifer species, with a preference for Pinaceae. It can cause significant damage on seeds by reducing seed fertility (Fent and Kment 2011). In its native range, *L. occidentalis* is classified as pest in conifer seed orchards (Mitchell 2000) that has a direct impact in reduction in the yield and quality of conifer seed crops (Connely and Schowalter 1991; Bates 2000). As the weather cools in autumn, *L. occidentalis* searches for sheltered places suitable for hibernation and often hides in human dwellings. In some cases they can aggregate in large numbers and become nuisance to people in their homes (Wheeler 1992).

Western conifer seed bug is one of 16 alien Heteroptera species introduced in Europe, 10 of which originate from North America (Rabitsch 2010). This extremely invasive insect species was introduced to Europe in 1999. After first discovery in northern Italy, near Vicenza (Taylor et al. 2001) the

species spread fast throughout the country, and from Italy to neighboring countries: e.g. Switzerland in 2002 (Columbi, Brunetti, 2002), Slovenia in 2003 (Gogala 2003), Croatia in 2004 (Tescari 2004). Few years later it was recorded at several other, quite distant localities, like Barcelona-Spain in 2003 (Ribes and Escola 2005), Le Havre-France in 2006 (Dusoulier et al. 2007), Weymouth-UK in 2007 (Mallumphy and Reid 2007) and Ostend-Belgium in 2007 (Aukema and Libeer 2007). These discoveries are probably result of separate introductions, possibly via sea transport from USA, as all these observations were made in close proximity of local ports (in Le Havre insects were discovered in the shipment of oak from the USA) (Dusoulier et al. 2007). Within only 15 years the western conifer seed bug practically conquered the whole Europe. By 2013 it was reported as far as Portugal, England, Norway, Turkey, Ukraine and Russia (Fent and Kment 2011).

In short time *L. occidentalis* also has spread all over Balkan Peninsula, reaching European part of Turkey in 2009 (Fent and Kment 2011). It probably spread to the western Balkans from Italy, via Slovenia (Jurc and Jurc 2005) or Croatia. In Croatia the species was first recorded in 2004 (Tescari 2004) and spread fast, particularly in the southern Mediterranean



Figure 1 – The distribution of *Leptoglossus occidentalis* in Bosnia and Herzegovina. Red dots represent new localities, yellow dot denotes the location of one male *L. occidentalis* recorded in 2014 and published by Protić and Stanković (2015).

Slika 1. – Nalazi *Leptoglossus occidentalis* u Bosni i Hercegovini. Crvene točke označavaju do sada neobjavljenе, nove lokalitete nalaza, žuta točka označava publicirani nalaz jednog mužjaka iz 2014. godine (Protić i Stanković 2015).

region of the country (Kment and Baňař 2008; Hrašovec 2013; Matošević and Pajač Živković 2013; Pajač Živković et al. 2013). Soon it was also discovered in other countries: Serbia in 2006 (Protic 2008); Bulgaria (Simov 2008), Bosnia and Herzegovina (this paper), Montenegro (Hradil 2008) and Greece (Petrakis 2011) in 2008; and recently in 2015 in Macedonia (Kulijer 2016) and Kosovo (Kulijer and Ibrahim 2017).

First report on the species presence in BiH was presented by Dautbašić et al. (2014). In 2015 additional record from South Herzegovina was published by Protic and Stanković (2015). In this paper we present the oldest documented finding of *L. occidentalis* in Bosnia and Herzegovina and the current knowledge on its distribution in the country.

MATERIALS AND METHODS

MATERIJAL I METODE

L. occidentalis adults were collected from eight new localities in period between 2008 and 2016 (Fig. 1). They were observed casually and collected by hand. The collected specimens were preserved in 80 % ethanol. Specimens from Zvijezda Mt., Duboštica and Igman Mt., Veliko polje, Čavle are deposited at the Faculty of Forestry, University of Sarajevo, while the specimens from National Museum, Visoko and Klek are deposited in the collections of the National Museum of Bosnia and Herzegovina in Sarajevo.

RESULTS AND DISCUSSION

REZULTATI I RASPRAVA

Material examined: L. 1.: Sarajevo, National Museum building, dead specimen in a window frame, N 43.854240° E 18.402890°, 532 m a.s.l., 26/IV/2008, 1 adult, leg. & det. D. Kulijer; 15/X/2015, 532 m a.s.l., 1 adult, leg. & det. D. Kulijer; L. 2.: Ruište, Prenj Mt., at the edge of Bosnian pine forest, N 43.464740° E 17.926777°, 1044 m a.s.l., 14/XI/2010, 1 adult, leg. & det. D. Kulijer; L. 3.: Sarajevo, Faculty of Science building, dead specimen in an office, N 43.854470° E 18.395708°, 531 m a.s.l., III/2015, 1 adult, leg. & det. A. Vesnić; L. 4.: Visoko, Monastery, dead specimen in a window frame, N 43.992843° E 18.185500°, 419 m a.s.l., 18/VII/2013, 1 adult, leg. & det. D. Kulijer; L. 5.: Zvijezda Mt., Duboštica, (living specimen on leaf and caught in bottle), N 44.238056° E 18.377500°, 562 m a.s.l., 22/VIII/2013, 1 adult, leg. & det. M. Dautbašić; L. 6.: Igman Mt., Veliko polje, Čavle, (living specimen on stem and caught in bottle), N 43.748889° E 18.268056°, 1202 m a.s.l., 15/VIII/2016, 1 adult, leg. & det. O. Mujezinović; L. 7.: Neum, city, N 42.926791° E 17.614584°, 74 m a.s.l., 30/IX/2016, 1 adult, leg. & det. D. Kulijer; L. 8.: Banja Luka, Lauš, N 44.775735° E 17.171385°, 175 m a.s.l., 05/XI/2016, 1 adult, leg. & det. D. Kulijer;

Published records: L. 9.: Berkovići, Dobro Polje, Mt. Straževica, 28/VIII/2014, 1 adult, leg. M. Stanković, det. Lj. Protic (Protic & Stanković, 2015).

Chronologically, the first record of *L. occidentalis* in the country was one dead adult found in early spring (April 26th) 2008 in the city center of Sarajevo, in the office of Natural History department building of the National Museum of Bosnia and Herzegovina. The specimen was well preserved but seemed to be dead for some time. The fact that it was found indoors in early spring, suggest that it entered the building in autumn, probably seeking for suitable overwintering shelter. This also suggests that the species was present in BiH at least as early as 2007. To our knowledge, this is the oldest documented record of the species presence in the country. In the period between 2008 and 2016 single specimens were occasionally encountered in the buildings of the National Museum of Bosnia and Herzegovina and in the botanical garden surrounding the building, but the exact dates were not recorded.



Figure 2 – *Leptoglossus occidentalis* found on Bosnian pine (*Pinus heldreichii* H. Christ) at Ruište, Mt. Prenj (left) (Photo: D. Kulijer) and *L. occidentalis* from Duboštica, Mt. Zvijezda, (right) (Photo: Š. Šarić)

Slika 2 – *Leptoglossus occidentalis* nalaz na munjici (*Pinus heldreichii* H. Christ) na lokaciji Ruište, u masivu Prenja (lijevo) (Foto: D. Kulijer) i *L. occidentalis* snimljen u Duboštici, u području masiva Zvijezda planine (desno) (Foto: Š. Šarić)

The second oldest record originates from Ruište, Prenj Mt. A single specimen (Fig. 2 left) was collected on November 14th 2010 within the stand of endemic Bosnian pine (*Pinus heldreichii* H. Christ). This finding site was surrounded by Bosnian pines, the tree species native to mountainous areas of the Balkans and southern Italy (Farjon 2013). Based on published data this is the first time that *L. occidentalis* is associated to this pine, this is not to big surprise as Pinaceae are known to be its preferred host tree group..

In March 2013 dead adult was found in the building of the Faculty of Science in Sarajevo, located in the Sarajevo city center, while the second observation in this year was made in August when a single specimen (Fig. 2 right) was found at Duboštica, Zvijezda Mt. within a mixed stands of European black pine (*Pinus nigra* J. F. Arnold) and Scots pine (*Pinus sylvestris* L.).

In 2016, a new observation was made near Veliko polje on Igman Mt. at the locality mostly populated by Norway spruce (*Picea abies* (L.) H. Karst.) and European silver fir (*Abies alba* Mill.) forest. On September 23, 26 and 28 single adults were also observed in Klek, small settlement on the Adriatic coast in Croatia, less than 2 km from the border with Bosnia and Herzegovina, and on September, 30 one specimen was found on the building wall in Neum city in Bosnia and Herzegovina. At the margin of the Klek settlement, Aleppo pine forest is present, as well as in Neum and its vicinity. According to available published data (Tescari, 2004; Kment & Baňař, 2008; Pajač Živković et al. 2013) the record from Klek represents the southernmost observation of the species in Croatia so far. The most recent of the findings in BiH dates from November 2016 in urban part of Banja Luka city and represents an overwintering individual that was found in one apartment building in Lauš settlement.

Both our findings plus the review of published cases of *L. occidentalis* appearance and spread in Balkan Peninsula demonstrate a significant lack of spatial data connected with the lack of collecting effort. It is therefore hard to establish exact routes and times of invasions of alien species. As a consequence, in some areas the species are discovered only after they become well established and common. The occurrence of *L. occidentalis* in BiH is probably a result of natural spread from Croatia and/or Serbia where it was documented earlier, in Croatia in 2004 (Tescari 2004) and in Serbia in 2006 (Protić 2008). In Bosnia and Herzegovina little attention is given to invasive insect species and the discoveries are mainly accidental (e.g. Kulijer 2010). Most records of *L. occidentalis* from BiH refer to overwintering individuals, majority from Sarajevo, where most of the authors reside. These records refer to accidental discovery of adults found in or near buildings in autumn/spring. The paper from Protić and Stanković (2015) reported 77 bug species

from BiH, among which eight (app. 10%) are considered new for the country. This clearly illustrates a still insufficient knowledge of the BiH fauna of Heteroptera.

In the following years target research and survey of *L. occidentalis* in the country is needed in order to determine the distribution, population status and potential damaging threat to the conifer forest ecosystems and the seed production in forestry. The monitoring program for this species should be urgently established in Bosnia and Herzegovina to estimate the potential risks of mass expansion in the country.

REFERENCES

LITERATURA

- Aukema, B., Libeer, R., 2007: Eerste waarneming van *Leptoglossus occidentalis* in België (Heteroptera: Coreidae). Bulletin van de Koninklijke Belgische Vereniging voor Entomologie, 143: 92–93.
- Aukema, B., Rieger, C., 1995–2006: Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic Region. Vols 1–5. Netherlands Entomological Society, Amsterdam. Vol. 1, 222 pp., Vol. 2, 361 pp., Vol. 3, 577 pp., Vol. 4, 346 pp., Vol. 5, 550 pp.
- Bates, S.L., 2000: Impact of *Leptoglossus occidentalis* (Hemiptera: Coreidae) on Douglas-fir seed production. Journal of Economic Entomology, 93: 1444–1451.
- Colombi, L., Brunetti, R., 2002: Rapporto del Servizio Fitosanitario del Cantone Ticino. Servizio Fitosanitario, Bellinzona, 36 pp.
- Connely A.E., Schowalter T.D., 1991: Seed losses to feeding by *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae) during two periods of second year cone development in Western White Pine. Journal of Economic Entomology, 84: 215–217.
- Dautbašić, M., Hrašovec, B., Mujezinović, O., 2014. New invasive species of western conifer seed bug *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae) in Bosnia and Herzegovina. 2nd Symposium of Turkey Forest Entomology and Pathology, Symposium Proceedings, Antalya, Turkey, 659 pp.
- Dusoulier, F., Lupoli, R., Aberlenc, H.-P., Streito, J.-C., 2007: L'invasion orientale de *Leptoglossus occidentalis* en France: bilan de son extension biogéographique en 2007 (Hemiptera Coreidae). L'Entomologiste, 63(6): 303–308.
- Farjon, A., 2013: *Pinus heldreichii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2013: e.T42368A2975719. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-1.RLTS.T42368A2975719.en>. Downloaded on 19 October 2016.
- Fent, M., Kment, P., 2011: First record of the invasive western conifer seed bug *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae) in Turkey. North-Western Journal of Zoology, 7(1): 72–80.
- Gapon, D.A., 2013: First records of the western conifer seed bug *Leptoglossus occidentalis* Heid. (Heteroptera, Coreidae) from Russia and Ukraine, regularities in its distribution and possibilities of its range expansion in the Palaearctic region. Entomological Review, 93(2): 174–181.
- Gogala, A., 2003: Listonožka (*Leptoglossus occidentalis*) že v Sloveniji (Heteroptera, Coreidae). Acta entomologica sloveniae, 11: 189–190.

- Hradil, K., 2008: *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae), a new alien species in Montenegro. *Acta entomologica serbica*, 13(1/2): 77–79.
- Hrašovec, B., 2013: *Leptoglossus occidentalis* and *Harmonia axyridis* – One North American and one Asian recently introduced species in their autumn search for a safe overwintering shelter. Šumarski list, 137(11–12): 670.
- Jurc, D., Jurc, M. 2005: Leaf footed conifer seed bug (*Leptoglossus occidentalis*, Hemiptera: Coreidae) is quickly spreading across Slovenia. *Gozdarski vestnik*, 63(2): 59–67.
- Kment, P., Baňař, P., 2008: Additional records of the invasive Nearctic bug *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae) in Croatia. *Natura Croatica*, 17(2): 141–147.
- Kulijer, D., Ibrahimi, H., 2017: First report of invasive species *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae) in Kosovo, (in prep.). *Acta Entomologica Slovenica*, 25(1): 115–118.
- Kulijer, D., 2010: First record of invasive species *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera: Coccinellidae) in Bosnia and Herzegovina. *Acta Entomologica Serbica*, 15(1): 141–143.
- Kulijer, D., 2016: *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae) and *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae), two new invasive alien species for insect fauna of Macedonia. *Eco-logica Montenegrina*, 5: 22–25.
- Malumphy, C., Reid, S., 2007: Non-native Heteroptera associated with imported plant material in England during 2006 and 2007. *Het News*, 10: 2–4.
- Matošević, D., Pajač Živković, I., 2013: Alien phytophagous insect and mite species on woody plants in Croatia. Šumarski list, 137(3–4): 191–205.
- McPherson, J.E., Packauskas, R.J., Taylor, J. & O'Brien, M.F., 1990: Eastern range extension of *Leptoglossus occidentalis* with a key to *Leptoglossus* species of America north of Mexico (Heteroptera: Coreidae). *The Great Lakes Entomologist*, 23(2): 99–104.
- Mitchell, P.L., 2000: Leaf-footed bugs (Coreidae). In: *Heteroptera of Economic Importance*. Ed. by Schaeffer, C.W. and A.R. Panizzi. CRC Press, Boca Raton, Florida. pp. 337–403.
- Pajač Živković, I., Barić, B., Matošević, D., 2013. Strane fitofagne vrste stjenica (Heteroptera) u Hrvatskoj. *Entomologia Croatica*, 17(1–4): 79–88.
- Petrakis, P.V., 2011: First record of *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae) in Greece. *Entomologia Hellenica*, 20: 83–93.
- Protić, Lj., Stanković, M., 2015: New research on the fauna of Heteroptera in Bosnia-Herzegovina. *Acta Entomologica Serbica*, 20: 13–28.
- Protić, Lj., 2008: *Leptoglossus occidentalis* Heidemann (Heteroptera: Coreidae) in Serbia. *Acta Entomologica Serbica*, 13, 81–84.
- Rabitsch, W., 2008: Alien true bugs of Europe (Insecta: Hemiptera: Heteroptera). *Zootaxa*, 1827: 1–44.
- Rabitsch, W., 2010: True Bugs (Hemiptera, Heteroptera). Chapter 9.1. In: Roques A et al. (Eds) *Alien terrestrial arthropods of Europe*. BioRisk 4(1): 407–403. doi: 10.3897/biorisk.4.44
- Ribes J., Escola O., 2005: *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910, hemípter neàrtic trobat a Catalunya (Hemiptera: Heteroptera: Coreidae). *Resums Sessio Conjunta d'Entomologia*, ICHN-SCL, 13: 47–50.
- Schuh, R.T., Slater, J.A., 1995: True bugs of the World (Hemiptera: Heteroptera). Cornell Univ. Press, 336 pp.
- Simov, N., 2008: Western conifer seed bug *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Heteroptera: Coreidae) already in Bulgaria. *Historia Naturalis Bulgarica*, 19, 179–180.
- Taylor, S.J., Tescari, G., Villa, M., 2001: A Nearctic pest of Pinaceae accidentally introduced into Europe: *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae) in northern Italy. *Entomological News*, 112: 101–103.
- Tescari, G., 2004: First record of *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae) in Croatia. *Entomologia Croatica*, 8(1–2): 73–75.
- Wheeler, A.G.Jr., 1992: *Leptoglossus occidentalis*. A new conifer pest and household nuisance in Pennsylvania. *Regulatory Horticulture*, 18: 29–30.

Sažetak

Sjeverno-američka stjenica, *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910, jedna je od 16 neeuropskih vrsta stjenica do danas unešenih u Europu, od kojih 10 potječe upravo iz Sjeverne Amerike (Rabitsch, 2010). Zbog svojeg prirodnog područja pridelaska u Sjevernoj Americi, područja Pacifičke obale omeđena lancem Stjenjaka na zapadu, Amerikanci su je nazvali „zapadnom stjenicom sjemena četinjača“ (western conifer seed bug), čime su, uz područja pridelaska, naznačili i njenu štetnost za sjeme drvenastih vrsta iz porodice Pinaceae. Zbog osobite morfološke značajke, spljoštenog proširenja goljenice stražnjih nogu, također je poznata i kao „stjenica listolikog stopala“ (leaf-footed bug). Slovenski autori iskoristili su ovaj naziv kao predložak i dodali mu češer kao objekt prehrane, pa su je nazvali „storževa listonoška“ (Jurc & Jurc, 2005). U svakom slučaju, ova se stjenica nakon dolaska na europski kontinent u Italiji 1999. godine (Taylor et al. 2001.) vrlo brzo širila Europom, pa je u nepunih 10 godina prodrla u velik broj europskih zemalja, od Velike Britanije na zapadu, do Ukrajine i Rusije na istoku, od Norveške na sjeveru do Turske na jugu (Malumphy & Reid, 2007; Fent & Kment, 2011; Gapon, 2013). Među zemljama juga Europe, kojima se proširio ovaj novi invazivni štetnik, našla se i Bosna i Hercegovina. U radu su prikazani svi provjereni i dokumentirani nalazi *L. occidentalis* na području BiH, od prvog pronalaska i do sada neobjavljenog nalaza iz travnja 2008. godine (zgrada Zemaljskog muzeja BiH u Sarajevu), pa do najsvježijih nalaza ljeti i u jesen 2016. godine (Igman, Neum, Banja Luka). Recentno područje na kojem je evidentirana ova nova invazivna stjenica u BiH, pregledno je prikazano prostorno označenim podacima nalaza na slici 1. Iako očekivan, značajan je i prvi nalaz ove nove invazivne stjenice u

reliktnim sastojinama bora munjike (*Pinus heldreichii* H. Christ) u masivu Prenja u studenom 2010. godine. Uvid u kronološki slijed i prostornu distribuciju nalaza *L. occidentalis* u Bosni i Hercegovini od 2008. do 2016. godine ukazuju na razmjerno brzo širenje ovog štetnika i vjerojatno lokalno povećanje populacije, što je zasigurno rezultiralo i njenom laksom detekcijom. Nalaze se ipak treba shvatiti u kontekstu u kojem su nastali, a to su u velikoj većini bili neciljani, slučajni nalazi entomologa tijekom nekih drugih terenskih istraživanja. Radi uočljivosti i krupnoće same stjenice i činjenice da se u jesen zavlači u ljudske nastambe, nije rijetkost da se često i građanstvo pojavljuje kao „dojavljivač“ novih invazivnih vrsta. Važno je stoga ukazati na nepostojanje sustavnog praćenja pojave i širenja *L. occidentalis* na ovim prostorima. Uspostava ciljanog monitoringa i praćenja pojave, a posebice potencijalnog štetnog utjecaja *L. occidentalis* u borovim sastojinama i sjemenskim objektima u Bosni i Hercegovini, nužan su preduvjet potrajnog gospodarenja šumskim bogatstvom i kvalitetniju organizaciju i učinkovitost sustava zaštite šuma od ovog novog invazivnog štetnika.

KLJUČNE RIJEČI: strane vrste, Balkanski poluotok, četinjače, Hemiptera, kukac, invazivni štetni organizam, *Pinus heldreichii*, stjenice, stjenica listolikog stopala

PLANNING OF ENVIRONMENTALLY SOUND FOREST ROAD ROUTE USING GIS & S-MCDM

PLANIRANJE OKOLIŠNO PRIHVATLJIVE TRASE ŠUMSKE CESTE POMOĆU GIS & S-MCDM

Erhan ÇALIŞKAN

Summary

Forest roads are basic precondition for the sustainable management of forest resources. These roads entail a complex engineering effort because they can cause substantial environmental damage to forests and include a high-cost construction. Therefore, the design of forest road routes should have taken into account in terms of environmental impacts. In order to do this, the Geographical Information System (GIS) with Spatial Multi Criteria Decision Making (S-MCDM) techniques is a useful tool for creating a model. One such S-MCDM is the Spatial-integrated Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (S-TOPSIS). In this study, S-TOPSIS was applied to integrate environmental impacts into the design of a forest road route. Using the current forest road route (CFOR) and the GIS-based S-TOPSIS method, an environmentally sound forest road route (ESFOR) was determined according to environmental criteria. Five environmental criteria (avalanche, river, soil, geology and slope) were used for analysis to compare with. The results obtained from the analyses, are compared to the current forest road route. The CFOR 15.385 km in length, while the ESFOR found by S-TOPSIS was 14.385 km. If the differences in length between two roads multiplied by the width of the road (1km X 5m), the result would be 0.5 ha. The results showed that this methodology can provide environmentally sound road network also help to design quickly and less costly. These results suggest that spatial multi criteria decision making method can be more accurate in terms of environmentally sensitive forest road designing in mountainous area.

KEY WORDS: Geographical Information System, Multi Criteria Decision Making, S-Topsis, forest road, environmentally sound

INTRODUCTION UVOD

Forest roads play an important role in forest management, transportation of wood raw material protection and afforestation activities in mountainous areas (Çalışkan 2013). A well planned, designed, constructed, and maintained system of forest roads is necessary to facilitate forest management and protection of natural resources. Recognizing that office-designed preliminary route locations can save forest managers time and money and with the advent of comput-

ers, researchers and forest management consultants have produced numerous software packages to assist in the strategic, operational and tactical aspects of forest road planning (Rogers 2005; Abdulgader 2013).

The road design and construction process is the most expensive and also most damaging activities in forestry, for example; slope failures and mass movement (Duncan 1987). Forest roads are globally recognized as a main source of sediment yield and pollution of off-site water (Arneaz 2004; Forsyth 2006; Fu 2010), in addition to direct loss of habitat

(Geneletti 2003), and indirect loss of habitat (by the fragmentation of an ecosystem into smaller and more isolated patches) (Chomitz 1996). Forest roads, especially inefficient road networks, generate abrupt edges and, finally, cause habitat and biodiversity losses (Hui 2003). To reduce these negative impacts, forest road managers need to look for ways of developing road networks and improving the environmental soundness and public acceptance of road construction activities (Heinimann 1996; Gümüş 2008; Hayati 2013, Hernández-Díaz et al 2015).

Conventional road planning methods based on topographic maps do not allow forest engineers to create enough number of road alternatives (Chung and Sessions 2001). If the alternatives are not evaluated in the process of choosing the optimum route, the engineers cannot guarantee that the chosen route is the best one which reduces the environmental effects around the route to a minimum. In their study, Rapaport and Snickars (1998) determined a road route which reduces the environmental effects to a minimum, has a low-cost and enables transportation in the shortest period of time by using GIS techniques. Lee and Stucky (1998) developed an algorithm for finding the lowest-cost road route depending on the topography factor and they tested it via field work. Sadek et al. (1999) carried out a study in which a GIS platform was developed which brings together the content necessary for the multi-criteria evaluation of route alternatives. Enache et al. (2013) was to develop a decision

support tool for evaluating different forest road options before technical design, using a participatory approach and multiple criteria analyses. Nowadays, there has been a rapid expansion of interest and research on GIS-based and Spatial MCDM methods. S-MCDM methods are interactive and flexible tools for the analysis of complexity among the alternatives which contain different environmental and socio-economic effects. Combining GIS and S-MCDM techniques provides convenience to the users in determining the various alternatives of criteria and objects having multiple and complex structures. This method provides integration of the information by comparing the alternatives with respect to selected criteria (Kesgin and Ersoy 2006; Anavberokhai 2008; Şener 2004; Malczewski 1999). Some researchers have been performing road network analyses using GIS-based road structure and multi-criteria decision making by considering factors such as wood volume, slope, soil condition, distance between existing forest roads, soil type, geology, hydrography, elevation and tree type in addition to environmental factors (Sadek et al. 1999; Hosseini and Solaymani 2006; Jusoff 2008; Mohammadi Samani et al. 2010; Hayati et al. 2012; Norizah 2012; Çalışkan 2013; Pellegrini et al 2013; Tampeks 2015; Lashi et al 2016).

Forest roads entail a complex engineering effort because they can cause substantial environmental damage to forests and include a high-cost construction. Therefore, it is very important that the design of forest road routes take into

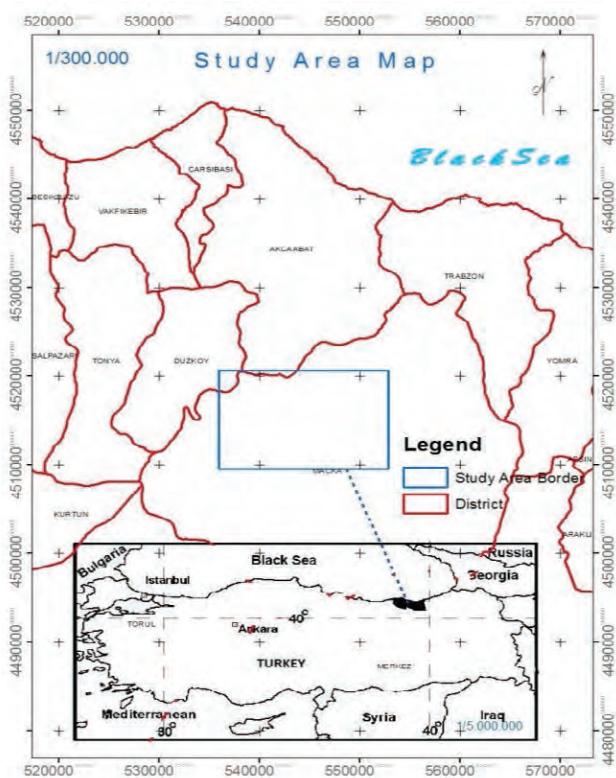
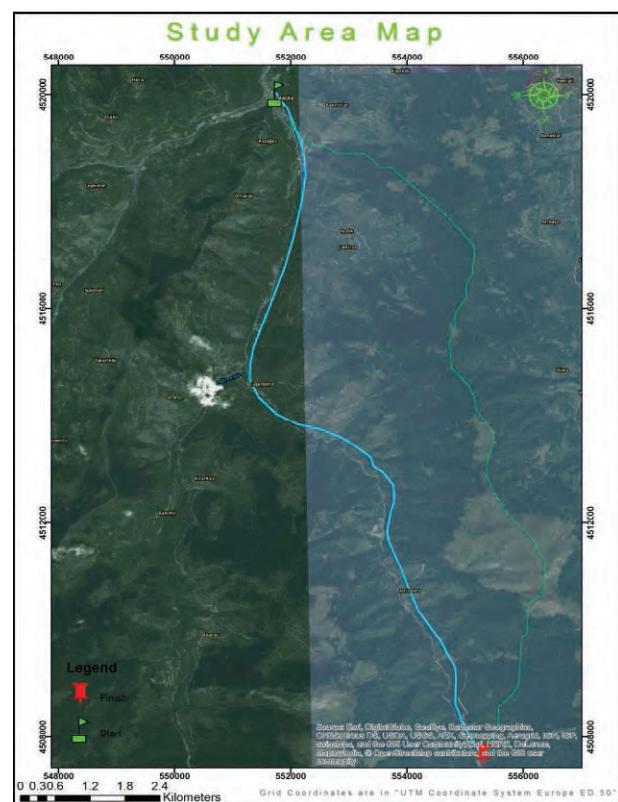


Figure 1. The location of the study area

Slika 1. Lokacija područja istraživanja



account environmental sounds. In order to do this, the GIS used with S-MCDM techniques are a useful tool for creating a model. One such MCDM is the S-TOPSIS. In this study, S-TOPSIS was applied to integrate environmental sensitive into the design of a forest road route. Using the current forest road route and the GIS-based S-TOPSIS method, an environmentally sound forest road route was determined according to environmental criteria.

