



Zeleni dodir Medvednice  
Medvednica Green touch

10. i 11. LIPNJA 2021. GODINE

# ZELENI DODIR MEDVEDNICE MEDVEDNICA GREEN TOUCH

Zbornik sažetaka 1. Znanstveno – stručnog skupa s međunarodnim sudjelovanjem  
Book of abstracts of the 1<sup>st</sup> Scientific Conference with International participation



**MEDVEDNICA**  
Park prirode • Nature Park



**MEDVEDGRAD**  
CENTAR ZA POSJETITELJE



**PARKOVI  
HRVATSKE**  
Parks of Croatia

ZBORNIK SAŽETAKA 1. ZNANSTVENO –  
STRUČNOG SKUPA S MEĐUNARODNIM  
SUDJELOVANJEM

## **ZELENI DODIR MEDVEDNICE**

### **ORGANIZATOR:**

Javna ustanova "Park prirode Medvednica"

### **POKROVITELJ:**

Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja

### **PARTNERI:**

Javna ustanova za upravljanje zaštićenim područjima i drugim zaštićenim dijelovima prirode na području Zagrebačke županije Zeleni prsten  
Javna ustanova Maksimir za upravljanje zaštićenim područjima Grada Zagreba  
Javna ustanova za upravljanje zaštićenim dijelovima prirode Krapinsko-zagorske županije  
Sveučilište u Slavonskom Brodu  
Zagrebačka škola ekonomije i managementa  
Institut za razvoj i međunarodne odnose  
Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada  
HRVATSKI ŠUMARSKI INSTITUT - javni institut za znanstvenoistraživački rad u šumarstvu Hrvatske  
Hrvatsko šumarsko društvo - Šumarski list  
Hrvatska komora inženjera šumarstva i drvne tehnologije  
Hrvatske šume d.o.o.

### **ORGANIZACIJSKI ODBOR:**

Igor Kreitmeyer, ravnatelj Uprave za zaštitu prirode  
dr. sc. Aljoša Duplić, ravnatelj Zavoda za zaštitu okoliša i prirode  
dr. sc. Marina Popijač  
Gabrijela Šestani, prof. biol.  
Saša Banić, dipl. ing.  
dr. sc. Tatjana Mastek Milek  
Dijana Hršak, dipl. ing. agr.  
dr. sc. Sanja Tišma  
dr.sc. Tomislav Bituh  
mr. sc. Krešimir Žagar, dipl. ing. šum.  
Damir Miškulin, dipl. ing.šum.  
Silvija Zec, dipl. ing. šum.  
dr. sc. Goran Oblaković  
prof. dr. sc. Ivan Samardžić, privremeni rektor Sveučilišta u Slavonskom Brodu  
dr. sc. Marko Lovrić  
Tajana Ban Čurić, dipl. ing. geol.

Martina Jurjević Varga, dipl. ing. šum.  
Andrea Kostelić, prof. geog.  
Antonia Pezo, dipl. oec.

### **ZNANSTVENO - STRUČNI ODBOR:**

dr.sc. Marina Popijač  
Gabrijela Šestani, prof. biol.  
dr.sc. Sanja Tišma  
dr.sc. Tatjana Masten Milek  
Silvija Zec, dipl. ing. šum.  
dr. sc. Sanja Perić  
izv. prof. dr.sc. Branko Petrinc  
izv. prof. dr.sc. Nikica Šprem  
prof. dr.sc. Josip Margaletić  
izv. prof. dr. sc. Krunoslav Mirosavljević, v.d. prorektor za projekte i međuinstitucionalnu suradnju Sveučilišta u Slavonskom Brodu  
dr. sc. Biljana Janev Hutinec  
prof. dr. sc. Sanda Rončević  
Matea Hanžek, MSc, MBA  
mr.sc. Irina Zupan  
Patricija Gambiroža, prof. biol.  
Ramona Topić, dipl. ing. biol.  
Mila Preradović, dipl. ing. biol.

### **TEHNIČKI ODBOR:**

Gordana Modrušan Horvat, mag. angl.  
Sanja Šašić, str. spec. oec.  
Sanja Končar, mag. ing. silv.

### **NAKLADNIK:**

Javna ustanova "Park prirode Medvednica"

### **GRAFIČKA PRIPREMA:**

Design Plus d.o.o.

### **FOTOGRAFIJA NA NASLOVNOJ STRANICI:**

Medvedgrad (arhiva Javne ustanove "Park prirode Medvednica" - JU PPM)

### **TISAK:**

Kershoffset d.o.o.  
Naklada: 400 primjeraka

**ISBN:** 978-953-56474-3-0

### **IZJAVA O ODRICANJU OD ODGOVORNOSTI:**

Izdavač zbornika izjavljuje da su autori u cijelosti odgovorni za točnost sadržaja i stavove koji su izneseni u objavljenim sažecima.