MATERIALS & METHODS

MATERIJAL I METODE

Research area – *Područje istraživanja*

Trabzon Province is situated between longitude 39° 7' 30" and 40° 30' E and latitude 40° 30' to 41° 7' N in the middle of the east Black Sea region of Turkey (Figure 1). East Blacks Sea region and also Trabzon city is green-field and has great tree diversity due to rainy climate. There are many different stands at Trabzon and in case study area chosen. Determining an optimum route for a road in this area is a challenge. The location of the study area is shown in Figure. 1.

METHOD

METODE

The research method in this article consisted of five steps. The first step, the forest road designing area was determi-

ned (Figure 1). In the second step, the data required to design the forest road route, considering environmental criteria, was collected within the boundaries of the research area. In this step, existing data from satellite images, soil data, hydrology data, geology data, GPS data and standard 1/25,000-scale topographical maps were used and the data organized in a spatial database. In the third step, factors and sub-factors were determined, and weights of these factors and sub-factors were calculated. In the fourth step, the optimum environmental forest road route was determined based on S-TOPSIS and Cost distance-Cost path algorithms using the weights of the factors affecting the route. The final step was to compare the current forest road route and the optimum forest road route with the results of field studies and spatial data and to discuss the results.

A geographic database was created in ESRI ArcGIS10.3 software and projected to Universal Transverse Marketer (UTM) projection, zone 36N. Maps were rectified, digitized, projected and imported to the geographic database. A conversion to raster format was performed using a cell size of 30x30 m. The developed conceptual framework is presented in the Figure 2.

An accurate and updated geodatabase was created consisting geographic layers in environmental factors. Geographic layers were redesigned flowingly due to sub-factors including in factors. These layers in geodatabase are; rivers, elevation, soil type, geology, avalanche, and slope map of area. Common S-MCDM rules and formulae have been used for calculating factor and sub-factor weights with our special extension (FOROR). This extension named Forest Road Route (FOROR) is a comprehensive tool automating all the analysis. The functionality of the extension is gathering GIS and S-MCDM features within the same interface for finding forest road routes. GIS&S-MCDM extension for ArcMap 10.3. we used Microsoft Visual Studio and ArcGIS SDK (Software Developer Kit) for Python using ArcObject libraries. A pair-wise comparison and S-TOPSIS formulas have been implemented in the extension.

GIS analysis processes are interpolating heights and building TIN, ring-buffer for river, way etc. point or polyline data and then merging them with the study area border, interpolating some sample data (like population) with Kriging or IDW as geostatistical coherent interpolation techniques and reorganizing polygon data before applying raster to vector conversation. Finally, all the geospatial dataset prepared in vector format was clipped to the study area border and converted to raster format in equivalent pixel values for calculating the accumulated cost surface with S-TOPSIS formulas included in the extension. Cost distance-cost path algorithms were applied to accumulated surfaces and optimum environmental routes were found.

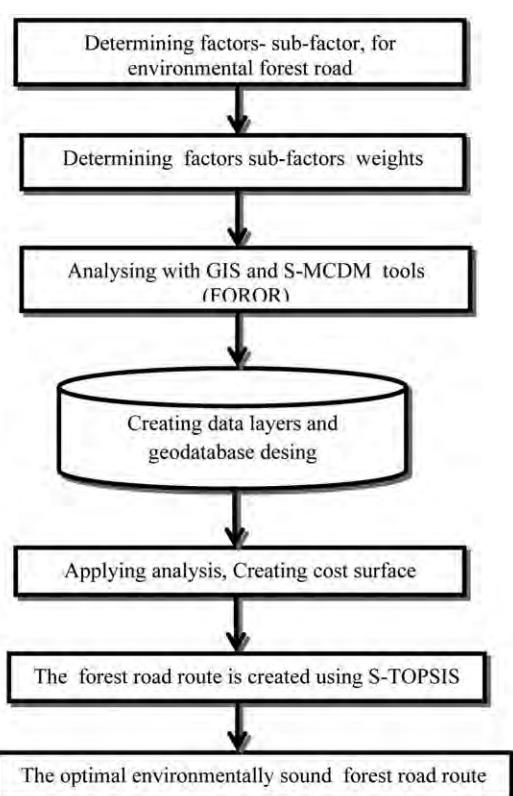


Figure 2. Conceptual framework of this study

Slika 2. Konceptualni okvir istraživanja

S-TOPSIS – S-TOPSIS

The TOPSIS (technique for order performance by similarity to idea solution) was first developed by Hwang & Yoon (1981). According to this technique, the best alternative would be the one that is nearest to the positive-ideal solution and farthest from the negative ideal solution (Ertugrul et al 2007). The positive-ideal solution is a solution that maximizes the benefit criteria and minimizes the cost criteria, whereas the negative ideal solution maximizes the cost criteria and minimizes the benefit criteria (Wang et al 2006). In short, the positive-ideal solution is composed of all best values attainable from the criteria, whereas the negative ideal solution consists of all worst values attainable from the criteria (Wang, 2007). There have been lots of studies in the literature using TOPSIS for the solution of MCDM problems. (Chen, 2000; Chu, 2002; Chu and Lin, 2002; Lai et al., 1994; Olson 2004; Wang et al., 2005; Yang et al 2007; Dağdeviren et al 2009 and Yıldırım et al 2016). The TOPSIS method consists of the following steps (Shyur et al 2006): Variables at the equation sequence of TOPSIS calculation and these variables are defined below:

D = decision matrix

A₁, ..., A_n = value corresponding to *j*th alternative

F₁, ..., F_n = value corresponding to *i*th criteria (factor)

R(=[r_{ij}]) = normalized decision matrix

V_{ij} = weighted normalized matrix

W_i = weight of any criteria (factor)

A⁺ = positive ideal solution

A⁻ = negative ideal solution

D_j⁺ = separation measures to positive-ideal solution

D_j⁻ = separation measures to negative-ideal solution

CC_j⁺ = relative closeness to the ideal solution

Step 1: Establish a decision matrix for the ranking. The structure of the matrix can be expressed as follows:

$$D = \begin{array}{cccccc} & F_1 & F_2 & \dots & F_j & \dots & F_n \\ A_1 & f_{11} & f_{12} & \dots & f_{1j} & \dots & f_{1n} \\ A_2 & f_{21} & f_{22} & \dots & f_{2j} & \dots & f_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_3 & f_{31} & f_{32} & \dots & f_{3j} & \dots & f_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_J & f_{J1} & f_{J2} & \dots & f_{Jj} & \dots & f_{Jn} \end{array} \quad (1)$$

where A_j denotes the alternatives j, j = 1, 2, ..., J; F_i represents the *i*th attribute or criterion, i = 1, 2, ..., n, related to the *i*th alternative; and f_{ij} is a crisp value indicating the performance rating of each alternative A_j with respect to each criterion F_j.

Step 2: Calculate the normalized decision matrix R (= [r_{ij}]). The normalized value r_{ij} is calculated as

$$r_{ij} = \frac{f_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^n f_{ij}^2}}, \quad j = 1, 2, \dots, J; I = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

Step 3: Calculate the weighted normalized decision matrix by multiplying the normalized decision matrix by its associated weights. The weighted normalized value v_{ij} is calculated as

$$V_{ij} = w_i \times r_{ij}, \quad j = 1, 2, \dots, J; I = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

where w_i represents the weight of the *i*th attribute or criterion.

Step 4: Determine the positive-ideal and negative-ideal solutions.

$$A^+ = \{v_1^+, v_2^+, \dots, v_i^+ = \{(\max v_{ij} | i \in I'), (\min v_{ij} | i \in I'')\} \quad (4)$$

$$A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_i^- = \{(\min v_{ij} | i \in I'), (\max v_{ij} | i \in I'')\} \quad (5)$$

where I' is associated with the positive criteria, and I'' is associated with the negative criteria.

Step 5: Calculate the separation measures, using the n-dimensional Euclidean distance. The separation of each alternative from the positive-ideal solution $\|(D)\|_j^+$ is given as

$$D_j^+ = \sqrt{\sum_{i=1}^n (v_{ij} - v_i^+)^2}, \quad j = 1, 2, \dots, J \quad (6)$$

Similarly, the separation of each alternative from the negative-ideal solution $\|(D)\|_j^-$ is as follows:

$$D_j^- = \sqrt{\sum_{i=1}^n (v_{ij} - v_i^-)^2}, \quad j = 1, 2, \dots, J \quad (7)$$

Step 6: Calculate the relative closeness to the ideal solution and rank the performance order. The relative closeness of the alternative A_j can be expressed as

$$CC_j^+ = \frac{D_j^-}{D_j^+ + D_j^-}, \quad j = 1, 2, \dots, J \quad (8)$$

Since $D_j^- \geq 0$ and $D_j^+ \geq 0$, then clearly $CC_j^+ \in [0, 1]$. The larger the index value, the better the performance of the alternatives.

As can be seen above, S-TOPSIS is an efficient method in the model of Multicriteria Decision Support Systems. The factor and sub-factor weights were calculated using S-TOPSIS.

RESULTS AND DISCUSSION

REZULTATI I RASPRAVA

GIS-based S-MCDM was employed as a new approach to produce the forest road route. S-TOPSIS is widely used to solve S-MCDM problems and is proposed by Hwang and Yoon 1981. At this stage, subsequent to determining the weights of the criteria and indices using spatial analysis, the final weight of the routes was calculated using the S-TOPSIS method. GIS based S-MCDM analyses were applied on geodatabase using our case-sensitive extension (FOROR).

The optimal route was created using S-TOPSIS with GIS-based FOROR. ArcGIS 10.3 software was used and an interface was able to identify routes through raster data models for the cost distance-cost path algorithms designed on this software using S-TOPSIS. In this process, all data layers were formed using raster-based standard pixel sizes. The pixel sizes were determined, depending on the scale of the used spatial data, as 30X30 m in order to avoid loss of data. In this study we have determined the weights with a comprehensive survey to academicians, private sector and forest engineering staffs working at similar route determination areas. S-TOPSIS methodology must be started at the second step (the steps of the TOPSIS are given in Section). Thus, weighted normalized decision matrix can be prepared. A pair-wise comparison and normalized weight table are given in Table 1. The weight values shown in Table 1 were multiplied with the data layers and the resulting values were designated as the cost to each layer pixel. At figure 3, some of these geographic layers are shown.

Table 1. Factors, sub factor weights
Tablica 1. Čimbenici, podčimbenici, težina

CRITERIA KRITERIJI	(Factor) PASSING (Čimbenik) PROLAZ	(Sub Factor) Weight (Podčimbenik) Težina
Avalanche <i>Lavina</i>	Pass	9
Rivers	100m	9
Rijeka	150m	7
*Soil	4	5
Tlo	6	3
	7	2
Geology	Kru 1-2-3	1
Geologija	Gama 2-3	7
	Jlh-Jkr	5
	Alv	4
Slope(%)	0-5	1
Nagib	5,01-10	3
	10,01-20	5
	20,01-30	7
	30,01-40	9
	40,01-90	9

*Soil type is shown with numbers from 1 to 9. 1 is the best quality soil for agriculture or other usages, other side 9 is poor quality soil

Table 2. Comparison of routes in terms of environmental criteria
Tablica 2. Usپoredba trasa u smislu ekoloških kriterija

	CFOR	ESFOR
Length (m) <i>Dužina</i>	15385 m	14385 m
Avalanche Risk <i>Lavina</i>	1 Risk	No Risk
River Proximity <i>Rijeka</i>		
100 m	11636	1883
100-150 m	1382	435
Soil Quality <i>Tlo</i>		
4. th Quality	370 m	198 m
6. th Quality	–	4368 m
7. th Quality	14014 m	10768 m
Geology-Litology <i>Geologija</i>		
Gama	3185 m	4411 m
Jlh	1015 m	551 m
Jkr	1053 m	487 m
Kru 1-2	9130 m	9884 m
Slope (%) <i>Nagib</i>		
0-5	460 m	637 m
5-10	503 m	959 m
10-20	2103 m	1608 m
20-30	3000 m	4422 m
30-40	4768 m	4210 m
40-90	910 m	3597 m

In accordance with these criteria, an Environmentally Sound Forest Road Route (ESFOR) was determined with S-TOPSIS and its advantages as compared to the current forest road route (CFOR) are shown in Table 2.

ESFOR is more effective than conventional methods and can be easily seen at Table 2. ESFOR is advantageous to CFOR when the five criteria considered separately. CFOR and ESFOR routes were also compared with field studies. Advantageous and disadvantageous aspects of the two routes are clearly seen in the visiting area. There was great consistency between analysis results and field observations. However, the important advantage of this ESFOR is that it is much shorter than the other CFOR and thus has a lower cost. This can be a very important advantage, as road construction is very costly. A cost surface map created (cost) values assigned as resistance in order to determine the environmentally sound of the forest road route in each pixel (Figure 4).

Forest road route with the lowest total construction costs is not always the best solution from an environmental point of view (Liu and Sessions 1993; Dean 1997; Chung and Sessions 2001; Aruga 2005; Akay 2006; Hayati et al. 2013). One of the main factors in forest road route was considering the costs of road construction and maintenance during

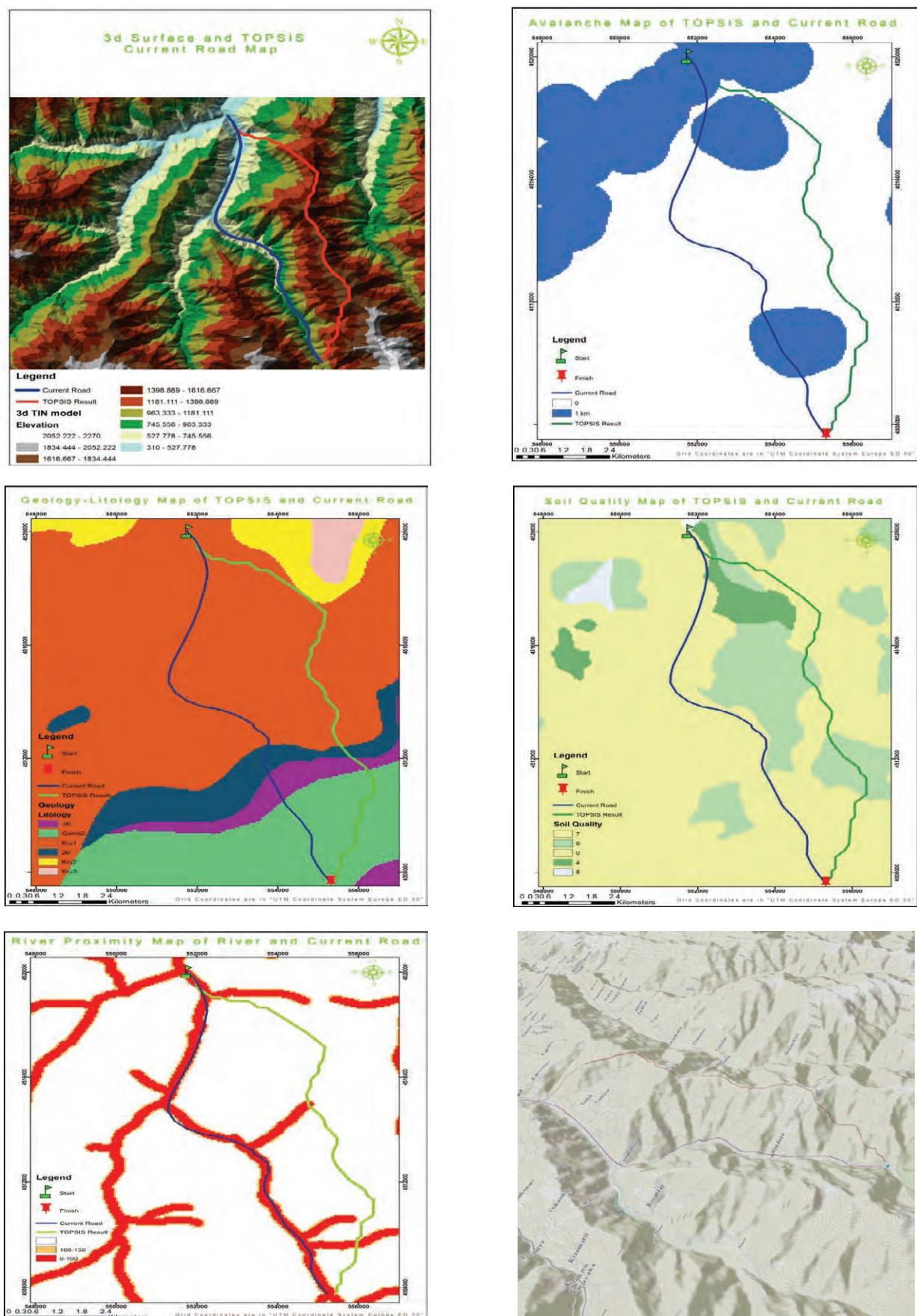


Figure 3. Maps of some geographic layers in Geodatabase (3d surface, avalanche, geology, soil, river, slope)
Slika 3. Mapa nekih geografskih slojeva u Geodatabaze(dem površina, Lavina, Geologija,Tlo, Rijeka,Nagib)

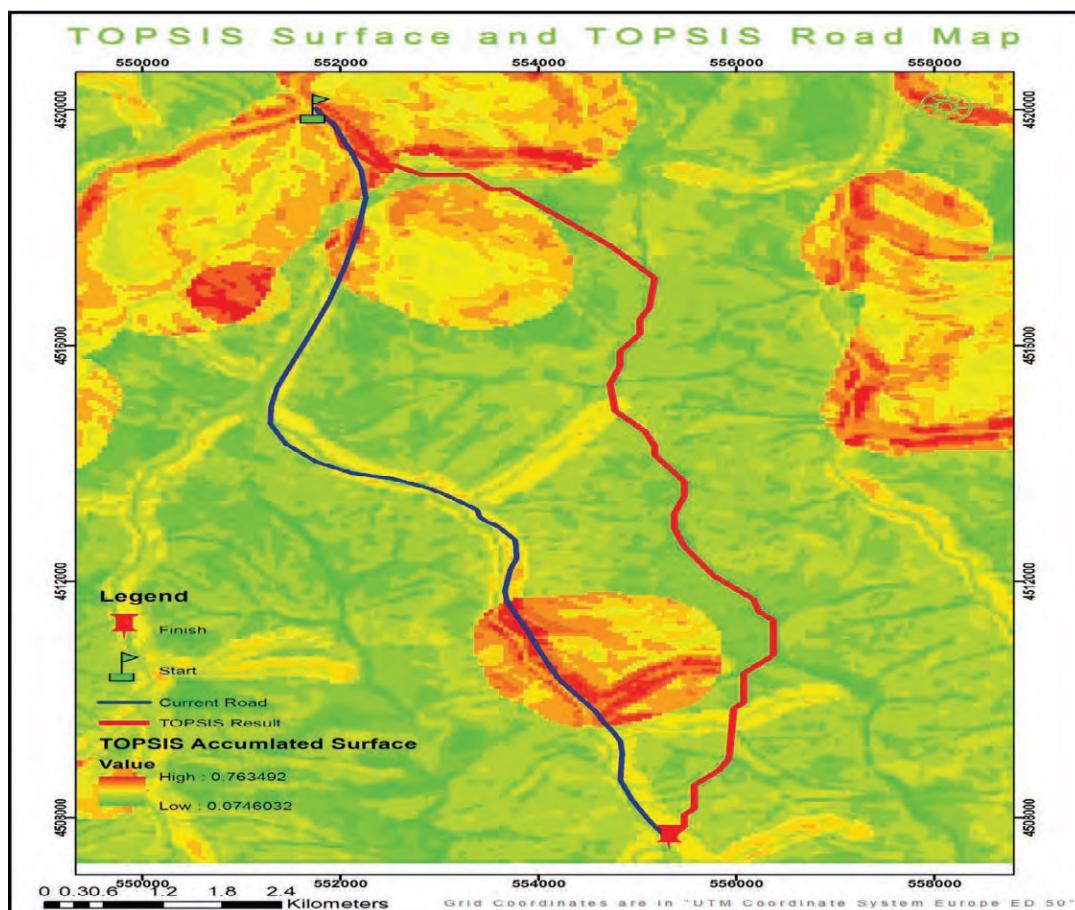


Figure 4. S-TOPSIS cost surface, S-TOPSIS route and current forest road route

Slika 4. Površina troškova S-TOPSIS, S-TOPSIS trasa i sadašnja trasa šumske ceste

the initial route location in the field. In this context, S-MCDM methods and GIS-based forest road route determination applications are very important. S-MCDM integrated with GIS is one of the Multi Criteria Decision Methods. Spatial Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (S-TOPSIS), spatial analytic hierarchy process (S-AHP), spatial promethee (S-PROMETHEE), and spatial simple additive weighting (S-SAW) are the most commonly used of these methods. In this study, S-TOPSIS was used. In previous scientific studies, S-AHP work has been widely used and the advantages of this method have been clearly studied (Majnounian et al., 2007; Abdi et al., 2009; Naghi et al., 2012; Hayati et al., 2012; Hayati et al., 2013; Çalışkan, 2013; Pellegrini et al 2013; Lashi et al 2016). In future studies, results can be proven by using other spatial S-MCDM methods. Enache et al. (2013) which used the weighted preferences of the evaluation sub-criteria reported in this study to calculate the total utility scores of four forest road scenarios using MAUT.

The GIS has many effective tools which enable the use of analytic functions. The GIS has the capability to combine thematic data layers to create a cost surface from which the optimal forest road route is calculated. The S-MCDM

method integrates GIS technologies with complex decision-making in a way that provides a successful outcome (Yıldırım et al 2016b). This study demonstrated the increased effectiveness of integrating GIS technologies with S-TOPSIS, especially in forest road route.

CONCLUSION

ZAKLJUČCI

In this study, S-TOPSIS was applied to integrate environmentally sound into the design of a forest road route. Using the current forest road route and the GIS-based S-TOPSIS method, an environmentally sound forest road route was determined considering environmental criteria's. The environmental factors which affect the forest road route and necessary geographic data layers were determined accordingly and were then classified according to the standards. Analyses were performed using this method for the design of forest road routes. The S-TOPSIS method was effectively used in applications of cost distance-cost path algorithms based on GIS. This study has provided very positive results in the determination of forest road routes with the advantage of the algorithm used in the calculation cost

surface. The current forest road route (CFOR) is 15.385 km in length, while the ESFOR found with S-TOPSIS was 14.385 km. It was proven that environmental damage due to road construction could be prevented on about 0.5 ha.

These results suggest that GIS and spatial multicriteria decision method can be more accurately to design forest road route in mountainous area. The results showed that this methodology can be more helpful and road network can be designed more quickly and less costly.

REFERENCES

LITERATURA

- Abdi, E.; Majnounian, B.; Darvishsefat, A.; Mashayekhi, Z. and Sessions J. 2009: A GIS-MCE based model for forest road planning, *Journal of Forest Science*, 55 (4), 171–176.
- Abdulgader,A. A. 2013: Planning and Road Design of Oak Forest in Bagera village-Duhok Governorate, MSc thesis, Iraq, University of Duhok.
- Akay, A.E. & J. Sessions. 2005: Applying The Decision Support System, TRACER, to Forest Road Design, *Western Journal of Applied Forestry*, 20 (3):184-191
- Anavberokhai, I.O. 2008: Introducing GIS and Multi- Criteria analysis in road path planning process in Nigeria. MsC Thesis, University of Gavle, Department of Technology and Built Environment, Nigeria, 36.
- Arnaez, J.; Larrea, V. and Ortigosa, L. 2004: Surface runoff and soil erosion on unpaved forest roads from rainfall simulation tests in northeastern Spain, *Catena*, 57, 1 –14.
- Aruga, K. 2005: Tabu search optimization of horizontal ve vertical alignments of forest roads. *Journal of Forestry Research*, 10, 275–284.
- Chen, C. T. 2000: Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. *Fuzzy Sets and Systems*, 114, 1–9.
- Chu, T. C. 2002: Selecting plant location via a fuzzy TOPSIS approach. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 20, 859–864.
- Chu, T. C., Lin, Y. C. 2002: Improved extensions of the TOPSIS for group decisionmaking under fuzzy environment. *Journal of Information and Optimization Sciences*, 23, 273–286.
- Chung, W., & Sessions, J. 2001: Designing a forest road network using heuristic optimization techniques. *Council Engineering (COFE) Conference Proceedings: „Appala- chian Hardwoods: Managing Change” Snowshoe*, July15-18.
- Chomitz, K. M., & Gray, D. A. 1996: Roads, land use, and deforestation: a spatial model applied to Belize. *World Bank Economic Review*, 10, 487–512
- Çalışkan, E. 2013: Planning of forest road network and analysis in mountainous area. *Life Sci Journal*, 10(2), 2456–2465.
- Dağdeviren, M., Yavuz, S., and Kılıç, N.2008: Weapon selection using the AHP and TOPSIS methods under fuzzy environment, *Expert Systems with Applications*, 36, 8143–8151.
- Dean, D. 1997: Finding optimal routes for networks of harvest site access roads using GIS-based techniques. *Canadian Journal of Forest Research*, 27, 11–22.
- Duncan, S. H., Ward, J.W., & Anderson, R. J. 1987: A method for assessing landslide potential as an aid in forest road placement. *Northwest Science*, 61(3), 152–159.
- Enache, A., Kühmaier, M., Stampfer, K., and Ciobanu V. 2013: An Integrative Decision Support ToolforAssessing Forest Road Options in a Mountainous Region in Romania. *Croatian Journal of Forest Engineering*, Vol. 34, no 1, 43-60.
- Ertugrul, I., & Karakasoglu, N. 2007: Performance evaluation of Turkish cement firms with fuzzy analytic hierarchy process and TOPSIS methods. *Expert Systems with Applications*, 36(1), 702–715.
- Forsyth, A.R.; Bubb, K.A. and Cox, M.E. 2006: Runoff, sediment loss and water quality from forest roads in a southeast Queensland coastal plain Pinus plantation. *Forest Ecology and Management*. 221 (1–3), 194–206.
- Fu, B.;Newham, L.T.H. and Ramos-Scharron, C.E. 2010: A review of surface erosion and sediment delivery models for unsealed roads. *Environmental Modelling & Software*. 25, 1–14.
- Geneletti, D. 2003: Biodiversity impact assessment of roads: an approach based on ecosystem rarity. *Environmental Impact Assessment Review*, 23, 343–365
- Gumus, S.; Acar, H.H and Toksoy, D. 2008: Functional forest road network planning by consideration of environmental impact assessment for wood harvesting. *Environ Monit Assess*. pp., 142, 109–116.
- Hayati, E., Majnounian, B., Abdi, E., Sessions, J., & Makhdoum,M. 2012: An expert-based approach to forest road network planning by combining Delphi and spatial multi-criteria evaluation. *Environmental Monitoring and Assessment*, Springer Publications, 185(2), 1767–1776.
- Hayati, E; Abdi, E;Majnounian, B and Makhdoum, M. 2013: Application of Sensitivity Analysis in Foret Road Networks Planning and Assessment. *J.Agr.Sci.Techn*,15,1-12.
- Heinimann, H.R. 1996: Opening-up planning taking into account environmental and social integrity. The Seminar on Environmentally Sound Forest Roads and Wood Transport, Romania, Proceedings, 62–69.
- Hernández-Díaz, C., Soto-Cervantes, J., Corral-Rivas, J., Montiel-Antuna, E., Alvarado,R., Goche-Télles, R. 2015: Impacts of Forest Roads on Soil in a Timber Harvesting Area in Northwestern Mexico (a Case Study), *Croatian Journal of Forest Engineering*, vol. 36, no 2, 26-35.
- Hosseini, S. A., & Solaymani, K. 2006: Investigation of effective factors for path tracing using GIS in Kheyroud forest (Iran-Mazadaran province). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 9(11), 2055–2061
- Hui, C.; Shuang-cheng, L. and Yi-li, Z. 2003: Impact of road construction on vegetation alongside Qinghal-Xizang highway and railway. *Chinese Geographical Science*. 13 (4), 340-346.
- Hwang, C. L., and Yoon, U. 1981: Multiple attribute decision making-methods and applications. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Jusoff, K. 2008: Construction of new forest roads in Malaysia using a GIS-based decision support system. *Computer ve Information Science*, 1(3), 48–59.
- Kesgin, B. & Ersoy, E., 2006: Peyzaj Planlamada Coğrafi Bilgi Sistemi Aracı Olarak Konumsal Karar Destekleme Sisteminin Uygulanması(Aplication GIS and Spatial Multicriteria decision), IV. *Coğrafi Bilgi Sistemleri Günleri*, Fatih Üniversitesi, İstanbul.
- Lai, Y. J., Liu, T. Y., Hwang, C. L. 1994: TOPSIS for MODM. *European Journal of Operational Research*, 76, 486–500.
- Laschi, A., Neri, F., Brachetti Montorselli, N., Marchi, E., 2016: A Methodological Approach Exploiting Modern Techniques for