BOOK OF ABSTRACTS OF THE 1<sup>ST</sup> SCIENTIFIC CONFERENCE WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION

## **MEDVEDNICA GREEN TOUCH**

### **THE ORGANIZER:**

Public Institution Nature Park Medvednica

### **THE PATRON:**

Ministry of Economy and Sustainable Development

### **PARTNERS:**

The Public Institution for the management of Protected areas and other Protected parts of Nature in the Zagreb County Green Ring  
The Public Institution Maksimir for the management of Protected areas in the City of Zagreb  
The Public Institution for the Management of Protected Parts of Nature in the Krapina-Zagorje County Zagorje zeleno  
University of Slavonski Brod  
Zagreb School of Economics and Management  
Institute for Development and International Relations  
Institute for Medical Research and Occupational Health  
Croatian Forest Research Institute  
Croatian Forestry Society – Journal of Forestry Society of Croatia  
Croatian Chamber of Forestry and Wood Technology Engineers  
Croatian Forests L.L.C.

### **ORGANIZING COMMITTEE:**

Igor Kreitmeyer, Director of the Nature Protection Directorate  
Aljoša Duplić, PhD, Director of the Institute for Environment and Nature  
Marina Popijač, PhD  
Gabrijela Šestani, B. Sc. Biol.  
Saša Banić, B. Sc. Eng.  
Tatjana Mastek Milek, PhD  
Dijana Hršak, B. Sc. Agr.  
Sanja Tišma, PhD  
Tomislav Bituh, PhD  
Krešimir Žagar, M. Sc.  
Damir Miškulin, B. Sc. For.  
Silvija Zec, B. Sc. For.  
Goran Oblaković, PhD  
Prof. Ivan Samardžić, PhD, Acting Rector of University of Slavonski Brod

Marko Lovrić, PhD  
Tajana Ban Čurić, B. Sc. Geol.  
Martina Jurjević Varga, B. Sc. For.  
Andrea Kostelić, B. Sc. Geogr.  
Antonia Pezo, B. Sc. Econ.

### **SCIENTIFIC COMMITTEE:**

Marina Popijač, PhD  
Gabrijela Šestani, B. Sc. Biol.  
Sanja Tišma, PhD  
Tatjana Masten Milek, PhD  
Silvija Zec, B. Sc. For.  
Sanja Perić, PhD  
Assoc. Prof. Branko Petrinc, PhD  
Assoc. Prof. Nikica Šprem, PhD  
Prof. Josip Margaletić, PhD  
Assoc. Prof. Krunoslav Mirosavljević, PhD, Acting Vice-rector for Projects and Interinstitutional cooperation at University of Slavonski Brod  
Biljana Janev Hutinec, PhD  
Prof. Sanda Rončević, PhD  
Matea Hanžek, MSc, MBA  
Irina Zupan, M. Sc.  
Patricija Gambiroža, B. Sc. Biol.  
Ramona Topić, B. Sc. Biol.  
Mila Preradović, B. Sc. Biol.

### **TECHNICAL COMMITTEE:**

Gordana Modrušan Horvat, mag. angl.  
Sanja Šašić, prof. spec. oec.  
Sanja Končar, mag. ing. silv.

### **PUBLISHER:**

Public Institution Nature Park Medvednica

### **GRAPHIC DESIGN:**

Design Plus Llc

### **PHOTO ON THE FRONT PAGE:**

Medvedgrad (archive of the Public Institution Nature Park Medvednica - PI NPM)

### **PRINTED BY:**

Kershoffset Llc  
Printed in: 400 copies

**ISBN:** 978-953-56474-3-0

### **DISCLAIMER:**

The publisher declares that authors are completely responsible for the correctness of content and opinions expressed in the published abstracts.

## UVODNA RIJEČ

- Javna ustanova „Park prirode Medvednica“

U blizini grada Zagreba, na površini od 17.938 ha, nalazi se Park prirode Medvednica koji se prostire kroz tri županije: Grad Zagreb, Zagrebačku i Krapinsko-zagorsku županiju.

Većinu površine Parka prirode Medvednica prekrivaju autohtone i dobro očuvane šume koje su ujedno i njegov temeljni fenomen. Upravo zbog raznolikosti šuma, 1963. godine proglašeno je 8 posebnih šumskih rezervata, a zapadni dio Medvednice proglašen je parkom prirode 1981. godine na površini od 22.832 ha. U veljači 2009. godine granice Parka su izmijenjene (smanjene) te danas površina Parka iznosi 17.938 ha. Javna ustanova Park prirode Medvednica upravlja područjem POVS (HR2000583 Medvednica) prema Uredbi o ekološkoj mreži i nadležnostima javnih ustanova za upravljanje područjima ekološke mreže (NN 80 / 19) površine od 18.530 ha. Granice ekološke mreže obuhvaćaju područje Parka i dio Grada Donja Stubica (592 ha). Povodom obilježavanja 40 godina postojanja Parka prirode Medvednica, treba podsjetiti na vrijednosti koje nam pruža ovo zaštićeno područje.

Park prirode Medvednica obiluje prirodnim i kulturno-povijesnim vrijednostima, velikim brojem biljnih i životinjskih vrsta te raznolikim stanišnim tipovima. Osim prirodnih ljepota posjetitelji mogu upoznati i kulturne i turističke vrijednosti naše Medvednice.

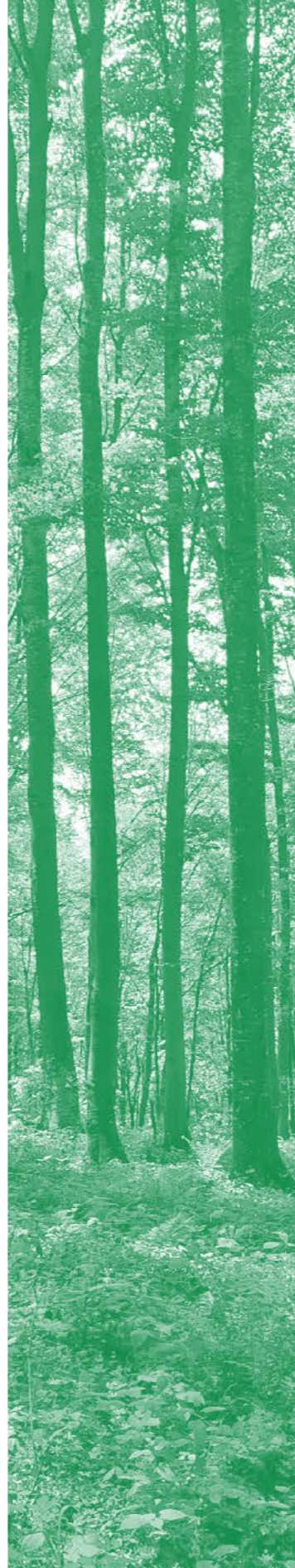
Špilja Veternica, najstariji arheološki lokalitet Zagreba, a danas geomorfološki spomenik prirode, otkriva tajne i ljepote krškog podzemlja, pobjeđuje sve predrasude o šišmišima i skriva brojne fosile, tragove špiljskog medvjeda i neandertalaca.

Rudnik Zrinski, srednjovjekovni rudnik srebra i prvi rudnik u Hrvatskoj uređen za turističko posjećivanje, pruža uvid u nekadašnji život rudara i otkriva kako se nekada kopalo srebro. Slikoviti srednjovjekovni burg Medvedgrad, smješten na Malome Plazuru, već osam stoljeća bdije nad Zagrebom. Izgrađen je sredinom 13. stoljeća za obranu Kaptola i okolnih sela od tatarskih napada. Danas je pri završetku njegova rekonstrukcija u Centar za posjetitelje gdje će se svi zainteresirani moći upoznati s prirodnim vrijednostima Medvednice te raznim legendama iz prošlosti Medvedgrada.