- Forest Road Network Planning, *Croatian Journal of Forest Engineering*, vol. 37, no 2, 319-331.
- Lee, J. & Stucky, D., 1998: On Applying Viewshed Analysis for Determining Least-CostPaths on Dijital Elevation Models, *International Journal Geographical InformationScience*, 12, 8, 891-905.
 - Liu, K., & Sessions, J. 1993: Preliminary planning of roads using digital terrain models. *Journal of ForestEngineering*, 4, 27-32.
 - Lourenzutti, R. and Krohling, R. A. 2014: The Hellinger distance in Multicriteria Decision Making: An illustration to the TOPSIS and TODIM methods. *Expert Systems with Applications*, 41, 4414–4421.
 - Malczewski, J. 1999: GIS and multicriteria decision analysis. New York: John Wiley and Sons.
 - Majnounian B, Abdi E and Darvishsefat A. 2007: Planning and technical evaluating of forest road Networks from accessibility point of view using GIS (Case study: Namkhane district, Kheyroud forest). *Iranian J. Nat. Res.*, 60, 907-919.
 - Mohammadi Samani, K., Hosseiny, S. A., Lotfalian, M., & Najafi, A. 2010: Planning road network in mountain forests using GIS ve analytic hierarchical process (AHP). *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 8(2), 151–162.
 - Naghdi, R; Soleiman M; Babapour, R and Majid A. 2012: Designing of forest road network based on technical and economical considerations using GIS-AHP. *International Journal of Applied and Natural Sciences*, 1(2),39-44.
 - Norizah K., Samani M., 2012: Developing Priorities and Ranking for Suitable Forest Road Allocation using Analytic Hierarchy Process (AHP) in Peninsular Malaysia. *Sains Malaysiana* 41(10)(2012): 1177–1185.
 - Olson, D. L. 2004: Comparison of weights in TOPSIS models. *Mathematical and Computer Modelling*, 40(7–8), 721–727.
 - Rapaport, E., Snickars, F. 1998: GIS-based road location in Sweden: a case study to minimize environmental damage, building costs and travel time, in *Geographical Information and Planning*,
 - Pellegrini, M., Grigolato, S., and Cavalli, R. 2013: Spatial Multi-Criteria Decision Process to Define Maintenance Priorities of Forest Road Network: an Application in the Italian Alpine Region *Croatian Journal of Forest Engineering*, Vol. 34 no 1, 31-42.
 - Rogers W, L.2005: Automating Contour-Based Route Projection for Preliminary Forest Road Designs using GIS, MSc Thesis, University of Washington pp.87, Washington.
 - Sadek, S., Berdan, M., & Kayssi, I. 1999: GIS platform multi-criteria evaluation of route alignments. *Journal of Transportation Engineering*, 125(2), 144–151.
 - Shyur, H. J., Shih, H. S. 2006: A hybrid MCDM model for strategic vendor selection. *Mathematical and Computer Modelling*, 44, 749–761.
 - Şener, B., 2004: Landfill Site Selection By Using Geographic Information Systems, MScThesis, Middle East Technical University, The Graduate School Of Natural AndApplied Sciences, Ankara.
 - Tampekis, S., Samara, F., Sakellariou, S., Sfougaris, A. Christopoulou, O.2015: Mapping The Environmental Impacts Intensity That Is Caused From The Forest Roads Network Planning Based on Spatial Multi Criteria Evaluation, *19th International Academic Conference*, ISBN 978-80-87927-15-1, September 16.
 - Wang, J., Liu, S. Y., Zhang, J. 2005: An extension of TOPSIS for fuzzy MCDM based on vague set theory. *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 14, 73–84.
 - Wang, Y. M., and Elhag, T. M. S. 2006: Fuzzy TOPSIS method based on alpha level sets with an application to bridge risk assessment. *Expert Systems with Applications*, 31, 309–319.
 - Wang, T. C., and Chang, T. H. 2007: Application of TOPSIS in evaluating initial training aircraft under a fuzzy environment. *Expert Systems with Applications*, 33, 870–880.
 - Yıldırım,V, Yomralıoglu, T., Nisancı, R Colak, E., Bediroglu \$., Memişoglu, .T.2016: An Integrated Spatial Method for Minimizing Environmental Damage of Transmission Pipelines, *Pol. J. Environ. Stud.* Vol. 25, No. 6, 2653-2563.
 - Yıldırım,V, Yomralıoglu, T., Nisancı, R Colak, E., Bediroglu \$., Saralioğlu, .E.2016b: A spatial multicriteria decision-making method for natural gas transmission pipeline routing, *Structure and Infrastructure Engineering*, <http://dx.doi.org/10.1080/15732479.2016.1173071>.
 - Yang, T., & Hung, C.-C. 2007: Multiple-attribute decision making methods for plant layout design problem, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 23(1), 126–137.

Sažetak

Šumske ceste su osnovni preduvjet za održivo upravljanje šumskim resursima. Te ceste uključuju složene inženjerske napore, jer mogu izazvati znatnu ekološku štetu šumama i uključuju vrlo skupu izgradnju. Stoga pri izradu trasa šumskih cesta, treba uzeti u obzir i utjecaj na okoliš. Da bi se to i napravilo, geografski informacijski sustav (GIS) s tehnikama prostornog višekriterijskog donošenja odluka (S-MCDM) koristan je alat za izradu modela. Jedan takav S-MCDM je prostorno-integrirana tehnika preferiranja sličnosti do idealnog rješenja (S-TOPSIS). U ovoj studiji S-TOPSIS primijenjen je za integriranje ekoloških učinaka u izradu trase šumske ceste. Korištenjem sadašnje trase šumske ceste (CFOR) te S-TOPSIS metode na temelju GIS-a, utvrđena je ekološki osjetljiva trasa šumske ceste (ESFOR) prema ekološkim kriterijima. Za usporedbu korišteno je pet ekoloških kriterija (lavina, rijeka, tlo, geologija, nagib). Rezultati dobiveni iz analiza uspoređeni su sa sadašnjom trasom šumske ceste. Dužina CFOR-a je 15.385 km dok je ESFOR utvrđen S-TOPSIS-om bio 14.385 km. Da se razlike u dužini između dviju cesta pomnože sa širinom ceste (1 km x 5 m) rezultat bi bio 0,5 ha.

Rezultati su pokazali da ova metodologija može pružiti ekološki osjetljivu mrežu cesta, te može pomoći u bržoj izradi i biti jeftinija. Ovi rezultati sugeriraju da metoda prostorne procjene višestrukim kriterijima može biti točnija u smislu izrade ekološki osjetljivih šumskih cesta u planinskim područjima.

KLJUČNE RIJEĆI: Geografski informacijski sustav, višekriterijsko donošenje odluka, TOPSIS, šumska cesta, ekološki osjetljivo



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

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

Članovi Komore:

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

Stručni poslovi (Zakon o HKIŠDT, članak 1):

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

KRITERIJI ODREĐIVANJA GUSTOĆE PRIMARNE ŠUMSKE PROMETNE INFRASTRUKTURE – PRIMJERI NAJČEŠĆIH SLUČAJEVA

CRITERIA FOR DETERMINING PRIMARY FOREST TRAFFIC INFRASTRUCTURE NETWORK DENSITY – EXAMPLES OF THE MOST COMMON CASES

Tomislav PORŠINSKY, Andreja ĐUKA*, Ivica PAPA, Zoran BUMBER, David JANEŠ, Željko TOMAŠIĆ,
Tibor PENTEK

Sažetak

Pri svakom je planiranju, pa tako i pri planiranju mreže šumske prometnice, vrlo važno poznavati postojeće stanje, odnosno imati detaljan i točan uvid u postojeću mrežu šumske prometnice područja zahvata otvaranja šuma, što omogućuje registar šumske prometne infrastrukture. Želi li se valjano procijeniti kvantiteta postojeće šumske prometne infrastrukture (gustoća šumske prometnice), potrebno je jasno i nedvosmisleno definirati kriterije određivanja gustoće postojeće šumske prometne infrastrukture.

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). Spomenuti su kriteriji nedovoljno precizni i nejasni te šumarskim stručnjacima prepuštaju donošenje niza subjektivnih odluka.

Kako bi se izbjegla/smanjila svaka subjektivnost, dobili objektivni podaci te omogućila usporedivost izračunate gustoće primarne šumske prometne infrastrukture različitim gospodarskim jedinica, prišlo se izradi potpuno novih kriterija koji će poslužiti za precizno, objektivno i transparentno određivanje gustoće primarne šumske prometne infrastrukture. Kriteriji su razvijeni i detaljno opisani u okviru Obrasca za izradu Elaborata učinkovitosti mreže šumske prometnice – primarne šumske prometne infrastrukture, koji je sastavni dio 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, 65/17).

U radu su na ortosnimkama prikazani te združeni sa fotografijom (slikovni dio registra primarne šumske prometne infrastrukture iz studije slučaja) najčešći/karakteristični primjeri primjene kriterija pri određivanju gustoće primarne šumske prometne infrastrukture.

KLJUČNE RIJEČI: gustoća primarne šumske prometne infrastrukture, osnovni/eleminacijski kriteriji, posebni/prostorni kriteriji

Prof. dr. sc. Tomislav Poršinsky, e-pošta: porsinsky@sumfak.hr, 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: ipapa@sumfak.hr, David Janeš, mag. ing. silv., e-pošta: djanes@sumfak.hr, Zavod za šumarske tehnike i tehnologije, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetosimunska 25, HR-10 000 Zagreb

Mr. sc. Zoran Bumber, e-pošta: zoran.bumber@hrsume.hr, Hrvatske šume d.o.o. – UŠP Zagreb, Savska 41/6, HR-10 000 Zagreb

Dr. sc. Željko Tomašić, e-pošta: zeljko.tomasic@hrsume.hr, Hrvatske šume d.o.o. – Direkcija Zagreb, Ulica kneza Branimira 1, HR-10 000 Zagreb

* Corresponding author

1. GUSTOĆA ŠUMSKIH CESTA

FOREST ROAD DENSITY

Idejno gustoću šumskih cesta, kao pokazatelj primarne otvorenosti šuma treba vezati uz prvu formulaciju teorijiskog okvira koji povezuje geometriju (raspored) mreže šumskih prometnica i njenu funkcionalnu povezanost s udaljenošću privlačenja drva (Matthews 1942), a koja podrazumljeva: 1) dvodimenzinski model (ravan teren), 2) pravocrtno pružanje jednoliko raspoređenih paralelnih šumskih cesta na jednakom međusobnom razmaku, 3) jednolik raspored posjećenoga drva u prostoru koje se privlači najkraćim putem na najbližu šumsku cestu, pri čemu je srednja udaljenost privlačenja drva jednaka četvrtini razmaka među cestama (slika 1A). Ispunjenoj pretpostavki teorijiskoga okvira, primjenjive su sljedeće ovisnosti:

$$g_c = \frac{10000 \cdot L}{e \cdot L} = \frac{10000}{e} \quad (1)$$

$$s_t = \frac{e}{4} = \frac{2500}{g_c} \quad (2)$$

gdje su:

g_c gustoća šumskih cesta, m/ha

s_t teorijska udaljenost privlačenja drva, m

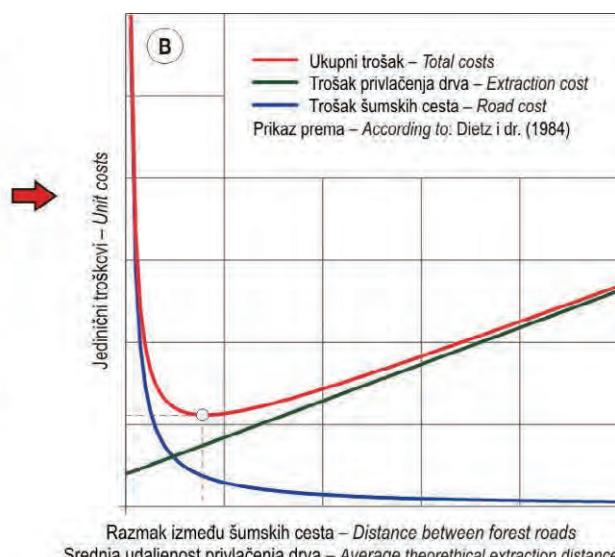
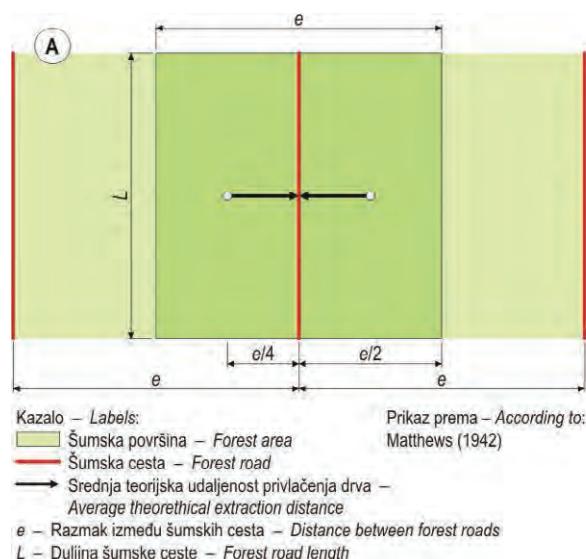
e razmak između šumskih cesta (širina pojasa otvaranja), m

L duljina šumskih cesta (duljina pojasa otvaranja), m

Na Matthews-ovom teorijском modelu zasniva se i optimalna primarna otvorenost šuma, koja polazi od metode najmanjih zbirnih troškova privlačenja drva te troškova vezanih uz postojanje (građenje i održavanje) šumskih cesta (Dietz i dr. 1984, Heinemann 2017), iz kojega je vidljivo da što je mreža primarnih šumskih prometnica gušća, to su veći troškovi njihove gradnje, a transport drva jeftiniji i obratno (slika 1B).

Gustoća šumskih cesta 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 nekog šumskog područja (Pentek i dr. 2011). Kao pokazatelj primarne otvorenosti šuma, gustoća šumskih cesta je brojčani podatak koji ne govori puno o kvaliteti prostornoga rasporeda primarnih prometnica određenog šumskoga područja, već samo o njihovoj kvantiteti, te se stoga samo na osnovi ovog parametra ne može dovoljno pouzdano opisati funkcionalnost te provesti ocjena postojećeg, kao i procjena unaprijeđenog (poboljšanog, razvijenog) primarnog šumskog transportnog sustava (Pentek i dr. 2016). Razvojem GIS-a i uspostavom digitalnog registra primarne šumske prometne infrastrukture, ovaj je osnovni nedostatak otklonjen (Laschi i dr. 2016, Papa i dr. 2015, Pentek i dr. 2008).

Knebl (1960) navodi da je otvorenost šuma u Republici Hrvatskoj, 1945. godine iznosila 3 m/ha. Nažalost, autor nije iznio podatak na koju se površinu i kategoriju šumske prometnice ovaj podatak odnosi. Prvi suvisli podatak o otvorenosti šuma Republike Hrvatske vezan je za 1955. godinu (Peternel 1955), gdje autor navodi da od ukupno 5427 km postojećih šumskih komunikacija, na šumske ceste i puteve otpada 3560 km te na šumske željeznice i koturače 1867 km, što daje otvorenost od 3,9 m/ha otvorene šumske površine, 2,9 m/ha obrasle šumske površine, odnosno 2,1 km/ha ukupne šumske površine. Potočić (1983) navodi da je 1953. otvorenost gospodarskih šuma (bez krša) šumskim cestama iznosila 3,9 m/ha, a 1977. godine 6,4 m/ha uz 6860 km šumskih cesta. Šunjić (2005) prikazuje podatke o ukupnoj duljini šumskih cesta te izražava otvorenost šuma u odnosu na površinu kojom gospodari poduzeće »Hrvatske šume«, za razdoblje od 1991. (12753,7 km; 6,45 m/ha) do 1998. godine



Slika 1. Teorijski okvir transporta drva
Fig. 1 Theoretical frame of timber transport

(14476,7 km; 7,27 m/ha). Pentek i dr. (2007) iskazuju stanje primarne otvorenosti šuma kojima gospodari poduzeće »Hrvatske šume« za 2006. godinu po upravama šuma, odnosno prosječnu vrijednost od 11,82 m/ha (bez UŠP Split). Pentek i dr. (2011) prikazuju stanje primarne otvorenosti šuma kojima gospodari poduzeće »Hrvatske šume« za 2009. godinu po Upravama šuma, odnosno prosječne vrijednosti po reljefnim područjima: nizinsko (8,85 m/ha), prigorsko-brdsko (11,26 m/ha), planinsko (15,64 m/ha) te krško (7,63 m/ha). Hodić i Jurušić (2011) iskazuju stanje primarne otvorenosti šuma kojima gospodari poduzeće »Hrvatske šume« d.o.o. za 2009. godinu po Upravama šuma, odnosno prosječnu vrijednost za gospodarske šume od 12,54 m/ha, te prosječnu vrijednost za krške šume od 5,05 m/ha.

Smjernice za otvaranje šuma na strateškoj razini u hrvatskome šumarstvu određene su Šumskogospodarskom osnovom područja Republike Hrvatske 2006. – 2015. (Anon. 2006), koja propisuje dosezanje ciljane primarne otvorenosti pojedinih gospodarskih jedinica u idućih 20 godina od 15 m/ha za nizinsko područje, te 20 m/ha u brdskim i planinskim područjima. Za navedene ciljane otvorenosti, Sever i Šunjić (1996) navode da odgovaraju udaljenostima privlačenja od 300 m u brdsko-planinskom području, odnosno 267 m u nizinskom području.

Posebno valja istaknuti da gustoća šumske cesta dobiva na značenju u kontekstu operacije 4.3.3. »Ulaganja u šumsku infrastrukturu« Programa ruralnog razvoja Republike Hrvatske za razdoblje 2014. – 2020., gdje su propisane (NN 106/15, 65/17) ciljane gustoće primarne šumske prometne infrastrukture za pripadajuće kategorije reljefnih područja

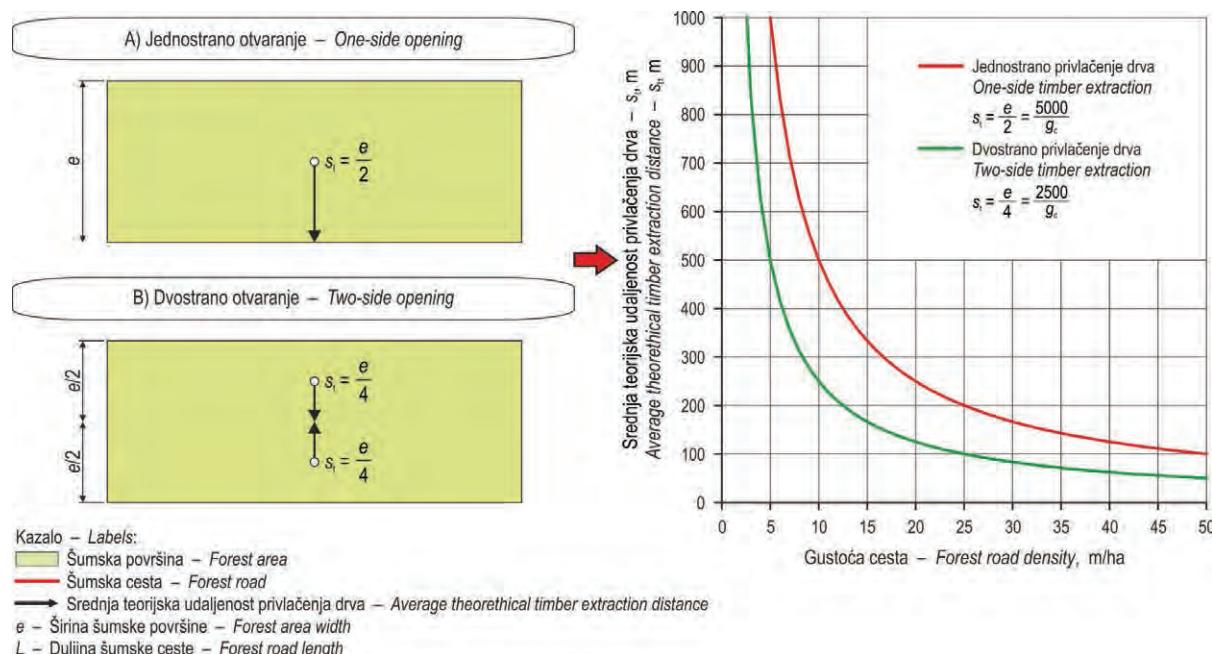
šuma (nizinsko – 15 km/1000 ha, brdsko (prigorsko) – 20 km/1000 ha, planinsko (gorsko) – 25 km/1000 ha te krško – 15 km/1000 ha). Međutim, želi li se valjano procijeniti kvantiteta postojeće šumske prometne infrastrukture, potrebno je jasno i nedvosmisleno definirati kriterije određivanja gustoće postojeće šumske prometne infrastrukture.

Ovaj se rad bavi kriterijima određivanja gustoće primarne šumske prometne infrastrukture.

2. KRITERIJI ODREĐIVANJA GUSTOĆE PRIMARNE ŠUMSKE PROMETNE INFRASTRUKTURE PREMA »TEHNIČKIM UVJETIMA ZA GOSPODARSKE CESTE« (ŠIKIĆ I DR. 1989)

CRITERIA FOR DETERMINING PRIMARY FOREST TRAFFIC INFRASTRUCTURE DENSITY ACCORDING TO THE »TECHNICAL REQUIREMENTS FOR ECONOMIC ROADS« (ŠIKIĆ ET AL. 1989)

U hrvatskome šumarstvu, trenutno važeće kriterije za određivanje gustoće primarne šumske prometne infrastrukture definiraju »Tehnički uvjeti za gospodarske ceste« (Šikić i dr. 1989), koji navode da za ocjenu gustoće šumskih cesta tj. otvorenosti šumskoga područja ne postoje jedinstvena mjerila. Isti autori, gustoću šumskih cesta iskazuju u km/1000 ha obrasle šumske površine. Smatraju da prometnica (ili njeni dijelovi) otvara šumu samo ako ima utjecaja na udaljenost privlačenja drva, te da je s nje moguć utovar drva.



Slika 2. Jednostrano i dvostrano otvaranje šuma/privlačenje drva

Fig. 2 One-side and two-side forest opening/timber extraction

Zbog jedinstvenosti načina utvrđivanja ovog parametra, pojednostavljenja izračuna, kao i mogućnosti usporedbe i praćenja, koriste sljedeće kriterije:

1. cesta (ili njen dio) koja prolazi kroz šumu obračunavat će se s ukupnom duljinom (100 %),
2. cesta koja prolazi rubom šume ili na udaljenosti od ruba šuma <300 m, a na njoj je moguć utovar drva, obračunavat će se s 50 % duljine,
3. cesta koja dolazi okomito na do ruba šume i tu završava uzimat će se u obračun s duljinom od 500 m,
4. plovni vodotok koji teče rubom šume, a njegova obala se koristi za utovar drva, obračunat će se s 50 % duljine,
5. meki (zemljani) putevi koji su povremeno (tijekom sušnog razdoblja) prohodni za prijevoz drva kamionima ne uzimaju se u obračun otvorenosti.

Navedeni su kriteriji u sažetom obliku uključeni u Pravilnik o uređivanju šuma (NN 111/06, NN 141/08) te (NN 79/15). Zadnji Pravilnik o uređivanju šuma (NN 79/15) u četiri stavka članka 40., obrađuje gustoću cesta i način njezina obračuna:

Otvorenost gospodarske jedinice prikazuje se u kilometrima na 1.000 hektara, a u obračun se uzima ukupna površina gospodarske jedinice.

Otvorenost gospodarske jedinice određuje se na temelju dužine šumske prometnice koje se mogu koristiti cijelu godinu.

Prometnica koja prolazi kroz šumu uzima se u račun cijelom dužinom, osim kad: 1) prolazi granicom dviju gospodarskih jedinica, odjela odnosno odsjeka, dužina se dijeli proporcionalno dužini tih granica; 2) prolazi rubom šume obračunavat će se sa 50 % svoje dužine.

Javne prometnice uzimaju se u račun otvorenosti, ako mogu služiti za utovar i prijevoz drvnog materijala cijele godine.

Dajući osvrt na prostorne kriterije obračuna gustoće šumske prometne infrastrukture, Bumber (2011) i Đuka (2014) navode da je redukcijom duljine rubnih cesta za 50 % u obračunu primarne otvorenosti šuma (gustoće šumske cesta), otklonjena potreba za diferenciranjem pojedinih saставnica primarne šumske prometne infrastrukture s obzirom na jednostrano (slika 2A), odnosno dvostrano privlačenje drva (slika 2B).

Prethodno navedeni kriteriji su nedovoljno precizni i jasni, te ostavljaju otvorenima mnoga pitanja, odnosno šumarskim je stručnjacima prepušteno donošenje niza subjektivnih odluka pri izračunavanju gustoće primarne šumske prometne infrastrukture. Više se autora (Bumber 2011, Đuka 2014, Lepoglavec 2014, Pentek i dr. 2011) u svojim objavama kritički osvrće na neke nejasnosti/nedorečenosti te daju prijedloge za njihovo unaprijeđenje. Dodatno, u proteklih više od 25 godina, koliko je proteklo od pisanja spomenutih kriterija, u području radova otvaranja šuma (Enache i dr. 2015, Grigolato i dr. 2017, Hribernik i Potočnik

2013, Krč i Beguš 2013, Laschi i dr. 2016, Pentek 2002, Pentek i dr. 2005, Pentek i dr. 2016, Sokolović i Bajrić 2013) i pridobivanja drva, došlo je do vrlo intenzivnog i obuhvatnog uvođenja novih tehnologija (Bergström i dr. 2016, Mederski i dr. 2016, Sánchez-García i dr. 2016, Visser i Stampfer 2015), metoda i postupaka (Ackerman 2016, Đuka i dr. 2016, Huber i Stampfer 2015), uz rast želje za izvođenjem radova na okolišno prihvatljiv način (Allman i dr. 2015, Poršinsky i dr. 2011, Sirén i dr. 2015). Zakonski okviri su u više od četvrt stoljeća, kao i integrirano gospodarenje šumama u cjelini (Pentek i Poršinsky 2012, Potočnik i dr. 2005) također doživjeli značajne promjene.

Sve navedeno navodi nas na zaključak da su promjene trebate zahvatiti i kriterije određivanja gustoće primarne šumske prometne infrastrukture. Nužan intenzitet promjena kriterija je bio takav, da postojeće kriterije određivanja gustoće primarne šumske prometne infrastrukture nije bilo moguće poboljšati (unaprijediti, prilagoditi), već je trebalo osmislići potpuno nove kriterije. Nažalost, to nije potaknuto inicijativom unutar Republike Hrvatske, već zahtjevom EU tijekom izrade Programa ruralnog razvoja Republike Hrvatske za razdoblje 2014. – 2020. i u okviru njega pripadajućega Pravilnika, koja je prepoznala manjkavosti i nedostatke prisutne u fazi planiranja šumskih prometnica u hrvatskom operativnom šumarstvu.

3. NOVODEFINIRANI KRITERIJI ODREĐIVANJA

GUSTOĆE PRIMARNE ŠUMSKE PROMETNE

INFRASTRUKTURE (NN 106/15, 65/17)

NEW CRITERIA FOR DETERMINING PRIMARY FOREST TRAFFIC INFRASTRUCTURE DENSITY (NN 106/15, 65/17)

Kako bi se izbjegla/smanjila svaka subjektivnost, dobili objektivni podaci te omogućila usporedivost izračunate gustoće primarne šumske prometne infrastrukture različitih gospodarskih jedinica, prišlo se izradi potpuno novih kriterija koji će poslužiti za precizno, objektivno i transparentno određivanje gustoće primarne šumske prometne infrastrukture. Kriteriji su razvijeni i detaljno opisani u okviru Obrasca za izradu Elaborata učinkovitosti mreže šumske prometnice – primarne šumske prometne infrastrukture, koji je sastavni dio Pravilnika o provedbi mjere M04 »Ulaganje 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, 65/17).

Navedeni Pravilnik gustoću primarne šumske prometne infrastrukture (šumske, javne i nerazvrstane ceste) iskazuje u km/1000 ha, a određuje na temelju uspostavljenog registra i uz primjenu kriterija za područje određene gospodarske jedinice. Pri izračunu gustoće primarne šumske prometne infrastrukture, uslijed održivoga gospodarenja šumom na

površini čitave gospodarske jedinice, u obzir se uzima ukupna površina šume i šumskog zemljišta. Osim navedenoga, duljinu pojedine sastavnice primarne šumske prometne infrastrukture koja se uzima u obzir pri obračunu gustoće primarne šumske prometne infrastrukture, određuje 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:

- ima izgrađenu kolničku konstrukciju (gornji ustroj),
- u većoj mjeri ispunjava bitne minimalne tehničke značajke nužne za prijevoz drva solo kamionom,
- ne postoji prometnom signalizacijom regulirano ograničenje osovinskog prometnog opterećenja manje od 10 tona i ukupnog prometnog opterećenja manje od 26 tona,
- 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

1. 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, se uzima u obračun gustoće primarne šumske prometne infrastrukture čitavom svojom duljinom (100 % duljine).