Park prirode Medvednica svojim brojnim planinarskim i biciklističkim stazama te skijalištem pruža utočište svim posjetiteljima koji traže mir i ljepotu zelenila daleko od gradske gužve. Sadržaj Parka prirode Medvednica obogaćuje uređena jedinstvena Šumska staza Bliznec, posebno prilagođena osobama s invaliditetom. Sama blizina grada, velika naseljenost i dobra prometna povezanost privlače velik broj posjetitelja. Procijenjeno je da Park prirode Medvednica godišnje posjeti više od milijun posjetitelja, kako iz rekreativnih tako i turističkih razloga. Veliki broj posjetitelja predstavlja pritisak na zaštićeno područje, pa je nužna prilagodba i nadogradnja infrastrukture u skladu s potrebama posjetitelja, ali isključivo na održivi način kako bi svi zahvati što manje utjecali na prirodu. Od 2014. godine Park prirode Medvednica nositelj je certifikata za održivi turizam (European Charter for Sustainable Tourism - ECST, EUROPARC) koji je drugi puta obnovljen 2020. godine. Strategija održivog turizma uključuje očuvanje prirodnih cjelovitosti, krajobraznih značajki, očuvanje pojedinačnih sastavnica prirodne i kulturne baštine, posebno Natura 2000 vrsta i staništa, te praćenje stanja – monitoring u svrhu unapređivanja primarne ekološke, rekreacijske i edukativne funkcije Parka s povećanjem opće kvalitete usluga i sadržaja za posjetitelje. Pri ostvarenju zadanih ciljeva nužna je povećana suradnja s dionicima Parka, lokalnim stanovništvom, privatnim sektorom kao i jedinicama lokalne samouprave. Javna ustanova „Park prirode Medvednica“ upravlja zaštićenim područjem i ima ključnu ulogu u sustavnom pristupu zaštiti i očuvanju prirodne i kulturne baštine. Njezinim osnivanjem 1998. godine povećana je kvaliteta očuvanja prirode i odgovornost za upravljanje Parkom prirode Medvednica, uz mnoge izazove i unatoč malom broju zaposlenika. U lipnju 2021. godine, povodom četrdesete obljetnice proglašenja Parka prirode Medvednica, Javna ustanova „Park prirode Medvednica“ pod pokroviteljstvom Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja domaćin je 1. Znanstveno-stručnog skupa s međunarodnim sudjelovanjem „Zeleni dodir Medvednice – Medvednica Green Touch“ s ciljem promicanja održivog upravljanja zaštićenim područjem i turizma, u okviru klimatskih promjena.

U ime Organizacijskog i Znanstveno - stručnog odbora

dr. sc. Marina Popijač



## INTRODUCTION

- the Public Institution Nature Park Medvednica

Medvednica Nature Park is located near the Croatian capital, on an area of 17,938 ha and includes three counties: the city of Zagreb, Zagreb and Krapina-Zagorje County.

Most of Medvednica Nature Park is covered by autochthonous and well-preserved forests, which are also its basic phenomenon. The diversity of forests was the motive for the proclamation of 8 special forest reserves in 1963, while the western part of Medvednica was declared a nature park in 1981 on an area of 22,832 ha. In February 2009 the boundaries of the Park were changed (reduced) and today the area of the Park is 17,938 ha. The Public Institution Nature Park Medvednica manages the SCI area (HR2000583 Medvednica) according to the Regulation on Ecological Network and the Competence of Public Institutions for Management of the Areas of Ecological Network (OG 80 / 19) with an area of 18,530 ha. The boundaries of the ecological network include the area of the Park and part of the town Donja Stubica (592 ha). On the occasion of the 40<sup>th</sup> anniversary of Medvednica Nature Park we should remember the values that this protected area offers.

Medvednica Nature Park enjoys natural and cultural-historical values, a large number of plant and animal species and various habitat types. Besides the natural beauties, visitors can also see and learn about the cultural and tourist values of our Medvednica.

The Veternica Cave, the oldest archeological site in Zagreb and a geomorphological natural monument, today reveals the secrets and beauties of the karst underground, overcomes all preconceptions about bats and hides numerous fossils, traces of a cave bear and Neanderthals. Zrinski Mine, a medieval silver mine and the first mine in Croatia prepared for tourist visits, gives an insight into the former life of miners and shows how silver was mined in the past. The picturesque medieval Medvedgrad Castle, located at Mali Plazur, has watched over Zagreb for eight centuries. It was built in the mid-13<sup>th</sup> century to protect Kaptol and the surrounding villages from Tatar attacks. Today, its reconstruction into the Visitor Center is almost complete, after the opening, all those interested can get acquainted with the natural values of Medvednica and various legends from the past of Medvedgrad.

Medvednica Nature Park, with its numerous hiking and biking trails and a ski resort, is a haven for all visitors seeking peace and beauty of vegetation, away from the hustle and bustle of the city. The content of Medvednica Nature Park is enriched by the unique Bliznec Forest Trail, specially adapted for people with disabilities. Its proximity to the city, large population and good transport links attracts a large number of visitors. It is estimated that Medvednica Nature Park is visited by more than one million visitors annually, for both recreational and tourist purposes. As a large number of visitors puts pressure on the protected area, it is necessary to adapt and improve the infrastructure according to the needs of the visitors, but only in a sustainable way, so that any interventions have as little impact on nature as possible. Since 2014, Medvednica Nature Park has held the European Charter certificate for Sustainable Tourism (ECST, EUROPARC), renewed for the second time in 2020. The strategy of sustainable tourism includes preservation of natural integrity, landscape features, preservation of individual components of natural and cultural heritage, especially Natura 2000 species and habitats, and monitoring - monitoring to improve the primary ecological, recreational and educational function of the Park by increasing the overall quality of services and facilities for visitors. In order to achieve the set objectives, it is necessary to increase cooperation with the Park's stakeholders, the local population, the private sector as well as local self-government units. The Public Institution Nature Park Medvednica manages the protected area and has a key role in an organized approach to the protection and conservation of the natural and cultural heritage. Its creation in 1998 has raised the quality of conservation and the responsibility of managing Medvednica Nature Park, with many challenges and despite the small number of staff.

In June 2021, on the occasion of the fortieth anniversary of the proclamation of Medvednica Nature Park, the Public Institution Nature Park Medvednica under the auspices of the Ministry of Economy and Sustainable Development will organize the 1<sup>st</sup> Scientific Conference with international participation "Zeleni dodir Medvednice - Medvednica Green Touch" to promote sustainable protected area management and tourism in the context of climate change.

On behalf of the Organizing and Scientific Committee

Marina Popijač, PhD



## ZAGORJE ZELENO

U prostoru koji tradicionalno njeguje povijesna i prirodna bogatstva sjeverozapadne Hrvatske, brigu o zaštićenim prirodnim i kulturnim vrijednostima provodi Javna ustanova za upravljanje zaštićenim dijelovima prirode Krapinsko-zagorske županije Zagorje zeleno.

## GREEN ZAGORJE

*In an area that traditionally nurtures the historical and natural treasures of northwestern Croatia, the care of protected natural and cultural values is carried out by the Public Institution for the Management of protected natural areas of Krapina-Zagorje County Green Zagorje.*

## ZELENI PRSTEN

Zagrebački "zeleni prsten" okružuje glavni grad prirodnim i povijesnim znamenitostima te atraktivnim izletničkim destinacijama unutar zaštićenih područja. O njima brine Javna ustanova za upravljanje zaštićenim područjima i drugim zaštićenim dijelovima prirode na području Zagrebačke županije Zeleni prsten.

## GREEN RING

*Zagreb's "green ring" surrounds the capital with natural and historical sights and attractive tourist destinations in protected areas. They are managed by the Public Institution for the Management of protected areas and other protected parts of nature in the Green Ring of Zagreb County.*

## PARK PRIRODE MEDVEDNICA

Rijetko koji grad u neposrednoj blizini ima takav dragulj kao što je Park prirode Medvednica. Očuvanje prirodne i kulturne baštine Parka, njegove biološke, geološke i krajobrazne raznolikosti, prikupljanje i interpretiranje informacija o Parku, uz isticanje njegovih posebnih kvaliteta, glavna je zadaća Javne ustanove "Park prirode Medvednica".

## NATURE PARK MEDVEDNICA

*Rarely does a city have such a gem as the Medvednica Nature Park so close at hand. The preservation of the park's natural and cultural heritage, its biological, geological and landscape diversity, the collection and interpretation of information about the Park, with emphasis on its special qualities, is the main task of the Public Institution Nature Park Medvednica.*

## PARK MAKSIMIR

U srcu Zagreba park šuma s livadama, jezerima i potocima tradicionalno je omiljeno mjesto zagrepčana već stoljećima. O Maksimiru i drugim važnim staništima na prostoru našeg glavnog grada brine Javna ustanova Maksimir za upravljanje zaštićenim područjima Grada Zagreba.

## PARK MAKSIMIR

*The forest park in the heart of Zagreb with meadows, lakes and streams has traditionally been a favorite place of Zagreb residents for centuries. Maksimir and other important habitats on the territory of our capital are looked after by the Maksimir Public Institution for the Management of protected areas of the City of Zagreb.*



## UVOD

Prirodne ljepote sjeverozapadne Hrvatske predstavljaju zelene oaze ovog gusto naseljenog područja naše zemlje. Brojnost stanišnih tipova, blagodat voda, geološko bogatstvo, brojne biljne i životinjske vrste na području Krapinsko-zagorske i Zagrebačke županije te Grada Zagreba čine veliku bioraznolikost na relativno malom prostoru. Prepoznatljivi krajobrazi kao što su zagorski bregi, urbane park-šume i cjeloviti šumski kompleksi očuvani u blizini velikih gradova uvelike doprinose kvaliteti života njihovih stanovnika. Upravljanje ovom prirodnom baštinom povjereno je javnim ustanovama "Maksimir", "Zeleni prsten", "Zagorje-Priroda" i "Park prirode Medvednica" čiji djelatnici svojim svakodnevnim radom skrbe o ovim izuzetnim prirodnim područjima kako bi ista ostala u nasljeđe i budućim generacijama.