2. 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).

3. 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).

4. 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, se uzima 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.

5. 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 definiranja novih kriterija određivanja gustoće primarne šumske prometne infrastrukture, nametnulo se pitanje njihova tumačenja i primjene. Naime, iako su novo-definirani kriteriji jasni, precizni, objektivni i jednoznačni, oni svakako nisu jednostavni i lagani za razumijevanje poglavito kolegama koji se u operativnom šumarstvu ne susreću svakodnevno s problematikom otvaranja šuma, ali je opet u okviru svojega posla moraju poznavati.

To je dovelo do pisanja ovoga rada, u kojem su na ortosnimkama prikazani te združeni sa fotografijom (slikovni dio registra primarne šumske prometne infrastrukture iz studije slučaja) najčešći slučajevi primjene osnovnog/eliminacijskog i posebnih/prostornih kriterija pri određivanju gustoće primarne šumske prometne infrastrukture. Treba napomenuti da autori nisu imali ambiciju prikazati sve moguće slučajeve koji se pri određivanju gustoće primarne šumske prometne infrastrukture, u stvarnim, konkretnim slučajevima, mogu pojaviti. Bilo bi to i suviše ambiciozno te gotovo nemoguće/neizvedivo.

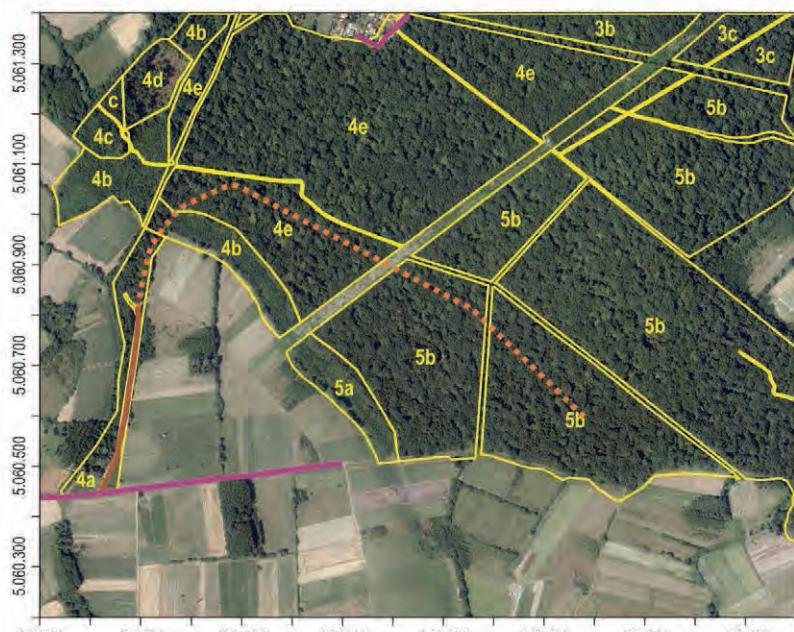
4. NAJČEŠĆI SLUČAJEVI PRIMJENE KRITERIJA ODREĐIVANJA GUSTOĆE PRIMARNE ŠUMSKE PROMETNE INFRASTRUKTURE (NN 106/15, 65/17)

THE MOST COMMON CASES OF CRITERIA APPLICATION FOR PRIMARY FOREST ROAD DENSITY CALCULATION (NN 106/15, 65/17)

4.1 Osnovni/eliminacijski kriteriji – Basic/eliminatory criteria

Sagledavši osnovne/eliminacijske kriterije određivanja gustoće primarne šumske prometne infrastrukture posve je

A) Primjer gospodarska jedinica »Turopoljski lug« – Example Management Unit »Turopoljski lug«



Prometna infrastruktura – Traffic infrastructure:

— Nerazvrstana cesta – Unclassified road

— Šumska cesta – Forest road

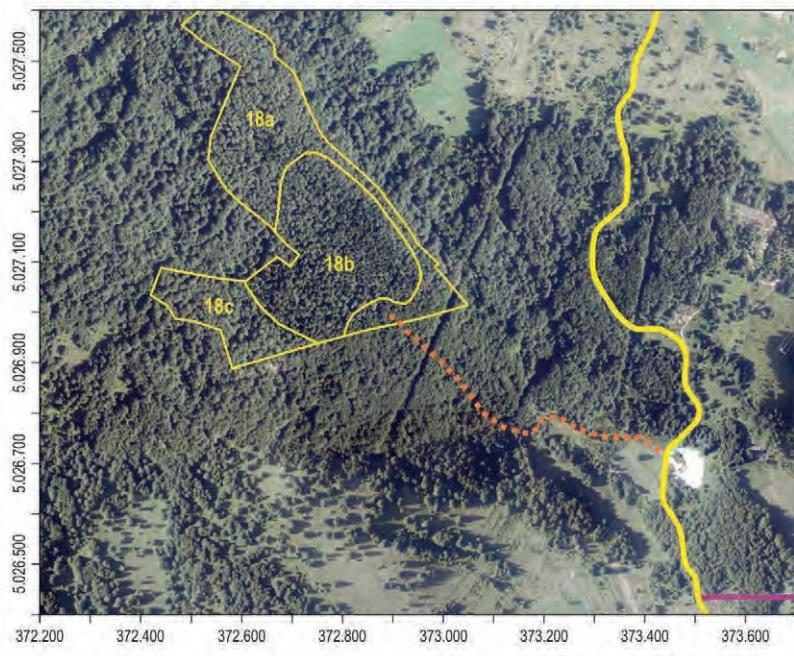
— Šumska cesta bez kolničke konstrukcije – Forest road without pavement

Gospodarska jedinica – Management unit:

— Turopoljski lug (319)

1 : 15.000

B) Primjer gospodarska jedinica »Belevine« – Example Management Unit »Belevine«



Prometna infrastruktura – Traffic infrastructure:

— Lokalna cesta LC 58031 – Local road 58031

— Nerazvrstana cesta – Unclassified road

— Traktorski put ili šumska cesta? – Skid or forest road?

Gospodarska jedinica – Management unit:

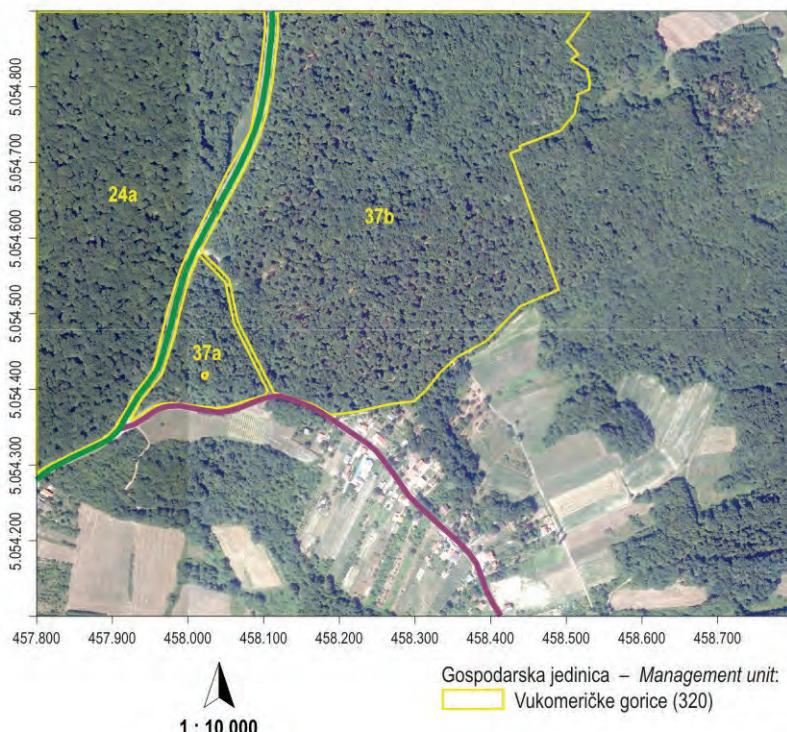
— Belevine (587)

1 : 15.000

Slika 3. Primjeri osnovnih/eleminacijskih kriterija obračuna gustoće primarne šumske prometne infrastrukture – Prvi dio

Fig. 3 Examples of basic/eliminatory criteria for primary forest traffic infrastructure density calculation – Part one

A) Primjer gospodarska jedinica »Vukomeričke gorice« – Example Management Unit »Vukomeričke gorice«

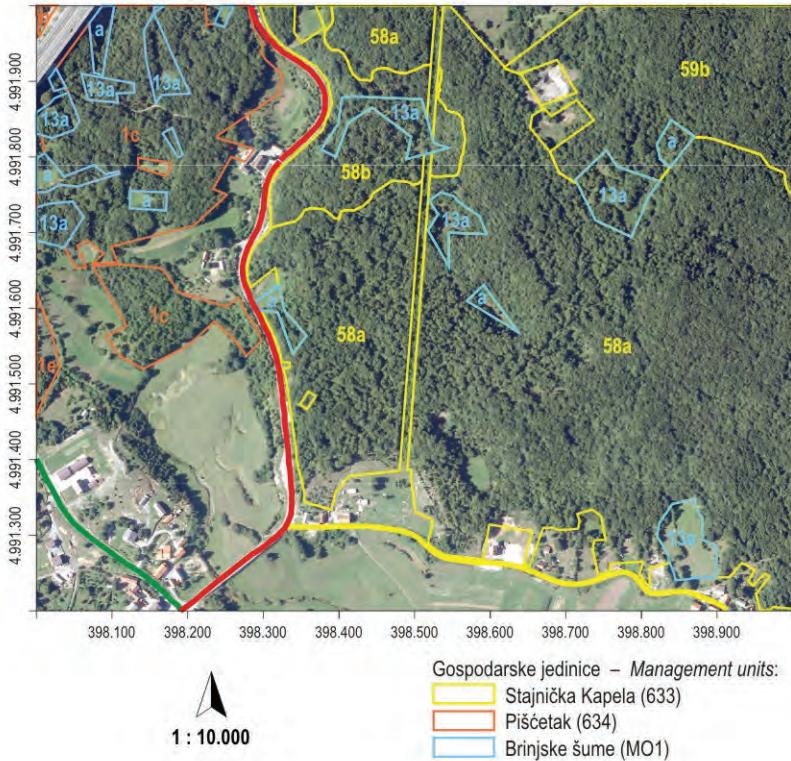


B) Primjer gospodarska jedinica »Šiljakovačka dubrava« – Example Management Unit »Šiljakovačka dubrava«

**Slika 4.** Primjeri osnovnih/eliminacijskih kriterija obračuna gustoće primarne šumske prometne infrastrukture – Drugi dio

Fig. 4 Examples of basic/eliminatory criteria for primary forest traffic infrastructure density calculation – Part two

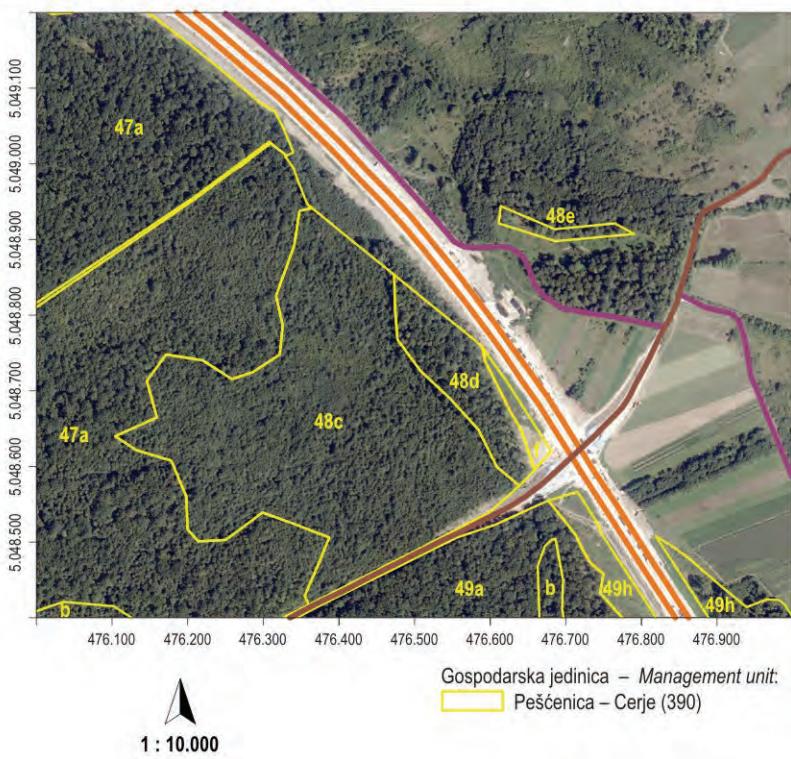
A) Primjer gospodarska jedinica »Stajnička Kapela« – Example Management Unit »Stajnička Kapela«



Prometna infrastruktura – Traffic infrastructure:

- Državna cesta DC 23 – State road DC 23
- Županijska cesta ŽC 5191 – County road ŽC 5191
- Lokalna cesta LC 59007 – Local road 59007

B) Primjer gospodarska jedinica »Peščenica – Cerje« – Example Management Unit »Peščenica – Cerje«



Prometna infrastruktura – Traffic infrastructure:

- Autocesta A 11 – Highway A 11
- Nerazvrstane ceste – Unclassified roads
- Šumska cesta – Forest road

Slika 5. Primjeri osnovnih/eleminacijskih kriterija obračuna gustoće primarne šumske prometne infrastrukture – Treći dio

Fig. 5 Examples of basic/eliminatory criteria for primary forest traffic infrastructure density calculation – Part three

jasno da ceste moraju ispunjavati dva osnovna uvjeta: 1) mogućnost prijevoza drva kamionom i 2) mogućnost privlačenja drva do njihovoga ruba u cilju formiranja pomoćnih stovarišta.

Prvi osnovni/eliminacijski podkriterij »cesta ima izgrađenu kolničku konstrukciju (gornji ustroj)« odnosi se na isključivanje iz obračuna otvorenosti cesta bez izgrađenog gornjeg ustroja, koje su prohodne za prijevoz drva kamionima samo povremeno, tijekom sušnog razdoblja. Ovakve prometnice tipične su za poljske putove u neposrednoj blizini šume, traktorske putove, ali predstavljaju i fazu u gradnji šumskih cesta (slika 3A prikazuje jednu takvu šumsku cestu u dijelu GJ Tropoljski lug). Na globalnoj razini, često su prisutne dvojbe oko pojma što je šumska cesta (npr. *Low-volume roads*).

Drugi osnovni/eliminacijski podkriterij »cesta u većoj mjeri ispunjava bitne minimalne tehničke značajke nužne za prijevoz drva solo kamionom«, se osim na već spomenuto nepostojanje gornjega ustroja prometnice odnosi na cijeli niz problema proisteklih tijekom projektiranja i/ili gradnje cesta. Najčešći primjeri su neadekvatna: 1) širina planuma, 2) uzdužni i poprečni nagib, 3) radijusi vertikalnih i horizontalnih krivina, 4) izostanak elemenata odvodnje vode,... Ovo su slučajevi tipični za poljske putove u neposrednoj blizini šume, ali i za pojedine segmente šumskih cesta koji imaju značajke traktorskoga puta. Takva neadekvatna prometnica, koja se odvaja od lokalne ceste LC 58031 (Zalesina – Stari Laz) i otvara dislocirani odjel 18 GJ Belevine prikazana je na slici 3B.

Treći osnovni/eliminacijski podkriterij »na cesti ne postoji prometnom signalizacijom regulirano ograničenje osovinског prometnog opterećenja manje od 10 tona i ukupnog prometnog opterećenja manje od 26 tona«, ponajprije je povezan sa člankom 13. Pravilnika o tehničkim uvjetima vozila u prometu na cestama (NN 85/2016), koji određuje najveće dopuštene mase i ukupne mase motornih vozila, priliključnog vozila ili skupa vozila te osovinska opterećenja vozila u stanju mirovanja na vodoravnoj podlozi, pri prijevozu tereta na javnim cestama. Ovaj eliminacijski kriterij, isključivo se odnosi na javne ceste nižih kategorija (lokalne i nerazvrstane ceste), kojima upravljaju jedinice lokalne samouprave, a koje u svojim proračunima nemaju dovoljno financijskih sredstava za održavanje postojećih cesta, što za posljedicu ima donošenje odluka o postavljanju znakova zabrane prometa za vozila: 1) čija ukupna masa prelazi određenu masu ili 2) koja prekoračuju određeno osovinsko opterećenje. Ovakva su postupanja u neskladu sa člankom 65. Zakona o šumama (NN 140/05,..., 94/14), koji definira iznos (3,5 %, odnosno 5 % od prodajne cijene drvnih sortimenata na panju), namjenu i kontrolu utroška sredstava šumskog doprinosa, koji pravne i fizičke osobe koje obavljaju prodaju drva uplaćuju na poseban račun jedinice lokalne samouprave područja na kojem je obavljena sječa i namjenski se koriste isključivo za financiranje izgradnje i

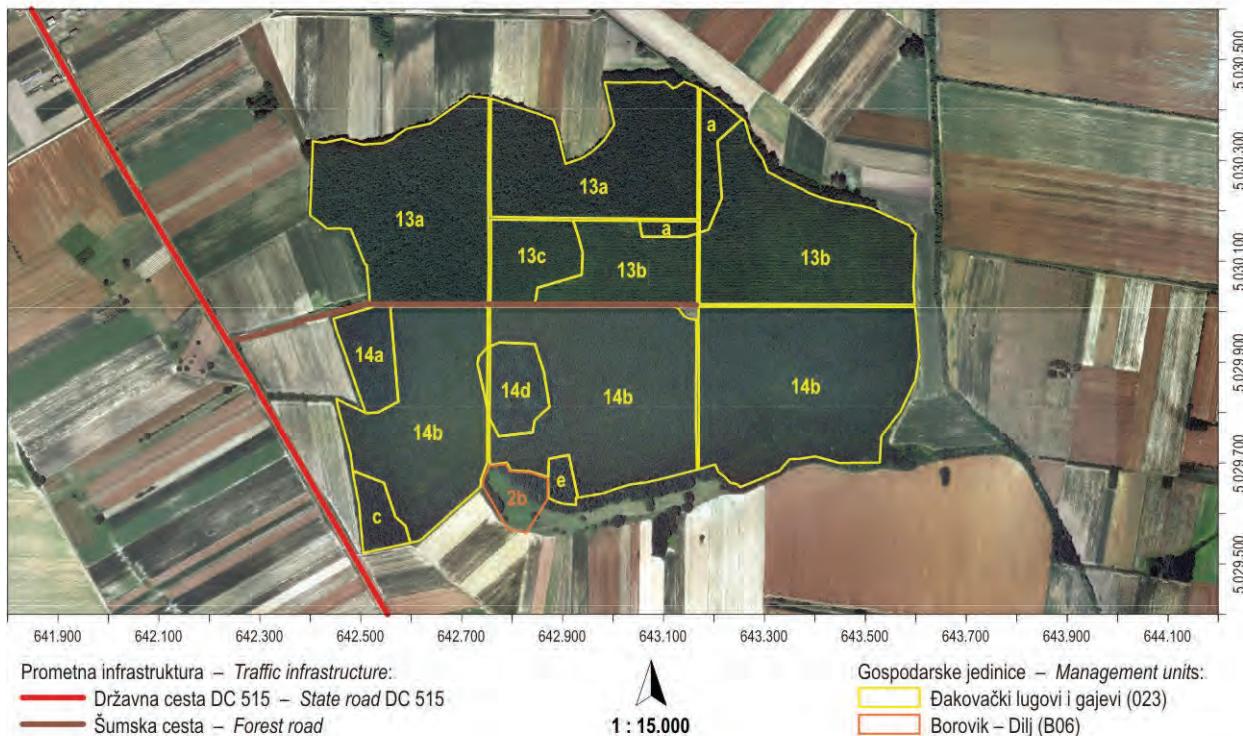
održavanja komunalne infrastrukture. Ovakav je primjer prisutan u GJ Vukomeričke gorice (slika 4A), gdje se na početku nerazvrstane ceste duljine 3,74 km, koja je u naravi odvojak od županijske ceste ŽC 1046 (A.G. Grada Velika Gorica – Lukinić Brdo – D36), nalazi prometni znak zabrane prometa za vozila, čija ukupna masa prelazi 5 t, čime je isključena mogućnost prijevoza drva kamionima po ovoj cesti, unatoč tomu što ona na duljini od 270 m jednostrano otvara odsjeke 37a i 37b. Da situacija bude još zanimljivija, na istu su nerazvrstanu cestu povezane još četiri šumske ceste koje primarno otvaraju GJ Vukomeričke gorice (izvan prikaza slike 4A).

Četvrti osnovni/eliminacijski podkriterij »do ceste se može privlačiti drvo pri čemu se šumska vozila neće kretati po nešumskom zemljištu (poljoprivredno zemljište, urbanizirano zemljište i sl.)«, odnosi se na isključenje mogućnosti privlačenja drva po nešumskim površinama, što je često prisutno ograničenje u ruralnim područjima s poljoprivrednom proizvodnjom. Ovaj slučaj prikazan je na slici 4B, na primjeru nerazvrstane ceste u GJ Šiljakovačka dubrava, gdje prvi segment duljine od 550 m od županijske ceste ŽC 1046 (A.G. Grada Velika Gorica – Lukinić Brdo – D36) ne otvara šumsku površinu, zatim sljedeći segment duljine 165 m jednostrano otvara dio odsjeka 15a i 15d, da bi zadnji segment od 125 m (na prikazu) dvostrano otvarao šumsku površinu (odsjeci 13b i 15c).

Svakako je važno istaknuti i dva slučaja vezana za javne ceste, koje osnovni/eliminacijski kriterij određivanja gustoće primarne šumske prometne infrastrukture izrijekom ne spominju (slika 5). Naime, na mnogim je segmentima javnih cesta nemoguće smjestiti (formirati) pomoćno stovarište u njihovom cestovnom zemljištu i zaštitnom pojusu, s ciljem da kamion utovaruje drvo s jednog prometnog traka, uz obavezno odobrenje Elaborata privremene regulacije prometa (Pravilnik o sadržaju, namjeni i razini razrade prometnoga elaborata za ceste – NN 140/13), shodno odredbama Zakona o cestama (NN 84/11, 22/13, 54/13, 148/13, 92/14) i Zakona o sigurnosti prometa na cestama (NN 67/08, 48/10, 74/11, 80/13, 158/13, 92/14, 64/15). Najčešći uzrok navedenome su: 1) strmi pokosi usjeka i zasječka prometnica koje šumska vozila pri privlačenju ne mogu svladati (Đuka i Poršinsky 2015, Đuka i dr. 2015, Poršinsky i dr. 2016, Visser i Berkett 2015) te izostanak sekundarne šumske prometne infrastrukture, 2) nepostojanje prostora za skladištenje drva, 3) duboki i široki odvodni kanali prometnice koji onemogućavaju prihvatanje kamionu, 4) nepreglednost segmenta ceste (»puna crta«).

Primjer je navedenoga prisutan u GJ Stajnička Kapela (slika 5A), gdje državna cesta DC 23 (Duga Resa – Josipdol – Žuta Lokva – Senj) jednostrano otvara šumu na ukupnoj duljini od 8 km. Međutim, strmi zasječci i usjeci te uzak zaštitni pojasi ceste (problem privlačenja i usklađenja drva), isklju-

A) Primjer gospodarska jedinica »Đakovački lugovi i gajevi« – Example Management Unit »Đakovački lugovi i gajevi«



B) Primjer gospodarska jedinica »Slavir« – Example Management Unit »Slavir«

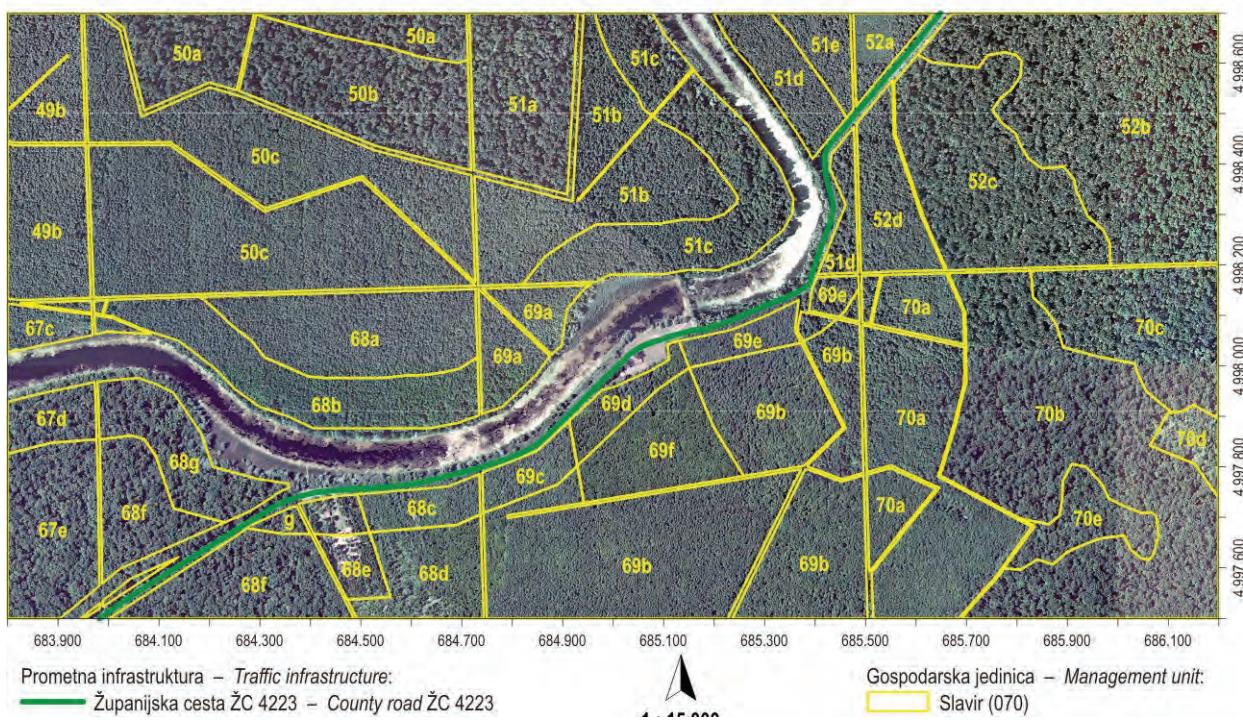
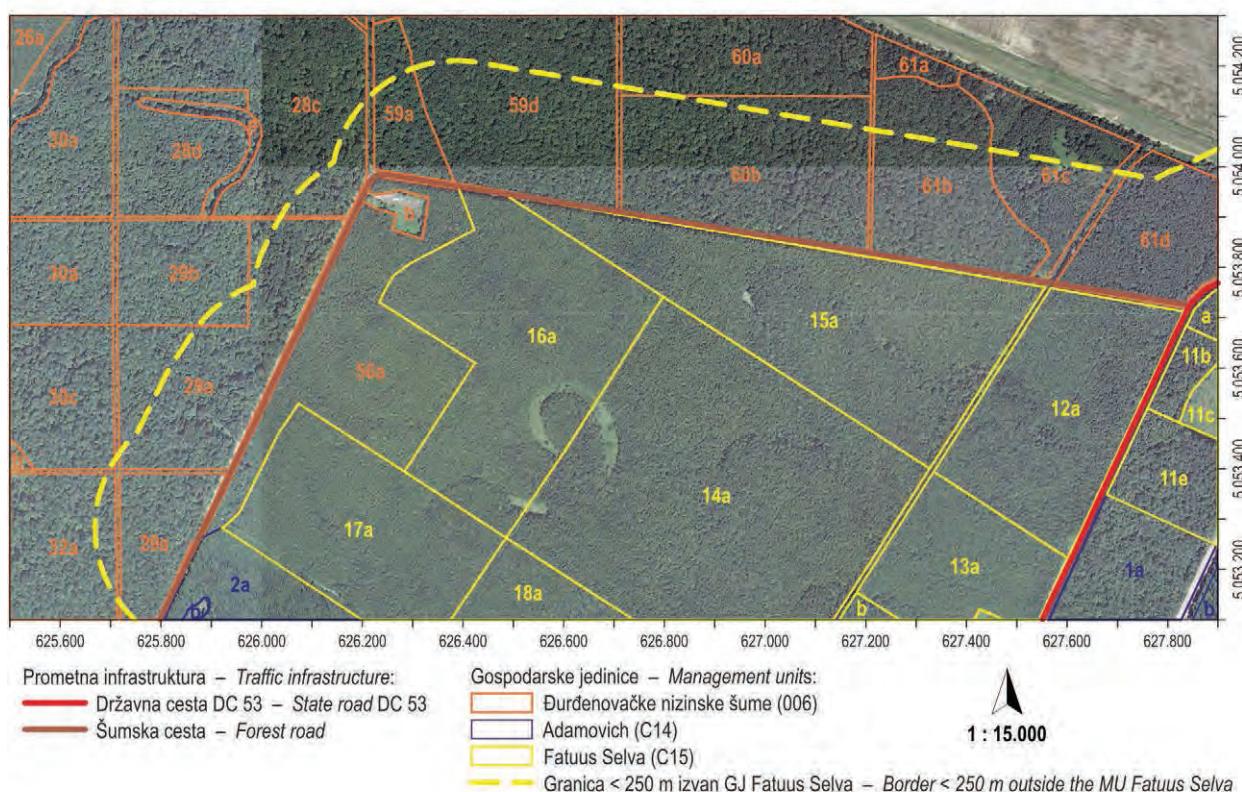
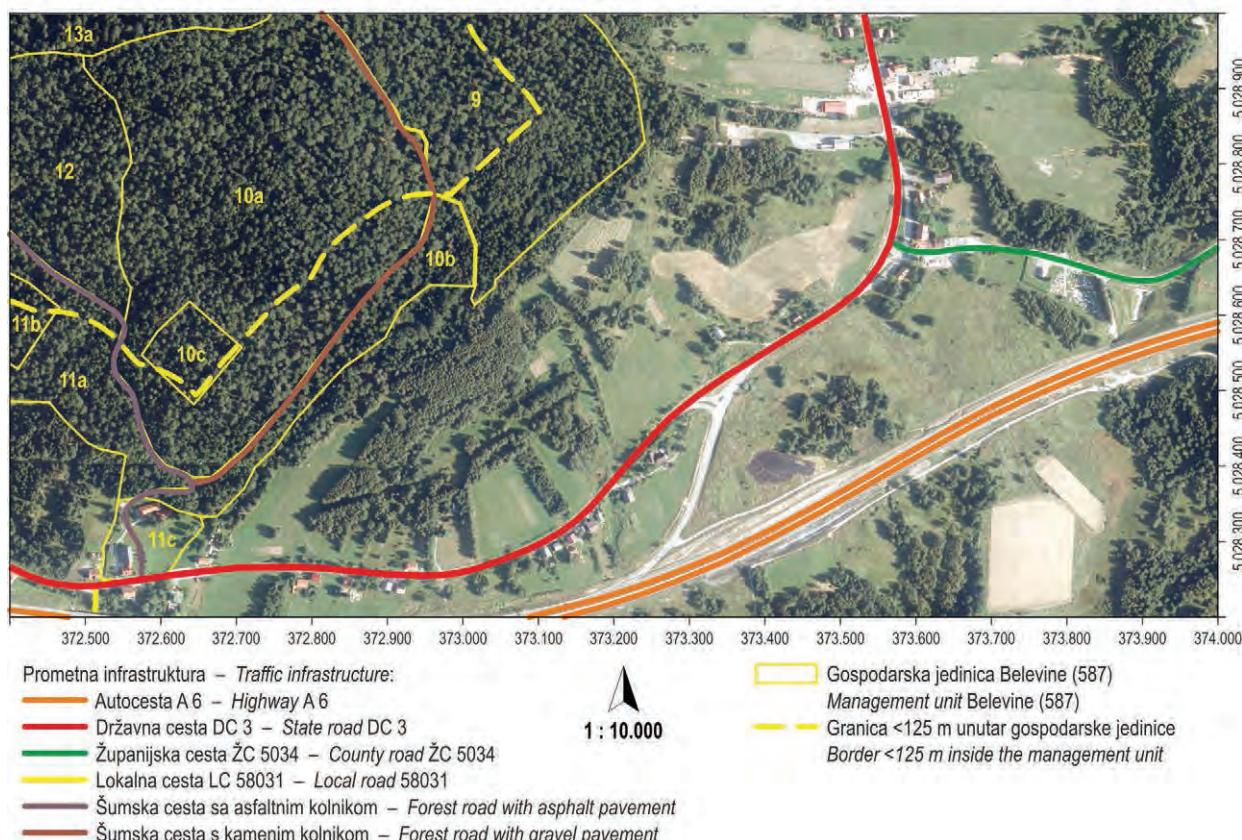
**Slika 6.** Primjeri posebnih/prostornih kriterija obračuna gustoće primarne šumske prometne infrastrukture – Prvi dio