## INTRODUCTION

*The natural beauty of northwestern Croatia are green oases in this densely populated area of our country. The number of habitat types, the benefits of water, geological richness, numerous plant and animal species on the territory of the counties Krapina-Zagorje and Zagreb as well as the City of Zagreb form a great biodiversity on a relatively small area. Recognizable landscapes such as Zagorje hills, urban park-forests and entire forest complexes preserved near large cities contribute significantly to the quality of life of the inhabitants. The management of this natural heritage is entrusted to the public institutions "Maksimir", "Green Ring", "Zagorje-Nature" and "Medvednica Nature Park", whose employees take care of these exceptional natural areas with their daily work in order to leave them as a legacy to future generations.*



Park prirode Medvednica / Medvednica Nature Park  
Izvor / Source: Arhiva JU PPM / Archive of PI NPM

## MEDVEDGRAD - NOVI CENTAR ZA POSJETITELJE

Stari grad Medvedgrad sagrađen je na južnim obroncima Medvednice, na brdu Mali Plazur (593 mnv), s kojih je izrazito pregledan pogled na zagrebački Gradec i Kaptol. Ime same utvrde povezuje se s imenom Medvednice, na kojoj je medvjed bio najzastupljenija životinja, a smatra se da ime potječe od staroslavenske riječi medved. Iako je Medvedgrad još uvijek slabo istražen, jedan je od najzanimljivijih srednjovjekovnih spomenika zagrebačke regije. Često se postavlja pitanje tko je bio zaslužan za izgradnju te srednjovjekovne utvrde, a prvi odgovor ponudio je 1854. godine Ivan Kukuljević Sakcinski koji navodi da je utemeljitelj Medvedgrada bio zagrebački biskup Filip. Utvrda je sagrađena u razdoblju od 1249. do 1254. godine u svrhu obrane Kaptola i biskupskih posjeda pred nadolazećom tatarskom opasnošću. Sakcinski navodi da je teza o Filipu kao graditelju prvi put spomenuta još u 14. stoljeću, stotinjak godina nakon gradnje Medvedgrada, u popisu zagrebačkog biskupa, Ivana Arhiđakona Goričkog. Povjesničarka Nada Klaić odbacuje navedenu tezu i smatra da je medvedgradska utvrda nastala još prije tatarskih napada 1242. godine. Ona također navodi da je herceg Koloman sagrađio Medvedgrad kao dvor, ne kao utvrdu, budući da je u tako velikom kompleksu izgrađena palača i kapela. Konzervator i povjesničar umjetnosti Drago Miletić pak smatra da Medvedgrad nije bio plemićki dvor, nego burg nastao tek nakon provala Tatara. Svoju tezu tumači pretpostavkom da ukoliko je Medvedgrad već postojao u vrijeme tatarskih provala, tada bi se kralj Bela IV zasigurno sklonio u njega s obzirom na njegove fortifikacijske kvalitete burga. Miletić smatra da je upravo kralj, a ne biskup Filip, zaslužan za izgradnju utvrde. Drago Miletić potvrđuje svoje teze o Medvedgradu, kao kraljevskoj utvrdi, nalazi i u tome što je Bela IV, nakon Filipova odlaska s mjesta biskupa, ponovno prisvojio utvrdu. Hrvatska povjesničarka Lelja Dobronić tumači da odgovor o vremenu nastanka Medvedgrada sadrži dokument na koji se u određenom kontekstu pozivaju svi istraživači, a riječ je o pismu pape Inocenta IV. Na crkvenom koncilu, koji se održao u Lyonu 1245. godine, papa je među pet najvećih problema tadašnjeg

vremena naveo i provala Tatara. Budući da biskup Filip nije imao prikladno zemljište, kralj Bela IV, kojemu je također bilo stalo do obnove, dodijelio mu je područje na planini Medvednici, nedaleko od današnjeg Zagreba. Ujedno smatra da je vlasništvo nad Medvedgradom od samih početaka bilo trojako: Bele IV, Kaptola i zagrebačkog biskupa koji je svoj udio u izgradnji Medvedgrada obilježio titularom medvedgradske kapele i posvetio ju svojim nebeskim zaštitnicima, sv. Filipu i Jakovu. Posljednja arheološka istraživanja koja su se bavila proučavanjem i međusobnom usporedbom skulpturalne dekoracije u Spišu, Ócsi i Medvedgradu proširila su područje patronata hercega Kolomana i kraljevske klesarske radionice. Iako su rezultati tih istraživanja u skladu s tezom Nade Klaić, pitanje nastanka Medvedgrada još nije u potpunosti razjašnjeno.