Fig. 6 Examples of specific/spatial criteria for primary forest traffic infrastructure density calculation – Part one

A) Primjer gospodarska jedinica »Fatuus Selva« – Example Management Unit »Fatuus Selva«



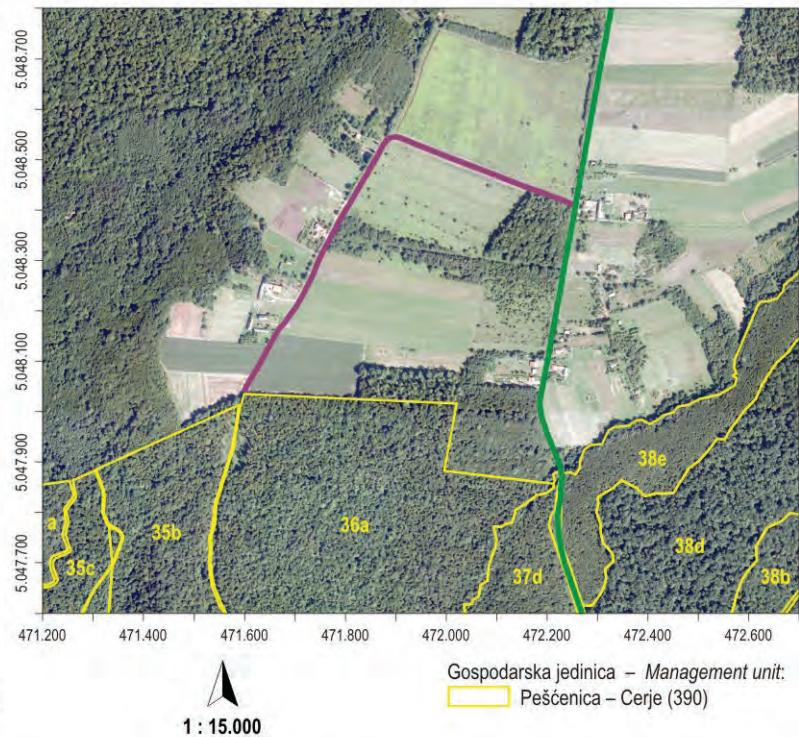
B) Primjer gospodarska jedinica »Belevine« – Example Management Unit »Belevine«



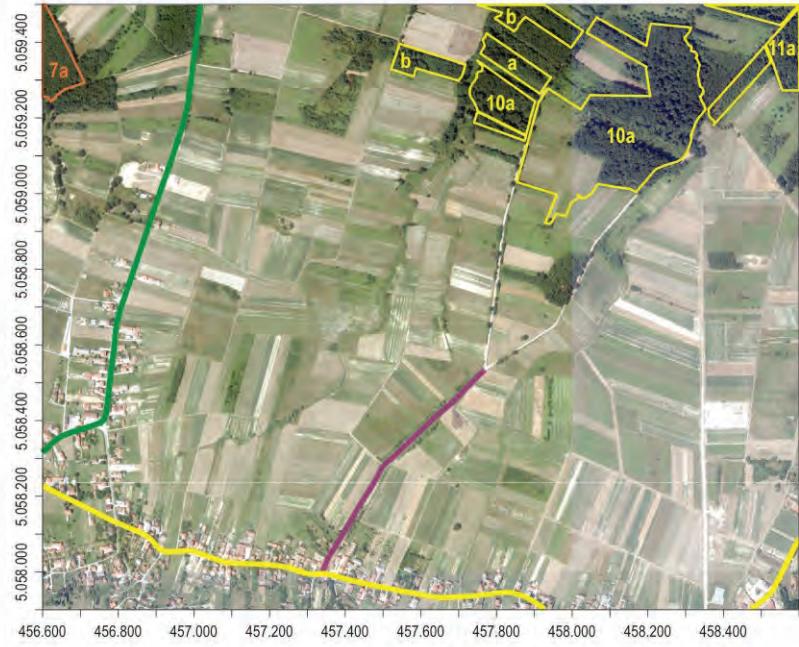
Slika 7. Primjeri posebnih/prostornih kriterija obračuna gustoće primarne šumske prometne infrastrukture – Drugi dio

Fig. 7 Examples of specific/spatial criteria for primary forest traffic infrastructure density calculation – Part two

A) Primjer gospodarska jedinica »Peščenica – Cerje« – Example Management Unit »Peščenica – Cerje«



B) Primjer gospodarska jedinica »Turopoljske šume« – Example Management Unit »Turopoljske šume«



Slika 8. Primjeri posebnih/prostornih kriterija obračuna gustoće primarne šumske prometne infrastrukture – Treći dio
Fig. 8 Examples of specific/spatial criteria for primary forest traffic infrastructure density calculation – Part three

čuju ovu cestu iz obračuna gustoće primarne šumske prometne infrastrukture.

Isto tako, važno je istaknuti da na autocestama ne postoje nikakva ograničenja za prijevoz drva kamionima, međutim autoceste su jedina kategorija javnih cesta na koju se ne odnose odredbe Pravilnika o sadržaju, namjeni i razini razrade prometnoga elaborata za ceste (NN 140/13), čime je isključena mogućnost privlačenja drva na pomoćna stovarišta u njihovom cestovnom zemljištu i zaštitnom pojusu, odnosno utovar drva u kamione s njihovog zaustavnog traka. Ovaj slučaj prikazuje slika 5B, na primjeru autoceste A11 (Zagreb, čvorište Jakuševec – Velika Gorica – Sisak), koja prolazi dijelom GJ Peščenica – Cerje.

4.2 Posebni/prostorni kriteriji – *Specific/spatial criteria*

Pet posebnih/prostornih kriterija govori o duljini pojedinih cesta ili segmenata pojedinih prometnica u obračunu gustoće primarne šumske prometne infrastrukture s obzirom na njihov prostorni položaj u šumskoj površini, odnosno na mogućnost jednostranog ili dvostranog privlačenja drva.

Prvi posebni/prostorni kriterij »cesta 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)« prikazuje šumska cesta (ukupne duljine 940 m) na primjeru odjela 13 i 14 GJ Đakovački lugovi i gajevi (slika 6A). Međutim, prvih 210 m šumske ceste ne otvara šumu, već ju povezuje sa DC 515 (Našice – Đakovo), sljedećih 80 m (odsjak 14a) jednostrano otvara šumu, a preostalih 650 m dvostrano. Navedenim, uzimajući u obzir prvi i treći prostorni kriterij određivanja gustoće primarne šumske prometne infrastrukture, ova šumska cesta sudjeluje sa 690 m u obračunu primarne otvorenosti.

Drugi posebni/prostorni kriterij »cesta 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)« prikazan je na primjeru županijske ceste ŽC 4223 (Otok – Bošnjaci) u GJ Slavir (slika 6B). Vodotok Virovi širine 50 – 75 m, onemogućava privlačenje drva iz odjela 50 i odsjeka 68a, 68b, 69a, 51a, 51b i 51c na ŽC 4223 te prikazani segment ove prometnice duljine od 1400 m ulazi u obračun primarne otvorenosti sa polovicom svoje duljine.

Treći posebni/prostorni kriterij »cesta koja prolazi granicom gospodarske jedinice, 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)«, odnosi se na definiranje graničnih vrijednosti širine gravitacijskih površina »rubnih« cesta s ciljem razlučivanja jednostranoga od dvostranoga privlačenja drva. Granične vrijednosti (125 m unutar šume i 250 m izvan šume) širine pojasa otvaranja, zasnovane su na teorijskom razmaku šumskih cesta (slika 1A) za gustoću cesta od 20 m/ha, iz kojeg proizlazi teorijski razmak između cesta od 500 m, odnosno srednja teorijska udaljenost privlačenja drva od 125 m. Karakteristične slučajevе ovog prostornog kriterija prikazuje slika 7, na primjeru dvije gospodarske jedinice: 1) Fatuus Selva i 2) Belevine.

Prvi je primjer vezan uz šumsku cestu koja se odvaja od državne ceste DC 53 (Donji Miholjac – Našice – Slavonski Brod) te na duljini od 1480 m prolazi samom vanjskom granicom GJ Fatuus Selva, odnosno sljedećih 930 m na udaljenosti do 250 m od granice s njene vanjske strane, a unutar GJ Đurđenovačke nizinske šume (slika 7A). Oba segmenta (1480 m + 930 m) navedene šumske ceste, jednostrano otvaraju GJ Fatuus Selva te ulaze u obračun otvorenosti s polovicom svoje duljine (1205 m).

Drugi primjer je vezan uz šumsku cestu sa kamenim kolnikom ukupne duljine 853 m, koja primarno otvara odjele 9, 10 i 13 GJ Belevine (slika 7B). Prvih 514 m navedene šumske ceste prolazi granicom odsjeka 10a i 10b, na udaljenosti 30 do 50 m od granice gospodarske jedinice s njene unutarnje strane te šumu otvara jednostrano. Preostalih 339 m prolazi granicom odjela 9 i odsjeka 10a na udaljenosti > 125 m od granice gospodarske jedinice s njene unutarnje strane te šumu otvara dvostrano. Uzimajući u obzir prvi i treći prostorni kriterij određivanja gustoće primarne šumske prometne infrastrukture, ova šumska cesta sudjeluje sa 596 m u obračunu primarne otvorenosti.

Četvrti posebni/prostorni kriterij »cesta minimalne duljine 500 m,..., koja dolazi do granice gospodarske jedinice 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)«, odnosi se na definiranje granične vrijednosti širine gravitacijske površine »rubnih« cesta koje okomito prilaze šumi, odnosno jednostranoga privlačenja drva. Granična vrijednost širine pojasa otvaranja (250 m), isto je tako zasnovana na teorijskom razmaku šumskih cesta (slika 1A) za gustoću cesta od 20 m/ha. Ovaj slučaj prikazuje slika 8A, na primjeru nerazvrstane ceste s kamenom kolničkom konstrukcijom duljine 972 m, koja se odvaja od županijske ceste ŽC 3151 (Peščenica – Brežane Lekeničke – Cerje) u GJ Peščenica – Cerje. Uzimajući u obzir četvrti prostorni kriterij određivanja gustoće primarne šumske prometne infrastrukture, ova nerazvrstana cesta u obračunu primarne otvorenosti sudjeluje sa 250 m.

Peti posebni/prostorni kriterij »cesta koja dolazi blizu granice gospodarske jedinice 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«, isto se tako odnosi na definiranje granične vrijednosti širine gravitacijske površine »rubnih« cesta koje okomito prilaze šumi. Karakteristični slučajevi ovog prostornog kriterija prikazani su na primjeru dvije gospodarske jedinice: 1) Turopoljski lug (slika 3A) i 2) Turopoljske šume (slika 8B).

Primjer iz GJ Turopoljski lug (slika 3A), vezan je uz nerazvrstanu cestu s kamenom kolničkom konstrukcijom, duljine 880 m, koja odsjeku 5a GJ Turopoljski lug prilazi okomito kroz poljoprivredne površine te završava na 70 m od njegove jugoistočne granice. Završetak nerazvrstane ceste s šumskom površinom povezuje poljski put bez kolničke konstrukcije, koji u naravi predstavlja traktorski put. Primjenjujući peti prostorni kriterij određivanja gustoće primarne šumske prometne infrastrukture, ova nerazvrstana cesta u obračunu primarne otvorenosti sudjeluje sa 215 m.

Primjer iz GJ Turopoljske šume (slika 8B), vezan je za nerazvrstanu cestu s kamenom kolničkom konstrukcijom duljine 700 m, koja se odvaja od lokalne ceste LC 10172 (ŽC 1046 – Donji Dragonožec – Donji Trpuci – Gornji Trpuci – Lipnica) i odsjeku 10a GJ Turopoljske šume prilazi okomito kroz poljoprivredne površine te završava na 500 m od njegove južne granice. Završetak nerazvrstane ceste s odsjekom 10a povezuju dva poljska puta bez kolničke konstrukcije (ili traktorska puta) duljina: 640 m (desni) i 510 m (lijevi). Primjenjujući peti prostorni kriterij određivanja gustoće primarne šumske prometne infrastrukture, ova nerazvrstana cesta ne sudjeluje u obračunu primarne otvorenosti.

4. Pogled u budućnost – Future outlook

Ovaj rad treba pojmiti kao svojevrsnu pomoć pri određivanju gustoće primarne šumske prometne infrastrukture za sve šumare koji se u svome radu svakodnevno, često ili tek ponekad susreću s problematikom primarnog otvaranja šuma.

Kriteriji određivanja gustoće primarne mreže šumske prometne infrastrukture, nisu stalni, naprotiv kao i većina stvari, živih bića ili pojava uokolo nas podložni su, s vremenom, manjim ili većim promjenama. Niti novodefinirani kriteriji određivanja gustoće primarne mreže primarne infrastrukture nisu od toga izuzeti. Naprotiv.

Novodefinirani kriteriji su u sadašnjem obliku prilično jasni, precizni, detaljni te lišeni većine procjena koje se temelje na subjektivnosti procjenitelja. No daleko su od idealnih kriterija. Stoga će se/trebali bi se i oni mijenjati onom dina-

mikom kako se budu uočavali neki njihovi nedostaci kojih sigurno ima.

Mogući slučajevi s kojima se u operativnom/praktičnom šumarstvu pri određivanju gustoće primarne šumske prometne infrastrukture možemo susresti, gotovo su neizbrojivi. Stoga su odabrani samo oni najkarakterističniji slučajevi koji su prikazani i objašnjeni. Rijetke, netipične slučajevе nastojat će se prikazati u nekim budućim radovima.

ZAHVALA

ACKNOWLEDGEMENTS

Istraživanje je provedeno u sklopu projekta »Optimizacija sustava pridobivanja drva i šumske prometne infrastrukture na strateško-taktičkoj razini planiranja« koji finansira Ministarstvo poljoprivrede Republike Hrvatske.

5. LITERATURA

REFERENCES

- Ackerman, P., R. Pulkki, B. Odhiambo, 2016: Comparison of Cable Skidding Productivity and Cost: Pre-Choking Mainline Versus Tagline Systems. Croat. j. for. eng. 37(2): 261–268.
- Allman, M., M. Ferenčík, M. Jankovský, M. Stanovský, V. Messingerová, 2015: Damage Caused by Wheeled Skidders on Cambisols of Central Europe. Croat. j. for. eng. 36(2): 205–215.
- Anon., 2006: Šumskogospodarska osnova područja Republike Hrvatske 2006. – 2015., »Hrvatske šume« d.o.o. Zagreb
- Bergström, D., F. Di Fulvio, Y. Nuutinen, 2016: Effect of Forest Structure on Operational Efficiency of a Bundle-Harvester System in Early Thinnings. Croat. j. for. eng. 37(1): 37–49.
- 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.
- Dietz, P., W. Knigge, H. Löfller, 1984: Walderschließung. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 1–426.
- Đuka, A., 2014: Razvoj modela prometnosti terena za planiranje privlačenja drva skiderom. Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–303.
- Đuka, A., T. Poršinsky, D. Vušić, 2015: DTM Models to Enhance Planning of Timber Harvesting. Bulletin of The Faculty of Forestry Beograd, Special Issue, 35–44.
- Đuka, A., T. Poršinsky, 2015: Analiza kamenitosti i stjenovitosti terena za potrebe privlačenja drva. Nova meh. šumar. 36: 43–52.
- Đuka, A., T. Pentek, D. Horvat, T. Poršinsky, 2016: Modelling of Downhill Timber Skidding: Bigger Load – Bigger Slope. Croat. j. for. eng. 38(2): 139–150.
- Enache, A., T. Pentek, V.D. Ciobanu, K. Stampfer, 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.
- Grigolato, S., O. Mologni, R. Cavalli, 2017: GIS Applications in Forest Operations and Road Network Planning: an Overview over the Last Two Decades. Croat. j. for. eng. 37(1): 175–186.

- Heinimann, H.R., 2017: Forest Road Network and Transportation Engineering – State and Perspectives. *Croat. j. for. eng.* 38(2): 155–173.
- Hodić, I., Z. Jurušić, 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., I. Potočnik, 2013: Forest Opening in Multipurpose Private Forest – Case Study. *Nova meh. šumar.* 34: 29–37.
- Huber, C., K. Stampfer, 2015: Efficiency of Topping Trees in Cable Yarding Operations. *Croat. j. for. eng.* 36(1): 185–194.
- Knebl, F., 1960: O perspektivama šumarstva Hrvatske. *Šum. list* 84(1–2): 1–6.
- Krč, J., B. Beguš, 2013: Planning Forest Opening with Forest Roads. *Croat. j. for. eng.* 34(2): 217–228.
- Laschi, A., F. Neri, N. Brachetti Montorselli, E. Marchi, 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.
- Mederski, P.S., M. Bembenek, Z. Karaszewski, A. Łacka, A. Szczepańska-Álvarez, M. Rosińska, 2016: Estimating and Modelling Harvester Productivity in Pine Stands of Different Ages, Densities and Thinning Intensities. *Croat. j. for. eng.* 37(1): 27–36.
- Matthews, D.M., 1942: Cost Control in the Logging Industry. McGraw-Hill Book Company Inc, New York, 1–374.
- Papa, I., T. Pentek, K. Lepoglavec, H. Nevečerel, T. Poršinsky, Ž. Tomašić, 2015: Metodologija izrade detaljnog registra primarne šumske prometne infrastrukture kao podloge za planiranje i optimizaciju radova održavanja šumskih cesta. *Šum. list* 139(7–8): 311–328.
- Pentek, T., 2002: Računalni modeli optimizacije mreže šumskih cesta s obzirom na dominatne utjecajne čimbenike. Doktorska disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–271.
- Pentek, T., D. Pičman, I. Potočnik, P. Dvorščak, H. Nevečerel, 2005: Analysis of an Existing Forest Road Network. *Croat. j. for. eng.* 26(1): 39–50.
- Pentek, T., H. Nevečerel, D. Pičman, T. 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., D. Pičman, H. Nevečerel, K. Lepoglavec, I. Papa, I. Potočnik, 2011: Primary Forest Opening of Different Relief Areas in the Republic of Croatia. *Croat. j. for. eng.* 32(1): 401–416.
- Pentek, T., T. Poršinsky, 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., A. Đuka, I. Papa, D. Damić, T. Poršinsky, 2016: Elaborat učinkovitosti primarne šumske prometne infrastrukture – alternativa studiji primarnog otvaranja šuma ili samo prijelazno rješenje? *Šum. list* 140(9–10): 435–453.
- Peternel, J., 1955: Šumske komunikacije u NR Hrvatskoj. *Šum. list* 79(11–12): 428–435.
- Poršinsky, T., I. Stankić, A. Bosner, 2011: Ecoefficient Timber Forwarding Based on Nominal Ground Pressure Analysis. *Croat. j. for. eng.* 31(1): 345–356.
- Poršinsky, T., M. Moro, A. Đuka, 2016: Kutovi i polumjeri prohodnosti skidera s vitlom. *Šum. list* 140(5–6): 259–272.
- Potočić, Z., 1983: Hrvatska, Sječa šuma. Šumarska enciklopedija II, Leksikografski zavod »Miroslav Krleža«, Zagreb, str. 92.
- 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.
- Sánchez-García, S., E. Canga, E. Tolosana, J. Majada, 2016: Analysis of Productivity and Cost of Forwarding Bundles of Eucalyptus Logging Residues on Steep Terrain. *Croat. j. for. eng.* 37(2): 241–249.
- Sever, S., S. Šunjić, 1996: Forest Opening Issues in Croatia. Proceedings of the Seminar on environmentally sound forest roads and wood transport, June 17–22, 1996, Sinaia, Romania, FAO Rome, 252–260.
- Sirén, M., J. Hyvönen, H. Surakka, 2015: Tree Damage in Mechanized Uneven-aged Selection Cutting. *Croat. j. for. eng.* 36(1): 33–42.
- Sokolović, Dž., M. Bajrić, 2013: Šumska prometna infrastruktura u Federaciji Bosne i Hercegovine. *Nova meh. šumar.* 34: 39–50.
- Šikić, D., B. Babić, D. Topolnik, I. Knežević, D. Božičević, Ž. Švabe, I. Piria, S. Sever, 1989: Tehnički uvjeti za gospodarske ceste. Znanstveni savjet za promet Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, Zagreb, 1–78.
- Šunjić, S., 2005: Šumske prometnice. Meh. šumar. 2001 – 2004, pos. izd. časopisa Nova meh. šumar., vol. 26(2005), broj 1: 113–116.
- Visser, R., K. Stampfer, 2015: Expanding Ground-based Harvesting onto Steep Terrain: A Review. *Croat. j. for. eng.* 36(2): 321–331.
- Visser, R., H. Berkett, 2015: Effect of Terrain Steepness on Machine Slope when Harvesting. *International Journal of Forest Engineering* 26(1): 1–9.
- * Zakon o šumama (NN 140/05, 82/06, 129/08, 80/10, 124/10, 25/12, 68/12, 148/13, 94/14)
- * Zakon o cestama (NN 84/11, 22/13, 54/13, 148/13, 92/14)
- * Zakon o sigurnosti prometa na cestama (NN 67/08, 48/10, 74/11, 80/13, 158/13, 92/14, 64/15)
- * Pravilnik o uređivanju šuma (NN 111/06, NN 141/08) i (NN 79/15)
- * Pravilnik o provedbi mјere M04 »Ulaganja u fizičku imovinu«, podmјere 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, 65/17)
- * Pravilnik o tehničkim uvjetima vozila u prometu na cestama (NN 85/2016)
- * Pravilnik o sadržaju, namjeni i razini razrade prometnoga elaborata za ceste (NN 140/13)
- * Odluka o razvrstavanju javnih cesta (NN 96/16)

Summary

In any planning, so even when planning the network of forest roads, it is an imperative to know the existing situation, and to have a detailed and accurate insight into the existing forest road network of the forest area in the process of opening, usually enabled by the forest traffic infrastructure registry. To validate the quantity of the existing forest traffic infrastructure (road density), it is necessary to precisely and unambiguously define the criteria for determining the density of existing forest traffic infrastructure.

In Croatian forestry, the currently valid criteria for determining the density of primary forest traffic infrastructure are defined by the »Technical Requirements for Economic Roads« (Šikić et al. 1989), which are summarised in the Forestry Management Regulations (NN 111/06, NN 141/08) and (NN 79/15). The criteria mentioned are insufficiently precise and unclear, which leaves the forestry experts to make a series of subjective decisions in calculating the density of primary forest traffic infrastructure.

To avoid/reduce any subjectivity, to obtain objective data and to make comparability of the calculated primary traffic infrastructure density of different management units, a set of completely criteria have been developed that will serve to accurately, objectively and transparently determine primary forest traffic infrastructure density. The criteria have been developed and described in detail in the Form for the Effectiveness Study of Primary Forest Road Traffic Infrastructure, an integral part of 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 the Republic of Croatia in the period from 2014 to 2020 (NN 106/15, 65/17).

The most frequent/characteristical examples of the application of criteria in determining the primary forest traffic infrastructure density are presented in the paper based on orthophoto maps together with photographs (image part of the primary forest traffic infrastructure registry from case studies).

KEY WORDS: primary forest traffic infrastructure density, basic/eliminatory criteria, specific/spatial criteria

ŠUMSKA SOVA (*Strix aluco* L.)

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

Najčešća je vrsta sove u Europi. Opisano je 11 podvrsta, od kojih u Europi obitavaju tri podvrste: *S. a. aluco* u središnjoj i istočnoj Europi, *S. a. sylvatica* na području Velike Britanije, Pirinejskog poluotoka, južne Italije, Grčke do središnje Turske i Bliskog istoka, *S. a. williamsii* na području sjeveroistočne Turske, Kavkaza, Irana i Turkmenije. Narašte u dužinu do 46 cm s rasponom krila oko jedan metar. Mužjak teži do 550 g, a ženka do 800 g. Odozgo je smeđe boje, prošarana s tamnim uzdužnim prugama, po trbuhi je svjetlija i isprugana, na krilima ima bijelu prugu, a na glavi izraženi pernati okvir oko glave (facijalni disk) te nema ušnih pera. Oči su crne boje, a kljun je žut. Spolovi su po izgledu slični, dok su po veličini ženke nešto krupnije građe od mužjaka, kao i kod ostalih vrsta sova. Po veličini tijela i glave šumska sova krupnija je od male ušare i kukuvije. Gnjiježdi jedan puta na godinu od veljače do lipnja najčešće u duplji, te u starim gnijezdima drugih ptica, povremeno i na tavanima napuštenih objekata. Postavljanjem platformi za gniježđenje sova u šumske sastojine pospješuje se gniježđenje, a time brojnost, očuvanje i zaštita sova koje svojom prehranom reguliraju brojnost populacije sitnih sisavaca u staništu u kojemu obitavaju. Time doprinosimo poboljšanju biološke metode održavanja populacije štetnih sitnih sisavaca manje štetnima. Nese 2-3 (6) bijelih jaja veličine oko 48×40 mm. Na jajima sjedi ženka oko četiri tjedna, a mladunce hrane oba roditelja još oko mjesec dana. Mlade ptice se raspršuju od kolovoza do studenog unutar radiusa od nekoliko kilometara pa do 20 km od gnijezdišta. Nastanjuje šumovita područja i voćnjake, ali je nerijetko susrećemo unutar naseljenih mjesta u gradskim parkovima i velikim vrtovima. Hrani se malim sisavcima, pticama, žabama i velikim insektima koje lovi u sumrak i noću. Neprobavljive dijelove plijena izbacuje u obliku gvalica kroz kljun. Gvalice šumske sove eliptičnog su oblika, zbijene su i teško se rastavljaju, tamno sive gotovo crne boje, na vanjskom dijelu vidljivi su ostaci kostiju plijena. Prosječna veličina iznosi im $4,3 \times 2,9$ cm. Analiza sadržaja gvalica sova neizravna je metoda pogodna za istraživanje rasprostranjenosti i ekologije sitnih sisavaca, bez izazivanja šteta u životu svijetu ili na staništu. Nastanjuje cijelu Europu, osim krajnjeg sjevera i Irske, najčešća je i najrasprostranjenija sova Europe. U Hrvatskoj je redovita stanarica i gnjezdarica šumskih područja kontinentalnog dijela, sjevernog dijela priobalja i nekih otoka (Cres, Krk, Brač, Mljet), dok je u



Dan najčešće provodi drjemajući na grani u blizini debla stabla.