Medvedgrad obnova / Renovation of Medvedgrad  
Izvor / Source: Arhiva JU PPM / Archive of PI NPM

Kroz povijest je Medvedgrad imao mnogo vlasnika, od kojih su neki ostavili dubok trag u hrvatskoj prošlosti, poput obitelji Babonić, kralja Matije Korvina, grofova Celjskih te knezova Zrinskih. Medvedgrad je napušten nakon kobnog potresa 1590. godine u kojem je uvelike oštećen, te se od 1642. godine navodi kao ruševina koja više nije obnavljana. Sve do 1979. godine je razgrađivan. Iz njegovih struktura je izvađeno sve ono što se njegovim vlasnicima činilo korisno i potrebno za ugradnju na nekom drugom mjestu, a ono što je preostalo nakon razgrađivanja urušavalo se i postupno nestajalo. Slijedom prirodnih zakona, cijeli prostor je na kraju potpuno prekrila šuma gdje se više nisu mogli ni nazrijeti ostatci nekad moćnih medvedgradskih zidina.

Krajem sedamdesetih godina 20. stoljeća Restauratorski zavod Hrvatske započeo je arheološka istraživanja i obnovu medvedgradske utvrde. Na Medvedgradu se uz Veliki i Mali palas i Južnu kulu nalazi ranogotička kapelica sv. Filipa i Jakova otkrivena 1981. i u cijelosti restaurirana. Podno južnog bedema 1994. postavljen je Oltar domovine – spomenik žrtvama Domovinskog rata, djelo kipara Kuzme Kovačića. Spomenik je zamišljen kao mjesto namijenjeno odavanju poštovanja Hrvatskoj Domovini.



Multifunkcionalna dvorana / Multifunctional Hall  
Izvor / Source: Arhiva JU PPM / Archive of PI NPM

Medvedgrad je 1. lipnja 2010. godine predan na upravljanje Javnoj ustanovi „Park prirode Medvednica“ (JUPPM), ali u vrlo lošem tehničkom stanju, te su bile potrebne hitne mjere sanacije. Prvi idejni, pa onda i izvedbeni projekt za cjelokupnu rekonstrukciju Medvedgrada izrađen je 2011. godine inicijativom JUPPM, ali nije bilo osiguranih financijskih sredstava za provođenje radova. Izvedbeni projekt za rekonstrukciju Medvedgrada revidiran je 2015. i 2016. godine i prijavljen usklupu otvorenog ograničenog poziva na dostavu projektnih prijedloga provedenog od 21. travnja 2016. do 30. travnja 2017. godine u sklopu Operativnog programa Konkurentnost i kohezija, prioritetne osi 6. „Zaštita okoliša i održivost resursa“, investicijskog prioriteta 6c „Očuvanje, zaštita, promicanje i razvoj prirodne i kulturne baštine“ te specifičnog cilja 6c2 upravljanja odredištima prirodne baštine, na poziv na dostavu projektnih prijedloga „Promicanje održivog korištenja prirodne baštine u nacionalnim parkovima i parkovima prirode“ referentni broj: KK.06.1.2.01. Ugovor za provođenje projekta „Poboljšanje posjetiteljskog kapaciteta u svrhu održivog

upravljanja Parkom prirode Medvednica“, (KK.06.1.2.01.0012) potpisan je 5. listopada 2017. godine. Ukupna vrijednost projekta je 37.726.252,75 kuna, od čega je 29.695.351,77 kuna ukupni prihvatljiv trošak. Projekt sufinancira Europska unija s 81,57 % iznosa za prihvatljive troškove projekta iz Europskog fonda za regionalni razvoj, Fond za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost s 15 % njemu prihvatljivih troškova Projekta, a ostatak troškova sufinancira Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja. Opći cilj Projekta je uspostavljanje održivog korištenja prirodne baštine Parka prirode Medvednica (PPM) osnivanjem Centra za posjetitelje Medvedgrad (CPM) i pripadajućih sadržaja s ciljem doprinosa održivom društveno-gospodarskom razvoju na lokalnoj / regionalnoj razini. Specifični ciljevi Projekta odnose se na zaštitu, valorizaciju, edukaciju i promicanje održivog upravljanja odredištem prirodne baštine, zaštitu kulturnog i prirodnog nasljeđa na području PPM u okviru programa djelovanja CPM i pripadajućih sadržaja čineći ga pritom prepoznatljivim turističkim odredištem koje doprinosi društveno-gospodarskom razvoju, vodeći računa o povećanju sigurnosti i poboljšanju sustava upravljanja posjetiteljima kroz izgradnju kapaciteta, poboljšanje signalizacije i uvođenje sigurnosnih elemenata. Izvršenje Projekta je uz rekonstrukciju građevina uključivalo i nabavu roba i usluga za cjelokupnu posjetiteljsku infrastrukturu sa sadržajima. U razdoblju od 2018. do 2020. godine završeni su građevinski i obrtnički radovi uz nadzor predstavnika Zavoda za zaštitu spomenika kulture, voditelja projekta gradnje, te stručni i projektantski nadzor. Istovremeno su provedene i ostale aktivnosti koje su se odnosile na poboljšanje upravljanja sportsko rekreativnom i sigurnosnom funkcijom PPM i CPM. To je uključivalo oplemenjivanje sadržaja edukacije i interpretacije, promocije i vidljivosti uključujući izradu Marketing plana za CPM, Marketing plana za online komunikaciju, brendiranje CPM, prilagodbu postojeće knjige standarda za potrebe biciklističkih staza projekta, on line promociju i marketing, dizajn fotografija, ilustracija i brošura za promociju, tisak brošura, izradu 3 turistička paketa i osnovnih promotivnih sredstava za CPM,