U nedostatku prirodnog skrovišta jedinka šumske sove zamjenu je potražila u otvoru dimnjaka, u kojemu je izbila dimovodnu cijev od peći i ušla u prostoriju klijeti u vinogradu.



središnjem i južnom priobalju rijetka te je uglavnom srećemo tijekom zimskog razdoblja.

Šumska sova je strogo zaštićena vrsta u Republici Hrvatskoj.

Izgled gvalica šumske sove s vidljivim ostacima kostiju i dlake od plijena.

ZAŠTIĆENA PODRUČJA

Ključni izazovi proglašavanja prvih nacionalnih parkova i osnivanje prve parkovne agencije

Prof. dr. sc. Ivan Martinić

U ovom nastavku pričom smo i nadalje u ranoj povijesti zaštićenih područja prirode. Donose se ključne dileme, prijepori i veliki izazovi pri proglašavanju prvih nacionalnih parkova u Sjedinjenim državama. Uz uključivanje povijesnih i kulturnih spomenika u nacionalno skrbništvo, velike dileme odnosile su se na proglašavanje zaštićenih šuma od nacionalnog značenja. Posebno se osvrće na institucionalno jačanje pokreta za zaštitu parkova i osnivanje prve nacionalne parkovne službe, čijem sustavu djelovanja umnogome dugujemo današnji koncept nacionalnih parkova.

U Zakonu o šumskim rezervatima iz 1891. godine, Kongres je ovlastio predsjednike SAD-a da proglašavaju trajne šumske rezervate na javnom zemljištu. Šumski rezervati, odnosno zaštićene šume od nacionalnoga značenja (*National Forests*) kako su preimenovane 1907. godine, morale su biti čuvane prema načelima dugotrajnoga ekonomskoga dobitka i višenamjenske uporabe. Kroz 16 godina, predsjed-

nici Cleveland, McKinley i Roosevelt proglašili su 159 šumskih rezervata.

Nacionalni parkovi, osnovani uglavnom zbog svojih estetskih vrijednosti, predstavljali su iskaz velike volje u odricanju moguće ekonomske dobiti. Zbog toga je Kongres zadržao neposredan nadzor nad osnivanjem parkova te ga je trebalo svaki put iznova uvjeravati da zemljište predviđeno za nacionalne parkove uistinu zavrijeđuje zaštićeni status. Zakoni o osnivanju parkova donošeni su uglavnom nakon dugotrajnih i žestokih političkih kampanja koje bi vodili zaneseni zagovornici zaštite prirode i osnivanja zaštićenih područja. Pritom je zanos ljubitelja prirode često puta bio kombiniran s praktičnim poslovnim duhom američkih poduzetnika. U početnim danima nacionalnih parkova, takav je doprinos ponajprije dolazio od strane velikih željezničkih kompanija sa Zapada SAD-a. Novcem željezničkih kompanija na područjima nacionalnih parkova građeni su velebni hoteli rustikalnih stilova, kako bi se privukao što



Theodore Roosevelt, kao najmlađi predsjednik u povijesti Sjedinjenih država, postat će jedan od najvećih zagovornika pokreta zaštite prirode. Kao strastveni lovac više je puta boravio u NP Yosemite i NP Yellowstone, gdje se oduševljavao množinom divljači, čije se povećanje brojnosti moglo pripisati prijedlozima za zaštitu divljih životinja u kojima je i sam sudjelovao. U svojim govorima ljudi je redovito podsjećao kako su parkovi stvoreni „za dobrobit i uživanje naroda“. Prilikom kratkog posjeta Grand Canyonu, očaran spektakularnim pogledom s južnog ruba (South Rim), pozvao je ljudi iz Arizone da „zadrže to divno čudo prirode u sadašnjem stanju“.

Fotografija snimljena 1885. godine; izvor: Library of US Congress, preuzeto <http://www.pbs.org/nationalparks/history>

veći broj turista te se na taj način posredno povećao broj putnika na željezničkim linijama.

U kasnome 19. stoljeću porastao je i interes za očuvanje povijesnih ruševina indijanskih nastambi na javnom zemljištu. Prvo područje od povijesnoga značenja koje je zaštitio Kongres SAD-a bila je ruševina indijanskih nastambi *Casa Grande* u Arizoni, 1889. godine. Godine 1906. osnovan je NP Mesa Verde, štiteći indijanske nastambe sagrađene na stijenama u jugozapadnome Koloradu, a Kongres iste godine donosi *Antiquities Act* – Zakon o starinama koji ovlašćuje predsjednika SAD-a da „povijesne i pretpovijesne strukture, te druge objekte od povijesne i znanstvene važnosti“ stavi pod federalno skrbništvo kao državne (nacionalne) spomenike. Tim se zakonom također zabranjuju iskapanja i otuđivanje povijesnih nalazaka s javnoga zemlji-

šta bez odobrenja odgovarajućega ministarstva. Predsjednik Theodore Roosevelt iskoristio je Zakon o starinama da proglaši 18 spomenika od nacionalne važnosti za vrijeme svoga predsjedništva. Među njima nisu samo spomenici kulture kao El Morro i New Mexico, koji su objekti s pretpovijesnim hijeroglifima (crtežima) i povijesnim natpisima, nego i prirodni fenomeni kao Petrified Forest (okamenjena šuma) u Arizoni i Grand Canyon. Mnoge od tih nacionalnih spomenika Kongres je kasnije preimenovao u nacionalne parkove.

Do kolovoza 1916. godine, Ministarstvo unutarnjih poslova nadgledalo je 14 nacionalnih parkova, 21 nacionalni spomenik te rezervate Hot Springs i Casa Grande Ruins. Ova područja još uvijek nisu predstavljala pravi parkovi sustav, jer se njima nije gospodarilo sustavno. Bez organizacije dovoljno opremljene i obučene da upravlja ovim zaštićenim područjima, Ministarstvo se za pomoć moralno obratiti vojsci. Vojska je angažirana za izgradnju i nadzor parkova u Kaliforniji i NP Yellowstone. Vojnici su nadzirali ta područja te su u mnogome pomagali posjetiteljima, međutim, njihove su primarne dužnosti bile na drugim mjestima te se nije moglo računati na njihovu trajnu prisutnost u parkovima.

U takvome su stanju parkovi bili ranjivi, posebno kada je dolazilo do sukoba interesa, uključujući neke unutar sveprisutnijeg zaštitarskoga pokreta. Naime, u tom su se pokretu razvile dvije struje – tzv. utilitaristička struja koja je zagovarala kontrolirano iskorištavanje prirodnih dobara unutar nacionalnih parkova, dok je isključiva zaštitarska struja bila protiv svih zahvata u dobra nacionalnih parkova. Utilitaristi su preferirali kontroliranu uporabu nad strogim zaštićivanjem prirodnih dobara te su tako zagovarali izgradnju brana radi opskrbe stanovništva vodom, dobivanja električne energije i navodnjavanja. Kada je na prijelazu stoljeća San Francisco tražio izgradnju brane i potapanje doline Hetch Hetchy u Yosemitu radi stvaranja umjetnoga jezera, ove su se struje snažno sukobile. Usprkos strastvenih lobista zaštitarske struje među pobornicima parkova, Kongres je 1913. godine dopustio izgradnju brane. Taj je događaj povjesničar John Ise kasnije nazvao „najvećom katastrofom koji bi se mogla dogoditi nekom nacionalnom parku“, a zaneseni zaštitari nazivali su izgradnju brane „silovanjem Hetch Hetchya“.

Slučaj Hetch Hetchya osvijetlio je institucionalnu slabost pokreta za nacionalne parkove. Dok su pobornici korisne uporabe parkova postali dobro zastupljeni u vlasti preko raznih ureda kao što su bili U.S. Geological Survey, Forest Service i Reclamation Service, zagovornici stroge zaštite parkova nisu mogli računati na urede slične snage i utjecaja u Washingtonskoj administraciji.

Među onima koji su prvi uvidjeli potrebu za osnivanjem središnje agencije za upravljanje parkovima bio je i Stephen



Vojnici čuvaju nacionalni park Yosemite 1899. godine. Prije uspostave Nacionalne parkovne službe vojska je bila zadužena za zaštitu tada malobrojnih nacionalnih parkova. Na fotografiji pripadnici VI. konjičke satnije poziraju uz divovsku sekvoju oko Mariposa Grovea. Izvor: Yosemite NP Museum; preuzeto <http://www.pbs.org/nationalparks/history>

T. Mather, bogati poslovni čovjek iz Chicaga s dobrim vezama u vladajućim strukturama. Kada je Mather tadašnjem ministru unutarnjih poslova Franklinu K. Laneu iznio svoje mišljenje o lošem upravljanju parkovima, Lane ga je pozvao u Washington kako bi mu pomogao u poslovima oko nacionalnih parkova. Mather u Washington dolazi 1915. godine gdje je imenovan pomoćnikom ministra za parkove, a tada 25-ogodišnji Horace M. Albright postaje njegova desna ruka.

Osnivanju središnjega ureda za nacionalne parkove u okviru Ministarstva unutarnjih poslova žestoko se opirala Šumarska služba (Forest Service) Ministrastva za poljoprivredu. Čelnici Šumarske službe shvatili su da će se s osnivanjem takvoga ureda osnovati i mnogi novi parkovi, čime će se se iz njihove domene izdvojiti velike šumske površine. Da bi svladali takve otpore, Mather i Albright su pažljivo lobirajući uspjeli zamutiti granicu između korisne uporabe parkova, odnosno kontroliranog iskorištavanja i stroge zaštite, tako što su naglasili ekonomsku vrijednost parkova kao turističkih odredišta. Energična marketinška kampanja izazvala je članke podrške u časopisima kao što su *National Geographic*, *The Saturday Evening Post*, i dr. U svrhu promicanja turističke funkcije parkova Mather je zaposlio vlastitoga publicista i pribavio financijsku potporu 17 željzničkih kompanija Zapada za izradu luksuzno ilustrirane monografije o nacionalnim parkovima koja je poslana kongresmenima i drugim utjecajnim građanima.

Zahvaljujući predanome radu Mathera i Albrighta, Kongres je reagirao na zadovoljavajući način te je 25. kolovoza 1916. godine tadašnji predsjednik SAD, Woodrow Wilson odo-

brio zakon kojim je osnovana Nacionalna parkovna služba (*National Park Service*) unutar Ministarstva unutarnjih poslova. Zakonom je NPS postao središnji ured zadužen za upravljanje nacionalnim parkovima i spomenicima Ministarstva unutarnjih poslova, rezervatom Hot Springs u Arkanzasu (koji je postao nacionalni park 1921. godine) te „sličnim drugim nacionalnim parkovima i rezervatima sličnoga karaktera koje bi naknadno ustanovio Kongres“. U upravljanju tim područjima, NPS je trebao „sačuvati krajolik, prirodne i kulturne objekte, kao i divlji svijet u njima te se brinuti za gospodarenje njima na takav način i takvim sredstvima koja će ih ostaviti nenarušenima za uživanje sljedećim generacijama“.

Ministar Lane imenovao je Mathera prvim upraviteljem NPS-a, a Albrighta pomoćnikom upravitelja. U samom početku Službe Mather je bio sprječen teškom bolesti, pa je Albright morao organizirati ured tijekom 1917. godine, ishoditi prva sredstva od Kongresa i izraditi prvi plan upravljanja NPS-a. Plan je objavljen u svibnju 1918. godine, a na prvome se mjestu objašnjava dvostruka zadaća NPS-a. Dok je s jedne strane plan naglasio primarnu ulogu ureda i parkovne službe kao zaštitnika prirodnih dobara, s druge strane plan odražava uvjerenja Mathera i Albrighta da u parkove treba privući i ugostiti što više posjetitelja kako bi se osigurala sredstva za budući razvoj samih parkova i NPS-a. Tako bi prema njihovom mišljenju automobili, koji nisu bili dopušteni u Yellowstoneu do 1915. godine, trebali biti dozvoljeni u cijelome parkovnome sustavu. Isto tako koncesionarima bi se izdale dozvole za izgradnju jeftinih kampova, ali i udobnih, luksuznih hotela. Također

je trebalo dopustiti jahanje, planinarenje, plivanje, vožnje čamcima, pecanje i zimske sportove, kao i graditi muzeje, postavljati izložbe te poticati druge aktivnosti koje bi podigle obrazovnu vrijednost nacionalnih parkova.

Planom se također nastojalo usmjeriti daljnje širenje parkovnoga sustava. „U izradi projekata novih parkova, treba težiti pronalaženju krajolika vrhunske i osobite kvalitete ili neke prirodne osobine tako izvanredne ili jedinstvene, koji bi bili od nacionalnoga interesa i značenja“, navodi se u planu. „Sustav nacionalnih parkova koji je sada osnovan, ne smije se sniziti u standardu, dostojanstvu i prestižu uključivanjem područja koja ne zadovoljavaju najviše zahtjeve.“

Prva prnova nove državne agencije bio je nacionalni park Mount McKinley na Aljasci, osnovan 1917. godine da bi se zaštitio divlji životinjski svijet najveće sjevernoameričke planine. Nakon njega, 1919. godine osniva se veličanstveni nacionalni park Grand Canyon koji je obuhvatio i spomenik prirode Grand Canyon do tada pod upravom Šumarske

službe. Do 1933. godine osnovani su i mnogi drugi nacionalni parkovi, a velika je većin njih (poput Grand Canyon) obuhvatila i prijašnje spomenike prirode.

Kroz 1920-e, sustav nacionalnih parkova je, u stvari, bio sustav parkova Zapada SAD-a. Samo je NP Acadia u Mainu ležao istočno od Mississippija. Na Zapadu SAD nalazili su se spektakularni krajolici, a većina je zemljišta bila u državnom vlasništvu pa nije bilo potrebno kupovati zemljište radi zaštite parkova ili prirodnih spomenika. Međutim, da bi sustav koristio većem broju ljudi te da bi poboljšao svoju poziciju u Kongresu, morao se proširiti istočno. 1926. godine Kongres je odobrio nacionalne parkove Shenandoah, Great Smoky Mountains i Mammoth Cave u području Appalachian, ali je zahtijevao da zemljišta za te parkove budu donirana (poklonjena). Uz pomoć Johna D. Rockefellera mlađeg, i drugih filantropa, federalne su države toga područja postupno pribavile i donirale većinu zemljišta potrebnoga za osnivanje nacionalnih parkova tijekom sljedećega desetljeća.

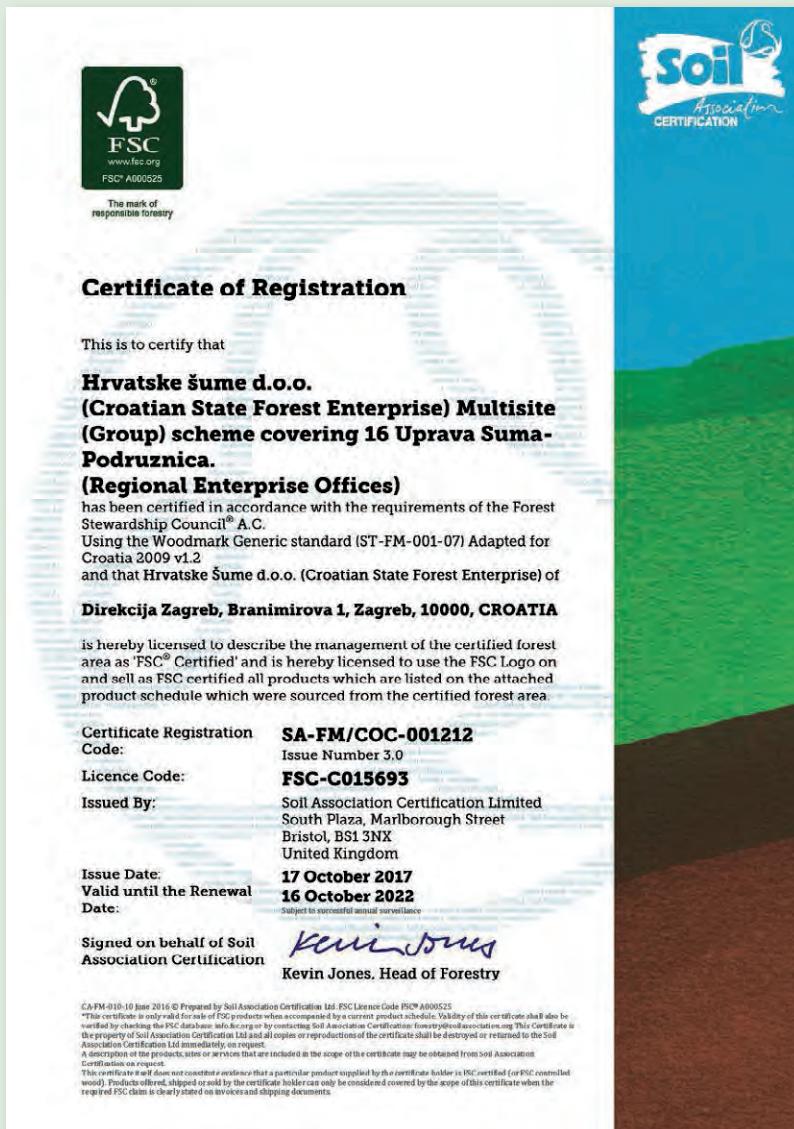
PETNAEST GODINA FSC® CERTIFIKATA U HRVATSKOJ

Ratko Matošević, dipl. ing. šum.

Kako je „Hrvatskim šumama“ 17. listopada 2017. obnovljen FSC certifikat, dobra je prilika za rekapitulaciju proteklih 15 godina koliko je FSC certifikacija utjecala na način gospodarenja i odnos prema javnom šumskom resursu u cjelini. Ako se osvrnemo na one prve dane početkom 2000-ih kada su se pojavile prve inicijative za certificiranjem državnih šuma, možemo se prisjetiti da je očekivano dolazilo do određenih otpora. To je bilo i razumljivo, s obzirom na konzervativni karakter šumarstva koje je samom prirodnom dugotrajnosti svoga proizvodnog procesa nesklono eksperimentiranju i naglim promjenama. Jedan dio kritika koncepta certificiranja šuma bio je i pomalo ideološkog karaktera, jer se na nju gledalo kao moguću konkurenциju etabliranim sustavima i praksama, kako u znanstveno-stručnom, tako i u operativnom miljeu. No, nama, šumarskim stručnjacima koji su taj sustav trebali implementirati, najveći je izazov bio zadovoljiti odredbe standarda, posebice tamo gdje pojedine komponente nisu bili izgrađene onako kako je to koncept

certifikacije zahtijevao. Ako stavimo „ideološke“ komponente na stranu i promotrimo cijeli proces s određenom vremenskom distancicom, možemo reći da se certifikacija šuma uvelike uklopila u opći proces modernizacije šumarstva, te je išla ruku pod ruku s tehnološkim i zakonskim promjenama koje su se istovremeno odvijale. Opći trend povećane socijalne i ekološke odgovornosti koji se odvijao početkom ovoga stoljeća, certifikacija šuma je samo ubrzala i olakšala. I bez nje sigurno je da je na primjer standard zaštite na radu u šumarstvu rastao, pa danas možemo reći da je on na znatno višoj razini nego što je tada bio. Također koncepti povećane ekološke odgovornosti kojima je cijelo društvo težilo, sigurno bi i bez certifikacije bili znatno važniji nego u prošlosti. Odgovornosti prema poticanju biodiverziteta, zbrinjavanju otpadnih ulja, korištenju kemijskih sredstava porasle su i slijedom zakonskih promjena utjecanim dijelom i pristupanjem u europske integracijske procese. Cijeli niz odredbi standarda ionako pripadaju dobrim praksama

gospodarenja kojima smo i sami težili (briga za dubeća stabla, šumski red, odnosi s lokalnom zajednicom itd.). Iz toga možemo zaključiti da certifikacija šuma nije ni na koji načina utjecala na naše osnovne zasade šumarske struke, nego samo pripomogla implementaciji suvremenog šumarstva. Iako smo često bili skloni tvrditi da je hrvatska šumarska škola gospodarenja šumama sama po sebi osiguravala i sve ostale ekološke i socijalne usluge, ipak bi bilo pošteno reći da je dominantno obilježje te koncepcije bio njen tehnički karakter, te da nije bilo realno za pretpostaviti da bi neekonomске vrijednosti dobile na važnosti da nije bilo eksternih faktora, u ovom kontekstu i certifikacije šuma. Vrijeme je teklo, uvodile su se nove prakse (ponekad uz malo gundanja), ali do pozitivnih promjena je došlo, i neke od praksi koje su se uvele pod utjecajem certifikacije šuma postale su normalan dio svakodnevnih šumarskih aktivnosti. Pri tome nisu bili potrebni nekakvi veći ustupci koji bi imali finansijske reperkusije za poduzeće, a povećani zahtjevi nisu prouzročili niti neku pretjeranu birokratizaciju svakodnevnog rada.



Naravno, u svečanim prilikama rado spomenemo da je naše gospodarenje šumama u skladu sa strogiim međunarodnim standardima, te da smo bili prvi u regiji koji smo stekli pravo na FSC certifikat. Često ponavljana činjenica jest da je **certifikacija šumama omogućila našoj drvnoj industriji stalan dotok certificirane drvne sirovine**, te da im je tako omogućila komparativnu prednost u odnosu na konkureniju u okruženju. No, moramo se zapitati koliko je ta prednost pomogla općem razvoju drvnog sektora. Nažalost, danas bi naša drvna industrijia mogla ustvrditi slično kao i šumarstvo od prije 15 godina, da je certifikacija šuma omogućila stalan dotok certificiranih poluproizvoda **glavnim uvoznicima hrvatskog drva**. Konkurentska prednost nije rezultirala dalnjim tehnološkim napretkom drvene industrije, nego samo dodatnoj redistribuciji dodane vrijednosti, koja nažalost sve više završava izvan zemlje. Naš glavni drvni proizvod je i nadalje samo pilanski proizvod, istina, uglavnom certificiran, ali ipak samo poluproizvod. Nedostatak strateškog planiranja u sektoru doveo je čak i do toga da se nije predvidio ni silan rast potražnje za šumskom i drvenom biomasom kao energetom, tako da se čak i ti jeftini proizvodi, koji bi se po svojoj naravi trebali lokalno koristiti, svakodnevno odlaze kamionima u energane u nama susjednim zemljama. Time smo se ne samo lišili jeftinog domaćeg energenta, nego smo i izravno pripomogli (a sebi odmogli) u dostizanju strateških ciljeva supstitucije fosilnih goriva obnovljivima, onako kako nam nalažu obveze sporazume iz Kyota i Pariza. U međuvremenu su se i zemlje u okruženju certificirale, tako da u Bosni i Hercegovini ima više COC certifikata nego u Hrvatskoj, pa slobodno možemo govoriti da postojanje certificirane sirovine više nije naša konkurentska prednost.

Iako bi se moglo zaključiti da je certifikacija šuma postala dio svakodnevice i da više ne predstavlja izazov za državno šumarstvo, ponekad se javljaju paušalne ocjene o tome da nam taj certifikat ne treba, i da on ionako ne postoji niti u jednoj „ozbiljnoj“ zemlji. Iako je s takvim tvrdnjama iluzorno polemizirati, ipak treba upozoriti da bi eventualni trenutačni probici takve odluke koji bi nam omogućili npr. korištenje određenog pesticida, bili znatno zasjenjeni negativnim učincima s katastrofalnim posljedicama za cijeli šumarsko-drvni sektor. Tada bismo ipak mogli govoriti da bi to postala naša konkurentska mana, a ne prednost.

RIZIČNI PROCESI INOVATORA

Mr. sc. Mladen Stojković, dipl. ing. šum.

Prema Krasnec T., 2017., Večernji list, prilog Obzor: „Pet zemalja s najvećim brojem registriranih patenata su SAD, Njemačka, Japan, Francuska i Švicarska, Hrvatska zauzima 41. mjesto od 48 registriranih zemalja.“

Prema istom autoru, Elmar Mock, Švicarac koji je izumio Swatch, megapopularni plastični ručni sat, otisao je s uvjerenjem da će dobiti otkaz. Tri godine poslije počela je proizvodnja sata koji je prodan u 700 milijuna primjeraka. Mock je 1986. napustio firmu koja je danas najveći svjetski proizvođač satova i osnovao vlastitu konzultantsku kuću.

Gotovo ništa se ne zna o inovacijama u šumarstvu. Ovog ljeta na području Mediterana plamnjeli su veliki i opasni požari. Kada bi u kompjutoru svi radovi bili objavljeni na jednom mjestu, došli bismo do podataka iz svijeta o boljem suzbijanju požara. Vratimo se na zadanu temu. To je vlastita priča za priznatu inovaciju. U ime Republike Hrvatske putem Zavoda za intelektualno vlasništvo, primljeno je rješenje o priznavanju konsenzualnog patentu protupožarnih grablji na deset godina. U dalnjem tekstu vidjet ćemo kako do uporabe alatke, uz sva ostala priznanja, nije došlo. Tako Jadranski velesajam u Rijeci u svojem programu inovacija ekologije i medicine daje priznanje ovome patentu.

Opis i uporaba protupožarnih sredstava

To su:

1. Protupožarne grablje i metlanice

Ova prvo navedena alatka višenamjenska je, pa može uklanjati biljni i manji drveni materijal preko kojega se može širiti požar. Poznato je kako može gorjeti i izgorjeti prostirka, tada više nema šume. Suzbijanje požara prostirke obnavlja se potkopavanjem, ali se može i grabljanjem pomoću ove alatke, i to sa strane napredujućih požara. Jedne godine na dijelu Velebita u dubini tla gorjelo je više dana. Vode nije bilo, a nije se ni mogla koristiti. Dijelom, nakon nastanka požara, ostalo je golo tlo. To je također najbolja alatka kod kontrole garišta. Ona poravnava nasipanu zemlju. Grablje se izrađuju od čelika koji je izabran uz pomoć sveučilišne ustanove i kod izrade prototipa njihov laboratorij izvršio je kaljenje. Predviđena drška je od drva, ali najbolje bi odgovarala teleskopska duljine do 4 m, jer se dolazi u veliku blizinu požara.

2. Metlanica

To je alatka koja ponajprije služi za sakupljanje lišća u parkovima i po putovima. Nije imala konkureniju i spretni trgovci njome su osvojili dio tržišta. I kontinentalne šumarije za svoje protupožarne epipe imale su metlanice na zalihi. Izrađuju se od lima i nije poznata njihova uporaba u šumi. Šumarska inspekcija prijavljuje šumariju koja nema metlanice.

Protupožarne grablje nikoga ne zanimaju i svaka je ponuda bila bez odgovora. Prema izjavi Velimira Sriće, profesora na Ekonomskom fakultetu u Zagrebu, u SAD-u inovatori nemaju vremena ni za proslavu, jer odmah nastavljaju raditi. Za održivost patenta bilo je potrebno kroz 10 godina u državni proračun uplatiti određenu svotu. Uz taj i ostale troškove, bio je to rizičan posao. Nakon tih 10 godina konzensualnog prava na patent od Zavoda za intelektualno vlasništvo dolazi zahtjev za potpuno ispitivanje protupožarnih grablji. To više nije materijalno ispitivanje, ali se traži ocjena rada prema ovdje ranije navedenim poslovima višenamjenske alatke. Takvog ispitivanja oslobođeni su jedino patenti iz područja kemije iz poznatih razloga. Kako protupožarne grablje nisu korištene, inovator tom zahtjevu nije mogao udovoljiti. Također nije htio koristiti pravo žalbe koja mu je ponuđena. Nestao je patent koji ima neke veze s naprednom tehnologijom SAD-a kod suzbijanja šumskih požara. Kao zaključak može se postaviti i pitanje zašto to nije realizirano. Željelo se pomoći gorućoj šumi, a pritom se zaboravilo, između ostalog, u kakvoj sredini radimo i živimo.

Ne možemo ovdje pisati o politici, ali ipak kratka napomena. U novonastaloj vlasti i državi nije nestalo sve ono što nije bilo dobro kod prethodne vlasti. Ratne i poslijeratne životne prilike, društvene, ekonomski i druge, utjecale su na razvoj novih tehnologija uz koje dolaze i inovacije. Kako kritika i nije poželjna, okrenimo se vjeri u bolju budućnost iz predmeta naše teme, a to su inovacije, uz korak s naprednim i razvijenim državama.

Za kraj: ovo nije usporedba Švicarske i Hrvatske, ali misao je teško izbrisati. Švicarska danas na tisuću stanovnika ima najviše bogatih ljudi u svijetu, dok je Hrvatska od 28 zemalja EU na pretposljednjemu mjestu po siromaštvu.

ODRŽAN TERENSKI SEMINAR O UZGOJNIM RADOVIMA U LEDOLOMOM OŠTEĆENIM ŠUMAMA GORSKOG KOTARA

Akademik Igor Anić



Terenski seminar pod naslovom „Šumskouzgojni radovi u sastojinama Gorskog kotara oštećenim ledolomom” održan je 11. listopada 2017. u organizaciji Hrvatskog šumarskog društva – sekcija Pro Silva Croatia, Hrvatske komore inženjera šumarstva i drvene tehnologije te Hrvatskih šuma d. o. o. Zagreb, Uprava šuma podružnica Delnice.

Ciljevi seminara bili su analizirati sa šumskouzgojnog gledišta karakteristične primjere smrekovo-jelovih, jelovo-bukovih i bukovih šumskega sastojina koje su pretrpjeli štetu od ledoloma u veljači 2014. godine, predložiti i raspraviti šumskouzgojne zahvate te sagledati njihov razvoj u budućnosti. Skup je bio namijenjen šumarskim stručnjacima, posebice ovlaštenim inženjerima i inženjerima revirnicima s područja Gorskog kotara, a okupio je 55 sudionika. U ime organizatora sudionike je pozdravio mr. sc. Damir De lač, tajnik Hrvatskog šumarskog društva. Voditelji stručnog programa bili su sveučilišni profesori uzgajanja šuma, akademici Igor Anić i Slavko Matić.

Nakon okupljanja sudionika u Lovačkom domu u Delnicama, krenulo se u terenski obilazak gdje su prezentirane sastojine na području Šumarije Mrkopalj (G. j. Sungerski lug, odsjeci 16a, 11b), Šumarije Fužine (G. j. Brloško, odsjek 16a), Šumarije Rijeka (G. j. Jelenje Velo, odsjeci 24a, 20a) i Šumarije Gerovo (G. j. Lazac, odsjek 32a). Sva stajališta na terenu je pripremila Maja Bolf, dipl. ing. šum., rukovoditeljica proizvodnog odjela UŠP Delnice.

Iz prezentiranih primjera i rasprave moglo se zaključiti:

- o potrebi primjene grupimičnog prebornog gospodarenja u smrekovo-jelovim sastojinama nagomilane drvene zalihe koje rastu na podzolu, što u praksi znači prilagodbu prebornih zahvata višem intenzitetu, uz otvaranje sastojinskog sklopa na malim površinama u obliku grupe koje dugoročno i postupno treba proširivati u skladu s rastom i razvojem trenutno brojnog, ali uslijed nedostatka svjetla nerazvijenog mladog naraštaja jele i bukve, uz istodobno korištenje funkcije njege u ostatku sastojine, kojom posebnu pozornost treba posvetiti vađenju prezastupljene smrekove, čije učešće u omjeru smjese u idućim ophodnjicama treba smanjivati (primjer G. j. Sungerski lug, odsjek 16 a);
- o promašenosti metode pomlađivanja prebornih sastojina metodom „na krugove”, koja je provedena 60-ih i 70-godina prošloga stoljeća u nekim dijelovima dinarskih jelovo-bukovih šuma, na način da se sastojinski sklop otvarači čistom sjećom u obliku krugova površine 0,5 – 2 ha i potom umjetno obnavljao sadnicama smrekove, pri čemu su inače ekološki i biološki nestabilne smrekove grupe najčešće ostajale nenjegovane, pa su stradavale od mokroga snijega, leda, sušenja i puhova, dok istodobno ispod vrlo gustoga sklopa nisu omogućavale prirodni povratak jele i bukve, već samo nakupljanje četinjača i zakiseljavanje tla (primjer G. j. Brloško, odsjek 16a);
- o potrebi prepustanja prirodnome pomlađivanju proglašenih površina dimenzija skupine i grupe, koje su nastale vađenjem oštećenih i odumrlih stabala, što uključuje i spomenute bivše smrekove grupe osnovane „na krugove”, jer prirodno pomlađivanje jele, bukve i njihovih pratilica iz prirodne jelovo-bukove šumske zajednice nema bolje alternative na očuvanom šumskom tlu, u okruženju ostatka sastojine, pri čemu treba podvući bespredmetnost ponovnoga umjetnoga pomlađivanja i popunjavanja takvih enklava sadnicama pionirske smrekove (primjer G. j. Brloško, odsjek 16a);
- o opravdanosti djelomične uporabe sadnica smrekove za predsadnju, kojom će se postići biološka priprema staništa za pojavu prirodnog jelovog i bukovog pomlatka, ali samo na degradiranim, izgaženim terenima, izloženim suncu i eroziji, koji se prostiru na većim ogoljelim površinama veličine male sastojine (primjer G. j. Sungerski lug, odsjek 11b);
- o potrebi prilagodbe prebornog gospodarenja novonastalim strukturnim uvjetima u onim jelovo-bukovim sastojinama koje su prije imale nagomilanu drvenu zalihu u višim debljinskim razredima koju je ledolom smanjio i gdje je nakon vađenja oštećenih stabala ostala struktura s nepotpunim sklopom u nadstojnom sloju i bez srednjega sloja, ali je istodobno dozirano svjetlo koje je pokrenulo prirodno pomlađivanje i iniciranje podstojnoga sloja, što je u tom slučaju ledolom prikazalo kao sreću u nesreći (primjer G. j. Lazac, odsjek 32a);
- o potrebi pomlađivanja oštećenih bukovih sastojina zaštitnog karaktera metodom oplodnih sjeća na malim površinama u obliku krugova s dugim pomladnim razdobljem, pri čemu takve sastojine u konačnici mogu poprimiti ra-



Terenski kolokvij i uopće korisnost ovakvih događanja možda je najbolje ocijenila jedna od sudionica: „Bilo je prekrasno, jer sam se nakon dužeg vremena ponovno osjećala kao šumarski inženjer.“ (Foto: D. Delač)

znodobni karakter zbog svoje zaštitne funkcije, ali ne smiju biti prepuštene sponatnemu razvoju, jer će se time one mogući ispunjavanje njihove temeljne zaštitne funkcije i otežati prirodno pomlađivanje zbog odumiranja oštećenih bukava (primjer G. j. Jelenje Velo, odsjek 24a);
– o potrebi pomlađivanja oplodnim sjećama na malim površinama u obliku krugova u oštećenim sastojinama uređajnog razreda obične bukve koje rastu na rubnim, južnim ekspozicijama, na lokalitetima gdje je ranije došlo

do „zabukovljavanja“ jelovo-bukovih šuma i procesa povlačenja jele, u kojima je sklop nakon ledoloma nepotpun ili progoljen, ali je pojava bukovog prirodnog pomlatka zadovoljavajuća (primjer G. j. Jelenje Velo, odsjek 20a);
– o potrebi češće uporabe sadnica jele i bukve te bukvice u slučajevima umjetnoga pomlađivanja, a svodenja uporabe smrekovih sadnica samo na ekstremna, degradirana staništa, što je usko povezano sa šumskouzgojnim svojstvima tih vrsta i činjenicom kako je smreka pionirska,



Voditelji terenskoga seminara, akademici Slavko Matić i Igor Anić (Foto: D. Delač)



Terenski organizatori seminara:
mr. sc. Damir Delač, tajnik HŠD-a,
Maja Bolf, dipl. ing. šum., rukovoditeljica proizvodnog odjela UŠP
Delnice i Goran Bukovac, dipl. ing.
šum., upravitelj Šumarije Fužine i
predsjednik delničkoga ogranka
HŠD-a

„treća vrsta drveća“ u dinarskim jelovo-bukovim šumama, te nema potrebe za njezinim forsiranjem na očuvanim jelovo-bukovim staništima;

– o potrebi prilagodbe propisa opisanim situacijama na terenu, posebice onih u kojima se ograničenjem površine i vremena potrebnog za obnovu zapravo onemoguće prilagodba i primjena procesa prirodnoga pomlađivanja, a posredno prisiljava praktičare na pogrešku ponovne sadnje smreke tamo gdje joj nema biološkog, ekološkog i šumskouzgojnog opravdanja;

– o potrebi drugčijeg shvaćanja i definiranja opsega pojma sanacije koji nije jednokratna akcija vađenja oštećenih (odumrlih, slomljenih, izgorjelih i sl.) stabala i uspostava šumskoga reda, već mora predstavljati proces te uključivati vremensko razdoblje sve do uspostave pomlatka, jer sastojina je sanirana onda kada se uspostavi nova generacija;

– o činjenici kako su svi analizirani primjeri i problemi u osnovi šumskouzgojni, što se, nažalost, u općem stručnom i znanstvenom pristupu nakon ledoloma zanemarilo.



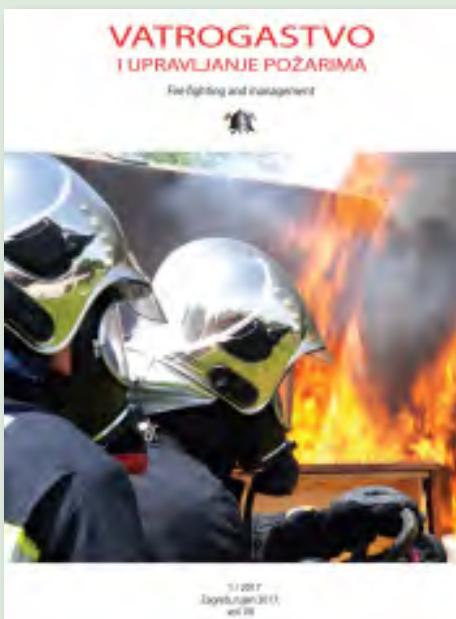
Zajednička fotografija sudionika terenskoga seminara za ovlaštene inženjere i inženjere revirnike u Gorskom kotaru (Foto: O. Vlainić)

PREGLED PISANJA ODABRANIH ČASOPISA U REDAKCIJSKOJ RAZMJENI ŠUMARSKOG LISTA

Branko Meštrić, dipl. ing. šum.

VATROGASTVO I UPRAVLJANJE POŽARIMA

Časopis Vatrogastvo i upravljanje požarima iz nekog razloga nije do sada bio u formalnoj redakcijskoj razmjeni s našim časopisom, iako bi se i zbog sadržaja koji je svakako zanimljiv šumarima, ali i velikog broja šumara koji u njemu surađuju, u razmjeni trebao nalaziti.



Vatrogastvo izlazi sedmu godinu, izlazi dva puta godišnje u nakladi od 1000 primjeraka i objavljuje znanstvene i stručne članke iz područja vatrogastva i zaštite od požara u cilju promicanja vatrogasne struke. Svaki članak podliježe recenziji.

Glavni i odgovorni urednik je prof. dr. Željko Španjol, tehnički urednik dr. Roman Rosavec a u uređivačkom odboru su još, uz desetak vatrogasnih stručnjaka, i šumari prof. dr. Damir Barčić, Tomislav Dimitrov i dr. sc. Tomislav Dubravac.

Ako dodamo da se već u prvom broju čak četiri rada odnosilo na problematiku šumskih požara, a i kasnije takvih radova nije nedostajalo, opravdano se postavlja pitanje zašto se šumarska struka na izvjestan način oglušavala na ovaj vrijedan izvor.

Važno je napomenuti da je cijelokupna arhiva članaka u časopisu dostupna na webu na adresi <http://www.hvz.hr/arhiva-vatrogastvo-i-upravljanje-pozarima/> pa u nastavku,

budući da je ovo prvo predstavljanje časopisa u Šumarskom listu, donosimo pregled svih rada koji se odnose na problematiku šumarskih požara. U budućnosti se nadamo da ćemo časopis uvrstiti u redovitu razmjenu i uredno poprati u svakom novom izdanju.

1/2011

Vegetacijske prilike i gorivi materijal na Kornatu vezano uz kornatski požar 30. kolovoza 2007.godine (Španjol, Ž., Rosavec,R., Barčić, D.)

Analiza opasnosti od požara za vrijeme kornatskog požara 30.kolovoza 2007.godine (Vučetić, M., Vučetić V.)

Čimbenici utjecaja šumske prostirke na požare u šumskim ekosustavima (Barčić, D., Španjol, Ž., Rosavec, R.)

Vatrogasna operativa i zaštićene prirodne vrijednosti u Dubrovačko-neretvanskoj županiji (Miloslavić, M.)

Znanstvenoistraživački rad šumarskih stručnjaka na problematiki šumskih požara (Španjol, Ž., Rosavec, R., Barčić, D., Dimitrov, T.)

1/2012

Vremenska analiza za vrijeme velikog šumskog požara na otoku Braču od 14. do 17. srpnja 2011. (Mifka, B., Vučetić, V.)

Prilog poznavanju prirodne obnove nakon požara i problematika njege opožarenih površina u sastojinama alepskoga bora (Dubravac, T., Barčić, D.)

Šumski požari kao ekološki i krajobrazni čimbenik u području Dalmatinske zagore (Rosavec., R., Španjol, Ž., Bakšić, N.)

2/2012

Prirodna obnova sastojina obične bukve i hrasta cera nakon požara u gospodarskoj jedinici „Perjadička kosa“ (Ožura, M., Vargović, L.)

Kvarnerski požar 23. i 24. srpnja 2012. godine – vremenska analiza (Kozarić, T., Mokorić, M.)

1/2013

Organizacija zaštite od požara na otoku Rabu (Ličina, M.)

2/2013

Potencijalno šumsko gorivo u eumediterskom području (Rosavec, R., Šikić, Z., Barčić, D.)

Dinamika požara kod Selca 23. srpnja 2012. godina (Miklić, D.)

1/2014

Ocjena požarne sezone 2013. godine i usporedba s požarnom sezonom 2012. godine (Tomašević, I., Vučetić, V.)

2/2014

Primjena zrakoplova pri gašenju požara (Rosavec, R., Španjol, Ž., Barčić, D., Palčić, D.)

Analiza Hainesova indeksa na Jadranu s ciljem poboljšanja procjene opasnosti od požara raslinja (Mokorić, M., Kozarić, T., Kalin, L.)

1/2015

Vremenska analiza velikog šumskog požara na Strahinjčici u ožujku 2012. (Kuraži, D., Vučetić, V.)

Značaj šumsko-uzgojnih mjera u zaštiti šuma od požara u Deliblatskoj peščari (R. Srbija) (Bobinac, M.)

2/2015

Sanacija izgorenih borovih sastojina na području šumarije Metković (Čović, I., Rosavec, R., Barčić, D.)

Potencijalna opasnost od požara otvorenog prostora u Republici Hrvatskoj (Bakšić, N., Vučetić, M., Španjol, Ž.)

1/2016

Gašenje požara otvorenog prostora na području grada Siska (Šipuš, M.)

2/2016

Prilog poznavanju prirodne obnove šuma u NP Mljet nakon požara (Španjol, Ž., Rosavec, R., Vučetić, M., Nodilo J., Gašparović I.)

Utjecaj požara otvorenog prostora na šumarstvo sredoziemnog područja krša (Barčić D., Dubravac, T., Rosavec, R.)

1/2017

Analiza meteoroloških uvjeta tijekom šumskih požara na poluotoku Pelješcu u srpnju 2015. (Omazić, B., Vučetić, V.)

250 brojeva HRVATSKIH ŠUMA

Časopis za popularizaciju šumarstva koji izdaju Hrvatske šume d.o.o. dostigao je svoj 250. broj. Kako redovito izlazi u 12 brojeva (zapravo u 10 svezaka godišnje, tradicionalno ima zimski i ljetni dvobroj) znači da već preko dvadeset godina uporno širi šumarsku misao. Dobro, neke godine i možda malo manje uporno, ovisno o kolebanjima u vodstvu poduzeća, kolebala je i uređivačka politika.



Časopis je pokrenut u siječnju 1997. kao nasljednik istoimenih novina poduzeća Hrvatske šume. Tadašnji kolegij HŠ zaključio je da su prerasli i formu i sadržaj tvorničkih novina i odlučili s novim urednikom, Hrvojem Glavačom, a praktički s istom redakcijom stvoriti novu tiskovinu, svojevrstan popularni magazin koji se ne bi trebao baviti poduzećem i pojašnjavati poznate stvari svojim zaposlenicima, već se okrenuti prema van i biti izvorom relevantnih informacija o ovoj specifičnoj djelatnosti upravo vanjskim subjektima, okružju, koje tada baš i nije najbolje razumjelo mjesto i ulogu šumarskog djelovanja u prirodnom okružju i uopće u ekosustavu. Časopis je odmah i adresiran prema vanjskim čitateljima i od početka, pa i danas, distribuira se besplatno na preko 5000 adresa, počevši od osnovnih i srednjih škola, pa do lokalnih i državnih vlasti (tada se distribuirao i svim zastupnicima u Saboru!). Adresanti su se vremenom mijenjali, ali i danas se najveći broj od 6000 primjeraka šalje između ostalog i školama, koje ga vrlo rado koriste u nastavi o prirodi i ekologiji.

Prvi broj časopisa potpisao je tadašnji direktor Hrvatskih šuma Andželko Serdarušić i glavni urednik Hrvoje Glavač. Mora se priznati da se izdavač tu malo tražio, pa već sedmi broj potpisuje kao urednik Marin Tomaić, da bi se konačno u desetom broju angažirao i vanjski urednik, popularni Milan Ivkošić. Eksperimenti traju do polovice 1998., kada konačno novi direktor Ivan Tarnaj na uredničku poziciju vraća Antuna Zlatka Lončarića, glavnog urednika ukinutih novina Hrvatske šume. Od tada se o časopisu brinu isključivo „kućne“ uredničke snage. Nakon 29 Zlatkovih brojeva uredničku palicu preuzima kolega iz redakcije Miroslav Mrkobrad, koji tu ostaje skoro 11 godina (127 brojeva) da bi s njegovim odlaskom u mirovinu s brojem 175 (7/2011) uredništvo preuzeo mladi šumar iz Osijeka i aktualni urednik Goran Vincenc, koji je u dosta složenim uvjetima uspio časopis dogurati i do 250. broja.

Ne želeći u ovom kratkom prikazu ulaziti u sam sadržaj koji objavljuje ovaj časopis, zadržimo se samo na faktografi koje je impresivna. U ovih prvih 250 brojeva objavljeno je ukupno 5918 članaka na 8663 stranice (efektivne stranice, bez reklama i sl.) Ovdje vrijedi izdvojiti bar nekoliko autora i spomenuti da je od tih skoro 8700 stranica čak 1155 ispisao (i poslikao) sada umirovljeni Miroslav Mrkobrad, slijedi ga pokojna Vesna Pleše sa 787 članaka na 1020 stranica, pa Ivica Tomić sa 743 na 1234 stranice i Antun Zlatko Lončarić sa 294 članka na 444 stranice. Radi se, dakako, o dugogodišnjim profesionalnim članovima redakcije. Na tablici ih slijede sada aktivni članovi redakcije Goran Vincenc sa 377 članaka i 650 stranica, pa Irena Devčić (279/490) i Marija Glavaš (273/452).

Valja spomenuti da su uz novinare Hrvatskih šuma pa i ponekog *freelancer*, u časopisu pisali i brojni zaposlenici Hrvatskih šuma, šumarski znanstvenici sa Fakulteta i In-

stituta, kao i drugi šumarski djelatnici. Ukupno smo pobrojali skoro 400 autora koji su pisali za Hrvatske šume, a ovdje bi izdvojili šumare i to Darka Getza (48/129), Ivana Šimića (40/59), Ratka Matoševića (38/56), Alojzija Frkovića (28/41) i Branka Meštrića (33/39). Potonji je, budi usput rečeno, uz ostalo već 18 godina i formalno na čelu Uređivačkog odbora ovog časopisa.

Svi gore navedeni podaci potiču iz bibliografije časopisa, koja je dostupna na internetu na adresi <http://casopis.hrvatske-sume.hr>. Na istoj adresi su dostupni u digitalnom formatu i SVI brojevi časopisa (a i novina Hrvatske šume) tako da se svi zainteresirani mogu lako, na jednom mjestu, vratiti u prošlost ovog šumarskog poduzeća. I bibliografija, a i digitalna arhiva časopisa djelo su potpisnika ovih redaka, koji eto drži da vrijednost ovih materijala premašuje nekakvu mjeru lijepog ponašanja, a koja bi zahtjevala samozatajnost i potrebu za nekom lažnom skromnošću.

FLORA UČVRSTILA PRIJATELJSTVO

Ivo Aščić, dipl. ing.

U povodu 20 godina od uspostave diplomatskih odnosa između Hrvatske i Izraela, točnije 4. rujna 1997. ali ponajprije radi potvrde i ojačavanja prijateljskih odnosa dviju zemalja, početkom rujna 2017. izdana je marka u zajedničkom izdanju ovih dviju država. Oba izdanja, istovjetnog dizajna s prikazom karakterističnog nacionalnog cvijeća: izraelske krunične šumarice (*Anemone coronaria*) i hrvat-

ske perunike (*Iris croatica* Prodan), za tisak je priredila hrvatska dizajnerica Sabina Rešić. Ovim motivima, posebice tzv. privjescima na arcima gdje su prikazane nacionalne zastave, prenosi se jasna poruka o privrženosti i identificiranju Izraelaca i Hrvata s vlastitim nacionalnim vrijednostima i simbolima svojih država.

O odnosima dviju država koji su dosegli visoku razinu suradnje, prijateljstva i dijaloga, jer su se dvije države i njihovi građani bolje upoznali i zbližili tijekom protekla dva desetljeća, u prigodnom tekstu koji prati hrvatsku marku Aleksandra Kundid piše: „Bliskost i snaga partnerstva naših nacija proizlazi iz mnogih sličnosti koje nas neraskidivo povezuju. Višestoljetne ideje o vlastitoj državi, borba za nacionalnu emancipaciju i domovinu, iskazivanje predanog domoljublja i zajedništva u teškim povijesnim prilikama dodatno prožimaju našu noviju povijest. Hrvatska cijeni otvorenost izraelskog naroda, njegovu posebnost i jaku želju da sačuva spomen na jedinstvenost svog povijesnog udesa. Izraelsko izrazito uspješno globalno konkurentno i tehnološki razvijeno gospodarstvo s visokim stupnjem inovacije i snažnom poduzetničkom klimom, svakoj je državi izazov za suradnju u cilju razvoja stabilnog i gospodarski



Slika 1. Izraelska krunična šumarica i hrvatski nacionalni cvijet peruničke, prenose jasnu poruku o privrženosti i identificiranju Izraelaca i Hrvata s vlastitim nacionalnim vrijednostima i simbolima svojih država



Slika 2. Živopisni cvjetovi krunične šumarice, biblijskih poljskih ljiljana, prostiru se diljem Izraela, a najčešće se uzgajaju kao ukrasne biljke



Slika 4. Hrvatski motivi na stranim poštanskim markama dodatna su promidžba Hrvatske i bogastva flore, hrvatske perunike (*Iris croatica*). Popularno se ovakvi motivi u filateliji nazivaju croatiaca



Slika 3. Hrvatska perunika, božanski je cvijet u staroslavenskoj mitologiji, uvriježeni simbol dostojanstva, hrabrosti i nade

naprednog društva. Hrvatska vidi u Izraelu vrijednog partnera i prijatelja, a Izrael je jasno dao do znanja da Hrvatsku smatra jednom od najbližijih država u Evropi.”

Također, vrlo dobru suradnju dviju relativno mladih država koje se nalaze na razmeđu različitih svjetova civilizacija, ocijenila je i izraelska veleposlanica u Hrvatskoj Zina Kalay-Kleitman. Istaknula je članstvo RH u Europskoj uniji i uspješnu suradnju zadnjih nekoliko godina na području poljoprivrede, informatike, tehnologija i inovacija, a posebice na području nacionalne sigurnosti i turizma.

Stručni tekst o endemičnoj hrvatskoj perunici i izraelskoj kruničnoj šumarici za izraelsko izdanje napisao je prof. dr.sc. Amots Dafni sa sveučilišta u Haifi u Izraelu. Između ostalih podataka navodi kako je hrvatska perunika opisana 1962., a 2000. na prijedlog Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti, proglašena hrvatskim nacionalnim cvjetom. Nadalje, naziv perunike povezuje s Perunom (u slavenskoj religiji, bog gromovnik) te opisuje njenu ulogu u narodnoj medicini.



Slika 5. Izrael se nalazi na Bliskom istoku, istočnoj obali Sredozemnog mora

Dr. sc. MARINKO PRKA, dipl. ing. šum. (1965. – 2017.)

Marina Mamić, dipl. ing. šum.



Nakon teške bolesti, 24. lipnja 2017. godine u 52. godini života iznenada nas je napustio naš kolega dr. sc. Marinko Prka, dipl. ing. šum. Godinama se borio sa srčanim problemima koji su uskoro trebali biti riješeni operacijom koju je nestrpljivo čekao, ali nažalost, sudsina se nemilosrdno poigrala s njim.

Rođen je 14. 8. 1965. u Bjelovaru kao sin dr. sc. Tomislava Prke, docenta i predavača kolegija Tehnologija masivnog drveta u dopunskom radu na Šum. fakultetu u Zagrebu – DT odjel i majke Mire, dipl. soc. radnice. Hrvatske je nacionalnosti i otac dvoje djece. 1984.g. završio je matematičko-informatičko usmjerenje u CUO u Bjelovaru, a 1985. upisao je studij šumarstva na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Diplomirao je 5. 7. 1990. iz Zaštite šuma, obranivši diplomski rad pod naslovom „Štetnici generativnih organa hrasta lužnjaka i njihova uloga u sušenju šuma“.

Pripravnički staž započeo 15. 9. 1990. u ŠG „Mojica Birta“ Bjelovar, gdje radi do odlaska u Domovinski rat, a nakon razvojačenja, početkom 1992. zapošljava se kao revirnik u Šumariji Križevci, UŠ Koprivnica. Od 1. 10. 1995. radi na mjestu pomoćnika upravitelja Šumarije Bjelovar, Uprave šuma Bjelovar. U kolovozu 2004. godine premješten je na radno mjesto Stručnog suradnika za unutarnji nadzor Uprave šuma Podružnice Bjelovar, a od 2. siječnja 2006. godine radi kao viši stručni suradnik za proizvodne poslove u Uredu Uprave Hrvatskih šuma d.o.o. Zagreb. Od 2012. godine radi na istim poslovima u Sektoru za šumarstvo Direkcije HŠ d.o.o.

Na Šumarskom fakultetu u Zagrebu upisao je 1993. god. poslijediplomski studij iz područja Iskorištavanje šuma. Magistarski rad naslova: „Udio i kakvoća šumskih sortimenata u oplodnim sječama bukovih sastojina Bjelovarske Biologore“ obranio je 11. 5. 2001. godine. Doktorsku disertaciju pod naslovom „Čimbenici kakvoće bukovih stabala i struktura sortimenata iz prorednih i oplodnih sjećina Bjelovarske Biologore“ obranio je 29. 11. 2005. godine na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu te stekao akademski stupanj doktora znanosti.

Iznimno je volio šumarstvo i neprestano radio na mnogim znanstvenim istraživanjima i unaprjeđenju šumarske struke. Kao istraživač bio je uključen u projekte Ministarstva znanosti i tehnologije pod nazivom „Razvoj vrhunskih i ostalih tehnologija drva“ i „Unaprjeđenje tehnologija pri-dobivanja drva u cilju zaštite okoliša i radnika“.

Fakultetsko vijeće Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu 30. lipnja 2009. godine prihvatio je Izvješće stručnog Povjerenstva i donijelo Mišljenje i prijedlog o izboru u znanstveno zvanje znanstveni suradnik. Nacionalno vijeće za znanost RH 22. rujna 2009. godine donosi odluku o izboru u znanstveno zvanje znanstvenog suradnika u znanstvenom području biotehničkih znanosti-polje šumarstvo-šumarske tehnologije i menadžment, a kasnije je dobio i zvanje višeg znanstvenog suradnika. Pri Ministarstvu znanosti obrazovanja i športa u registar znanstvenika zaveden je pod matičnim brojem znanstvenika 280815.

U Akademiju šumarskih znanosti kao član suradnik izabran je 13. svibnja 2010. godine.

Aktivno je bio uključen u rad Hrvatske komore inženjera šumarstva i drvene tehnologije, te je kao član Povjerenstva komore za stručne ispite i član ispitnog povjerenstva za strukovno područje šumarstva – stručni smjer održavao ispite za stjecanje licencije ovlaštenim inženjerima šumarstva. Pri Hrvatskom zavodu za norme bio je član, a kasnije i predsjednik tehničkog odbora HZN/TO 218 Drvo. Također je vrlo aktivno sudjelovao i doprinosio radu Zavoda za znanstvenoistraživački i umjetnički rad Bjelovar Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti.

Od 1995. godine redoviti je član Hrvatskog šumarskog društva ogrank Bjelovar.

Marinko je bio istinski domoljub, iznad svega je volio svoju domovinu Hrvatsku i od samog početka aktivno sudjelovao u Domovinskom ratu. Kao branitelj, bio je član Udruge dragovoljaca i veterana domovinskog rata Hrvatskih šuma d.o.o. Podružnice Bjelovar.

Tijekom svog radnog vijeka objavio je mnoge znanstveno-istraživačke radove, najviše u Šumarskom listu, te Glasniku

za šumske pokuse. U suradnji sa Hrvatskim šumarskim društvom ogranačem Bjelovar, 2010. godine objavio je samostalnu knjigu „Bukove šume i bukovina bjelovarskog područja“ koja je postala svojevrsni priručnik u svakodnevnom radu svim šumarskim inženjerima u HŠ d.o.o.

Svojom preranom smrću ostavio je iza sebe tugujuće kćerku Antoniju i sina Tomislava za koje se vjerno skrbio od njihova djetinjstva, te majku Miru i brata Dalibora.

Uz vojne počasti, brojni kolege, prijatelji, ratni drugovi i rodbina oprostili su se od Marinka 28. lipnja 2017. godine na gradskom groblju „Borik“ u Bjelovaru.

Neka mu je vječna hvala i slava te laka hrvatska gruda.

Popis radova

1. Krpan A.P.B., Prka M. 2002: Kakvoća bukovih stabala iz oplodnih sjeća Bilogorskog područja, Drvna industrija, 4/01, Zagreb, 173-180.
2. Prka, M., 2003: Vrijednosne značajke bukovih stabala prema vrsti sijeka u sjećinama bjelovarske Bilogore. Š.L. 1-2, s.35
3. Prka, M., 2003: Pojavnost neprave srži kod bukovih stabala i tehničke bukove oblovine iz prorednih i pripremnih sjeća na području bjelovarske Bilogore. Š.L. 9-10, s.467
4. Prka, M., 2004: Debljina kore obične bukve (*Fagus sylvatica L.*) u sjećinama bjelovarske bilogore. Š.L. 7-8, s.391
5. Ante P. B. Krpan, Marinko Prka, Željko Zečić, 2006: Pojava i značajke neprave srži u bukovim prorednim i oplodnim sjećama gospodarske jedinice »Bjelovarska bilogora«. GŠP vol. P5 s. 529
6. Prka M., Poršinsky T., 2006: Utrošci vremena u terenskim izmjerama namijenjenim utvrđivanju sortimentne strukture bukovih sjećina, Nova mehanizacija šumarstva, 27 (2006), Zagreb, 33-40.
7. Prka, Marinko, 2006: Značajke doznačenih bukovih stabala po vrsti sijeka u sjećinama Bjelovarske Bilogore i utjecaj na strukturu sortimenata. Š.L. 7-8, s.319
8. Prka, M., 2006: Visina i čistoća debla bukovih stabala po vrsti sijeka i postotak tehničke oblovine u deblima i krošnjama stabala s obzirom na primjenjeni standard. Š.L. 11-12, s.511
9. Krpan A.P.B., Prka M., Zečić Ž.: Pojava i značajke neprave srži u bukovim prorednim i oplodnim sjećama gospodarske jedinice Bjelovarska Bilogora, Glasnik za šumske pokuse, Posebno izdanje 5 (2006), Zagreb, 529-542.
10. Prka, M., 2007: 130 godina organiziranog šumarstva na području Bjelovarsko-bilogorske županije, Bjelovarsko-bilogorska županija: Prošlost i sadašnjost – Sažeci radova sa znanstvenog skupa, Vladimir Strugar (ur.), Bjelovar 18. listopada 2007., Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti Zavod za znanstvenoistraživački i umjetnički rad u Bjelovaru, Bjelovar, 15-17.
11. Prka, M., A. P. B. Krpan, 2007: Problem određivanja sortimentne strukture jednodobnih bukovih sastojina. Š.L. 5-6, s.219
12. Prka, M., 2007: Svima onima koji su bili, a nisu puno napravili. Š.L. 9-10, s.485
13. Prka, M., 2007: Bjelovarsko-bilogorska županija: prošlost i sadašnjost. Š.L. 11-12, s.586
14. Prka, M., Anić I., Šikić Ž., Zec S., 2008: Stručni ispit Hrvatske komore inženjera šumarstva i drvene tehnologije – dosadašnji tijek i prijedlog mogućih promjena, „Nova mehanizacija šumarstva“ 29(2008), Zagreb, 73-78.
15. Prka, M., 2008: Šumarstvo na području Bjelovarsko-bilogorske županije od njezina osnutka do danas, Radovi Zavoda za znanstvenoistraživački i umjetnički rad u Bjelovaru, 2(2008), Bjelovar, 143-167.
16. Prka, Marinko, 2008: Određivanje sortimentne strukture jednodobnih bukovih sastojina primjenom norme Hr EN 1316-1:1999. Š.L. 5-6, s.223
17. Krpan A.P.B., Prka M., 2008: Defining assortment structure of even-aged beech stands according to standard HRN EN 1316-1:1999, Formec 2008, KWF, Gro-Umstad: KWF, 2008., 236-237 (poster, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni).
18. Prka, M., T. Poršinsky, 2009: Usporedba strukture tehničke oblovine jednodobnih bukovih sjećina u sortimentnim tablicama izrađenim primjenom normi HRN (1995) i HRN EN 1316-1: 1999. Š.L. 1-2, s.15
19. Prka, M., Zečić Ž., Krpan A.P.B., Vusić D., 2009: Characteristic and Share of European Beech False Heartwood in Felling Sites of Central Croatia, Croatian Journal of Forest Engineering, 30(2009)1, Zagreb, 37-49.
20. Zečić Ž., D. Vusić, M. Prka, S. Klepac, 2010: Utjecaj nagiba traktorskog puta na proizvodnost traktora Timberjack 240C pri privlačenju drvnih sortimenata u prebornim šumama. Š.L. 3-4, s.103
21. Bukove šume i bukovina bjelovarskog područja; Hrvatsko šumarsko društvo, Ogranak Bjelovar, Bjelovar 2010.
22. Prka M. 2010: Bukove šume i bukovina bjelovarskog područja, (pregledna knjiga – priručnik), Hrvatsko šumarsko društvo, Ogranak Bjelovar, Bjelovar, 1- 252.
23. Prka M., Krpan A. P. B., 2010: Impact of Tending Measures on Assortment Structure Fellings in Central Croatian Beech Stands, Acta Silvatica et Lignaria Hungarica, Vol. 6(2010), Sopron, 171-182.
24. Marinko Prka, 2016: DA SE NE ZABORAVI (I NIKADA NE PONOVI). Š.L. 11-12, s.606

Dr. sc. JOSO GRAČAN, ZNANSTVENI SAVJETNIK U TRAJNOM ZVANJU (1937. – 2017.)

Dr. sc. Mladen Ivankačić



Dr. sc. Joso Gračan, znanstveni savjetnik, poznati, priznati, šumarski znanstvenik, genetike i oplemenjivanja šumskog drveća jedne od osnovnih disciplina šumarske znanosti i prakse, preminuo je u ponedjeljak 18. rujna 2017. u 80. godini života, a oprostili smo se s njim na Mirogoju u Zagrebu 21. rujna 2017.g.

Uz sve svoje obveze i dužnosti višegodišnjeg direktora i ravnatelja Hrvatskog šumarskog instituta, uspijevao je pronaći vremena i za znanstveno-istraživačku djelatnost. Svojim rezultatima istraživanja doprinijeo je razvoju šumarske znanosti i šumarstva. Radni vijek koji je započeo kao šumarski tehničar, nastavio kao diplomirani inžinjer šumarstva, direktor, a potom i ravnatelj Instituta koji mu je bio drugi dom, a njegovi djelatnici druga obitelj. Bio je vrlo plodan i uspješan. Kao vrsni znanstvenik i istraživač, nastojao je svoje steceno znanje i iskustvo prenijeti na mlade suradnike, ne mareći radi li se o šumarskim inženjerima, znanstvenim novacima, tehničarima ili radnicima. Takvim svojim nesebičnim radom odgojio je velik broj penjača, cjepljara, mlađih stručnih suradnika, inženjera, magistara i doktora znanosti. Poštovan i cijenjen, radnik, suradnik, asistent, znanstvenik i istraživač, direktor i ravnatelj kako u Institutu tako i na terenu.

Brižan suprug i nježan otac Željke i Tomislava te djed svojih Ele i Luke.

Životopis:

Joso Gračan sin Ivana i Anke r. Flanjak, Hrvat, rimokatolik, rođen je 10. studenog 1937. godine u Slunju.

Osnovnu školu i malu maturu završio je u Slunju, a srednju šumarsku školu 1955. u Karlovcu. Kao šumarski tehničar radio je neko vrijeme u Šumariji Slavonska Požega, Pleternica i Velika, a od 9. prosinca 1955. do 1. listopada 1957. u Šumariji Lipik.

Diplomirao je 1962. godine na Šumarskom fakultetu Sveučilište u Zagrebu, te od 1962. do 15. ožujka 1966. radi u Šumariji Buče, Šumskom gospodarstvu Daruvar i Šumariji

Pakrac. U tom razdoblju odslužio je i vojni rok (1963/1964). Tijekom rada u šumarskoj operativi obavljao je sve poslove iz uzgoja, zaštite, uređivanja i iskorišćivanja šuma.

Prelaskom u Jugoslavenski institut za četinjače, Jastrebarsko, 16. ožujka 1966., počinje raditi kao asistent i suradnik za oplemenjivanje šumskog drveća. Surađuje na istraživanjima hibridizacije četinjača različitih provenijencija, selekciji i izboru plus stabala, planiranju pokusa, osnivanju, praćenju i održavanju klonskih sjemenskih plantaža četinjača, osnivanju i praćenju testova polusrodnika europskog ariša.

Stipendijama Fulbright programa i Republičkog fonda za znanstveni rad, Zagreb, krajem 1970.g. odlazi na usavršavanje iz populacijske i kvantitativne genetike na Sveučilište Sjeverne Karoline u Rabeighu (North Carolina State University, SAD). Uspješno završava dva semestra (proletni i jesenski) iz programa studija za stjecanje doktora znanosti i polože ispite iz genetike i oplemenjivanja (4) te statistike (2).

Za vršitelja dužnosti direktora Jugoslavenskog instituta za četinjače, Jastrebarsko imenovan je nakon povratka iz SAD-a (1. veljače 1972. godine). Nastavlja istraživanja genetske varijabilnosti domaćih (obična smreka, obični bor, hrast lužnjak, obična bukva) i stranih vrsta šumskog drveća (zelena duglazija, američki borovac, sitkanska smreka). Na temelju rezultata istraživanja, pokazao je da se kod umjetne obnove pravilnim odabirom odgovarajuće provenijencije može povećati proizvodnja drvne mase i stabilnost šumskih ekosustava. U suradnji sa specijalistima dao je znatan doprinos poznavanju genetičke specifičnosti mineralne ishrane šumskog drveća (hrast lužnjak, obična smreka, američki borovac). Aktivno surađuje na proučavanju problema sušenja šuma i provedbi inventure o stanju šuma u Republici Hrvatskoj od 1987. do 1993.

Direktorom Instituta, biran je 1974., 1978., 1982., 1986. i 1990., v.d. ravnatelja 1993. i ravnatelja 1995. i 1999., odnosno neprekinuto obnavlja dužnost direktora i ravnatelja Instituta od 1972. do 2004. godine. Svojim radom na dužno-



Terenska nastava u Institutu sa studentima Šumarskog fakulteta

sti direktora dao je značajan doprinos razvoju šumarske znanosti i znanstveno-istraživačkog rada hrvatskog šumarstva. Poseban doprinos dao je unapređenju suradnje između šumarske operative i znanstvenoistraživačkih ustanova (Institut i Fakultet), kao i primjeni rezultata istraživanja u praksi. Zaslužan je za suvremeno opremanje laboratorija u Šumarskom institutu nabavom opreme (svjetlosni mikroskop, atomski adsorpsijski spektrofotometar, aparat za analizu SO₂, informatička oprema, trušnica za sjeme klima komora, CNS – aparat, kromatograf, digitalni mjerač godova, aparat za DNA analize šumskog drveća i dr., adaptaciju, održavanje i izgradnju novih laboratorija (molekularni laboratoriј) i objekata, kao i usavršavanje i osposobljavanje stručnih i znanstvenih djelatnika. Njegovim radom proširena je i unapređena stručna i znanstvena suradnja s domaćim i inozemnim organizacijama. Značajno je unapređena i proširena izdavačka djelatnost, povećanim tiskanjem rezultata istraživanja u časopisu RADOVI, koji je od edicije (1974) prerastao u znanstveno-stručni časopis. Njegova je i



Na međunarodnom pokusu provenijencija obične bukve

Napomena za fotografije:

*** za sve fotografije (arhiva Instituta)

zasluga što je broj djelatnika od 64 (1974) povećan na 85 tijekom 1993. godine. Nakon teške prometne nesreće u kojoj je stradalo 5 znanstvenika Šumarskog instituta i redovni profesor Šumarskog fakulteta 10. veljače 1998., Institut se našao u najtežoj situaciji od svog osnivanja. Broj znanstvenika – doktora znanosti smanjio se na 5, a broj istraživača na 20. Uz veliku pomoć i razumijevanje Ministarstva znanosti, »Hrvatskih šuma», Zagreb, Ministarstva poljoprivrede i šumarstva, Šumarskog fakulteta i zalaganje ravnatelja i njegovih suradnika stanje se poboljšalo. Krajem 2002. godine u Šumarskom institutu zaposleno je 9 doktora znanosti, 11 magistara, 11 polaznika poslijediplomskog studija i stručnih suradnika. Znanstveni novaci zaposleni nakon prometne nesreće danas su znanstveni suradnici i savjetnici, Predstojnici znanstvenih zavoda Instituta i Šumarskog fakulteta.

Uz rukovođenje Institutom uspješno se bavi i znanstvenim radom te na Šumarskom fakultetu u Zagrebu iz oplemenjivanja šumskog drveća 14. ožujka 1973. temom „Varijalnost i nasljednost nekih svojstava evropskog ariša populacije Varaždinbreg“ brani magistarski rad. Doktorira 1984. temom »Varijalnost provenijencija obične smreke (*Picea abies* (L.) Karst) u dijelu prirodnog rasprostranjenja« Znanstveni savjetnik je od 1986. godine. Osnivanjem prvih eksperimenata, genetičkih testova u Hrvatskoj 1986. godine, poseban je prilog dao istraživanju različitih provenijencija hrasta lužnjaka, jedne od najvažnijih i najvrjednijih vrsta šumskog drveća u Hrvatskoj.

Bio je dugogodišnji član Poslovnog udruženja šumskopričasnih organizacija Hrvatske, Općeg udruženja šumarstva i drvne industrije i Poslovne zajednice (1972-1987). Obavljao je dužnost prvog predsjednika Samoupravne interesne zajednice šumarstva Hrvatske (1987-1990), član Komisije za znanstvenoistraživački rad »Hrvatskih šuma«.

Član je Međunarodnog savjeta unije šumarskih znanstvenoistraživačkih organizacija (IUFRO), te organizacijskih odbora: XVIII IUFRO Kongresa u Ljubljani 1986., IUFRO simpozija iz citogenetike (Brijuni 1993) i Kongresa o makarskom području (Makarska 1993). Bio je i predsjednik organizacijskog odbora savjetovanja, koje je organizirao i uspješno održao Šumarski institut, Jastrebarsko 1984., 1986., 1993. i 2000. godine.

Boravio je na studijskim putovanjima u mnogim stranim zemljama, te aktivno sudjelovao u radu velikog broja stručnih i znanstvenih skupova u zemlji i inozemstvu (Svjetski šumarski IUFRO – kongresi u Kyotu 1981., Ljubljani 1986., Montrealu 1990., Tampereu 1995., simpozij o oplemenjivanju šumskog drveća i uspjevanju provenijencija različitih vrsta u okviru IUFRO – radnih grupa: Kanada 1978., Njemačka 1973., 1982., 1987., 1988., 1993., Austrija 1986., Francuska 1980., 1991., Rusija 1989., Švedska 1974., 1979., Rumunjska 1979.). U okviru tehničke suradnje kao jedan od prvih šumara Hrvatske boravio je u Kini od 18. svibnja do 8. lipnja 1979. godine. Od velikog broja savjetovanja i

simpozija treba istaći sudjelovanje u radu Sekcije za oplemenjivanje šumskog drveća Zajednice instituta i fakulteta bivše Jugoslavije, kao i Hrvatskog genetičkog društva.

Od 1994. Predstavnik je Šumarskog instituta u Europskom šumarskom institutu (EFI) sa sjedištem u Joensuu, Finska; nacionalni koordinator za Hrvatsku za očuvanje europskih šumskih genetskih resursa (EUFORGEN) u okviru Međunarodne udruge za biljne genetske resurse (IPGRI) sa sjedištem u Rimu; nacionalni koordinator u okviru međunarodnog projekta »Procjena i motrenje štetnog djelovanja onečišćenja zraka, tla i vode na šume», koji financira EU; koordinator projekta 1 Zaštita i unapređenje proizvodnje biomase u ulozi podržavanja višestrukih uloga i funkcija šuma, financiran od »Hrvatskih šuma», d.o.o. Zagreb; glavni istraživač projekta Ministarstva znanosti 0024001 Oplemenjivanje i šumsko sjemenarstvo.

Uvijek je bio društveno i strukovno aktivan, član Hrvatskog šumarskog društva od 1962.g., a dopredsjednik od 1994.g. Dopredsjednik Hrvatskog ekološkog društva (1987.-93.) i član Društva za biljnu fiziologiju i Hrvatskog genetičkog društva. Jedan je od osnivača Akademije šumarskih znanosti.

Objavio je više od 150 znanstvenih i stručnih radova. Član je Uredništva i autor članaka u monografijama: „Hrast lužnjak u Hrvatskoj“, „Obična jela u Hrvatskoj“, „Obična bukva u Hrvatskoj“, „Šume hrvatskog Sredozemlja“ te „Poplavne šume u Hrvatskoj“.

Poštovani čitatelji moglo bi se još pronaći podataka o Dr. sc. Josi Gračanu, ali već i iz ovog navedenog razvidno je kako se radi o vrlo plodnom i uspješnom znanstveniku Hrvatskog šumarskog instituta, čiji je cjelokupni znanstveni, stručni, tehnico-menađerski kao i društveni rad ostavio dubok trag u svima nama, najbližim suradnicima, djelatnicima Instituta, djelatnicima Šumarskog fakulteta, Hrvatskih šuma, a i kolega u inozemstvu.

Na kraju, koristim ovu priliku da se u ime svih zaposlenika Hrvatskog šumarskog instituta i svoje osobno ime još jednom zahvalim dr.sc. Josi Gračanu za sve što je učinio na dobrobit hrvatske šumarske znanosti i struke. Također se zahvaljujem na višegodišnjoj suradnji, kolegialnosti i velikom prijateljstvu.

NEKA MU JE VJEĆNA HVALA I SLAVA I LAKA MU HRVATSKA ZEMLJA.

Mr. sc. GAŠPAR FABIJANIĆ, dipl. ing. šum. (1933. – 2017.)

Oliver Vlainić, dipl. ing. šum. i mr. sc. Ivica Milković, dipl. ing. šum.

Na mjesnom groblju u Cvetkoviću pokraj Jastrebarskog, 7. studenoga 2017. pokopan je mr. sc. Gašpar Fabijanić, dipl. ing. šum. Uz rodbinu i prijatelje, posljednjem ispraćaju načočili su i Gašparove kolegice i kolege šumari. Oproštajno slovo pročitao je predsjednik HŠD-a ogranka Karlovac mr. sc. Ivan Grginčić, dipl. ing. šum.

„Tužni skupe,

Svjesni smo činjenice kako svi imamo svoj kraj, no uvijek je teško doći na posljednji ispraćaj još jednom kolegi šumaru iz starije generacije. Svakim pojedinačnim odlaskom odlazi i dio naše šumarske povijesti, ali zato ostaju djela koje je svatko ostavio iza sebe. Za kolegu Gašpara možemo

reći da je ostavio dubok trag u našoj struci kojoj se posvećio punim žarom.

Kolega Gašpar rodio se 21. svibnja 1933. godine u Domaševiću. U rodnom mjestu završio je i osnovnu školu 1944. godine da bi školovanje nastavio u Zagrebu, gdje je 1953. godine završio Nadbiskupsku klasičnu gimnaziju. Zvanje šumarskog inženjera stekao je 1962. godine diplomiravši na Šumarskom fakultetu u Zagrebu. Netom nakon diplome zaposlio se u Šumskom gospodarstvu Karlovac, prvo kratko u Šumariji Ozalj kao referent za uzgajanje šuma, a nakon četiri mjeseca prešao je u Sekciju za uređivanje šuma Kar-



lovac na radno mjesto taksatora. Rad na uređivanju šuma obilježio mu je čitavu karijeru.

Početkom 1976. godine postao je prvi magistar šumarskih znanosti na uređivanju šuma s temom iz šumarske fotogrametrije. U radu je iznijeo originalnu metodu ustanovljenjadrvne mase dijela šuma Pokupskog bazena, tj. hrastika prekinutog sklopa. Sljedeće godine postao je rukovoditelj Radne jedinice Uređivanje šuma Karlovac, što je obnašao i dućih 14 godina. Započeo je radove na uređivanju privatnih šuma 1986. godine na području tadašnje Skupštine općine Karlovac.

Osnutkom Hrvatskih šuma, javnog poduzeća za gospodarenje državnim šumama i šumskim zemljištima, postao je početkom studenoga 1991. godine prvi rukovoditelj Službe za uređivanje šuma u Direkciji. Činjenica da je, među svim šefovima uređivanja šuma bivših šumskih gospodarstava uklopljenih u Hrvatske šume, upravo on zauzeo vodeće mjesto šumarskog „projektnog ureda“, gdje se oblikuje budućnost šuma, govori o njegovoj stručnosti i iskustvu. Pod njegovim vodstvom izrađena je 1993. godine prva Šumskogospodarska osnova područja Hrvatske za jedinstveno šumskogospodarsko područje Republike Hrvatske te još jedna 1996. godine.

Veliki doprinos dao je u izradi Pravilnika o uređivanju šuma iz 1994. godine. Ovaj Pravilnik u odnosu na nekoliko prethodnih donosi značajne promjene u samoj tehnici inventarizacije šuma, prostornom uređenju šuma, razvrstavanju šuma i šumskih zemljišta te u propisanom načinu gospodarenja šumama. Pravilnik po prvi put daje odredbe za vrednovanje općekorisnih funkcija šuma.

Po njegovim idejama i smjernicama ustanovljena je jedinstvena baza podataka o šumama u Hrvatskoj i izrađen računalni program za izradu osnova gospodarenja. Pokrenuo je radove na digitalizaciji prostornih podataka o šumama. Sve njegove postavke izdržale su test vremena u proteklih 20-ak godina.

Uz velika praktična znanja iz područja uređivanja šuma, bio je veliki poznavalac teorije izmjere šuma, šumarske biometrike, fotogrametrije i uređivanja šuma te je bio otvoren za istraživanje i primjenu novih metoda i tehnika rada.

Zajedno s prof. dr. Šimom Meštrovićem sa Šumarskog fakulteta 1995. godine izdao je priručnik za uređivanje šuma, koji je sadržavao godinu dana ranije objavljeni Pravilnik o uređivanju šuma te upute za njegovu primjenu, što je puno pomoglo šumarima u terenskom radu. U monografiji „Hrast lužnjak u Hrvatskoj“ izdanoj 1996. godine u suradnji s akademikom Klepcem obradio je uređivanje šuma hrasta lužnjaka.

U zasluženu mirovinu otišao je 1998. godine. Svoje umirovljeničke dane provodio je u obiteljskom krugu u Jastrebarskom, ali i sudjelovao kao član povjerenstva ministarstva za pregled novih osnova gospodarenja.

Miran i staložen, a istodobno stručan čovjek, ostat će zapamćen u „Hrvatskim šumama“ i hrvatskom šumarstvu.

U ime Hrvatskoga šumarskog društva ogranka Karlovac, šumara, kolegica i kolega s kojima je Gašpar proveo svoj radni vijek te svoje osobno, izražavamo sućut supruzi Danicu, sestri Dragici, nećaku Petru s obitelji te svoj ostaloj tugujućoj rodbini i prijateljima.

Dragi kolega Gašpare neka ti je laka hrvatska zemlja. Počinjan u miru.“

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

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

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

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

Priloge opisati dvojezično (naslove priloga, glave tablica, mjerne jedinice, nazive osi grafikona, slika, karata, fotografija, legende i dr.) u fontu Times New Roman 10 (po potrebi 8). Drugi jezik je u kurzivu. U tekstu označiti 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 abstraktirati rad. Taj sažetak mora sadržavati sve za članak značajno: dio uvoda, opis objekta istraživanja, metodu rada, rezultate istraživanja, bitno iz rasprave i zaključke. Sadržaj sažetka (Summary) mora upućivati na dvojezične priloge – tablice, grafikone, slike (crteže i fotografije) iz teksta članka.

Pravila za citiranje literaturе:

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

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

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

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

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

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

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

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

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

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

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

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

Rules for reference lists:

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

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

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

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

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



Slika 1. *Ruta graveolens* je vazdazeleni, do 50 cm visoki polugrm. ■ Figure 1. *Ruta graveolens* is an evergreen halfshrub, up to 50 cm high.



Slika 2. Listovi su naizmjenci, plavkasto zeleni, goli, žljezdasto točkasti; u gornjem dijelu stablike jednostavni, do 2 cm dugački; u donjem dijelu perasto rascijepljeni, 7,5–13 cm dugački. ■ Figure 2. Leaves alternate, bluish-green, glabrous, glandular-punctate; simple in upper part of stem, up to 2 cm long; pinnately divided in lower part of stem, 7.5–13 cm long.



Slika 3. Kultivar 'Variegata': listovi su bjelkastožuto prošarani. ■ Figure 3. Cultivar 'Variegata': leaves creamy variegated.



Slika 4. Cvjetovi su dvospolni, entomofilni, žuti, mirisni, u uspravnim cvatovima; cvjeta u proljeće i ljetu. ■ Figure 4. Flowers bisexual, entomophilous, yellow, fragrant, in erect inflorescences; flowering in spring to summer.

11–12
2017

***Ruta graveolens* L. – rutvica, obična rutvica, ruta (Rutaceae)**

Rod *Ruta* L. razmjerno je mali rod sa sedam vrsta aromatičnih trajnica i polugrmova. Na području Mediterana i jugozapadne Azije rasprostranjeno je pet vrsta, a u Makaroneziji još dvije vrste. Rutvica je vazdazeleni, uspravni, do 50 cm visoki polugrm, oštrog, aromatičnog, gorkastog ili oporog mirisa. Autohton je u jugoistočnoj Europi, uključujući Hrvatsku. U srednjem vijeku smatrana je učinkovitom obranom od vještice. U antičkom Rimu rutvica je bila ubičajeni začin. Danas se koristi za poboljšanje okusa i mirisa alkoholnih pića te kao repellent za kukce. Ekstrakt i eterično ulje rutvice imaju različite farmakološke učinke. Korištenje biljke ili njenog eteričnog ulja za samopomoć treba uzeti s oprezom ili izbjegavati zbog potencijalne otrovnosti. Eterično ulje ne smije se koristiti u aromaterapiji jer može iritirati ili opeći kožu. Rutvica se često sadi u vrtovima kao tradicionalna ljekovita i ukrasna biljka.

***Ruta graveolens* L. – Rue, Common Rue, Herb of Grace (Rutaceae)**

The genus *Ruta* L. is a small genus comprising seven aromatic species of herbaceous perennials and halfshrubs. Five species are distributed from Mediterranean region to southwestern Asia and two in Macaronesia. Common rue is an evergreen, upright halfshrub up to 50 cm in height, with a strong, aromatic, bitter or acrid scent. It is native to southeastern Europe, including Croatia. In the Middle Ages it was considered a powerful defence against witches. Common rue was a common spice in ancient Rome. It is nowadays used as flavouring agent for spirits and as insect repellent. Extract and essential oil have been shown to possess various pharmacological activities. The usage of the plant or its essential oil as self-medication should be taken with caution or avoided due to its potential toxicity. Rue essential oil should not be used in aromatherapy as it can irritate or burn the skin. Common rue is widely cultivated in gardens as a traditional medicinal and ornamental plant.

Tekst i fotografije: prof. dr. sc. Marilena Idžočić