te medijsku promidžbu projekta. Na kraju će slijediti i Službeno otvaranje CPM-a i promocija završetka projekta. Upravljanje projektom i administraciju uz požrtvovni tim JUPPM provode i vanjski stručnjaci za javnu nabavu i savjetovanje u provedbi. Uvođenje novih sadržaja sa svrhom obogaćivanja edukativno-turističke ponude na području PPM usklađeno je s novim planskim dokumentima koji su sastavni dio projektnog zadatka, Studije za upravljanje posjetiteljima Parka prirode Medvednica i Strategije razvoja biciklizma u Parku prirode Medvednica za razdoblje od 2020. do 2029. godine s 3 akcijska plana. Kao podloga za izradu istih, poslužila je detaljna analiza postojećeg stanja i usklađivanje s važećim dokumentima JU PPM, a oni će poslužiti kao izvor i podloga izrade novog Plana upravljanja Parkom prirode Medvednica i Plana upravljanja ekološkom mrežom HR2000583 Medvednica.

Projekt rekonstrukcije i opremanja CPM osigurat će djelovanje suvremenog Centra koji će na jednom mjestu prezentirati ukupnu ponudu PPM, što podržavaju mnogi planski dokumenti, od Strategije razvoja održivog turizma do Plana upravljanja PPM, te važećih nacionalnih strategija za turizam.

Naime, CPM u PPM predstavlja u potpunosti funkcionalan infrastrukturni kompleks namijenjen uvođenju novih sadržaja sa svrhom obogaćivanja edukativno-turističke ponude na području PPM. Projekt također doprinosi i smjericama i ciljevima određenim u Strategiji održivog razvitka Republike Hrvatske. Dodatni sadržaji CPM-a uključivat će posebnu ponudu za djecu, s dva edukativna programa i pripadajućim interaktivnim dječjim igračkama te mozgalicama koje će omogućiti zabavno učenje o prirodnim i kulturnim vrijednostima Parka prirode Medvednica.



Zaposlenici JU PPM / Employees of PI NPM  
Izvor / Source: Arhiva JU PPM / Archive of PI NPM

#### Literatura:

1. Klaić, Nada, 1987. Medvedgrad i njegovi gospodari, Globus, Zagreb.
2. Miletić, Drago, 1984. Medvedgrad, Kaj: časopis za kulturu i prosvjetu, God.17, 6, Zagreb, str. 65.-92.
3. Miletić, Drago, 2012. Plemićki gradovi kontinentalne Hrvatske, Društvo povjesničara umjetnosti Hrvatske, Zagreb.
4. Tomičić, Antonija, 2014. Povijest medvedgradske utvrde, Essehist, 6, Zagreb, str. 37.-47.



Rekonstruiran Medvedgrad, kao budući Centar za posjetitelje, uključivat će nekoliko funkcionalnih cjelina. U Velikom (ili Zapadnom) Palasu postavljen je informacijski centar s info pultom i suvenirnicom te uredima za zaposlene u CPM-u. U središnjoj prostoriji Velikog Palasa bit će postavljena muzejska izložba "Začarana povijest" kako bi se interpretirala zanimljiva i bogata povijest Medvedgrada i PPM, ali i druge interaktivne izložbe i filmske projekcije.

U Malom (ili Istočnom) Palasu nalazit će se stalna muzejska izložba "Tajne drevne planine", a sastojat će se od dva dijela: srednjovjekovne smočnice i kazališta sjena.

U Južnoj kuli bit će prikaz prirodnih i kulturnih vrijednosti PPM u svrhu edukacije posjetitelja o vrijednostima i važnosti zaštićenog područja. Razvijanje takvih doživljaja kod posjetitelja omogućit će kreativni izložci praćeni interpretacijskim tekstovima od kojih će dio biti izveden u kompleksnoj multimedijalnoj produkciji.

Unutar CPM-a uređen je otvoreni prostor na kojem se mogu odvijati razni programi, radionice, manifestacije i slično.

I ništa manje važno, uspješnost doživljaja CPM valorizirat će naši posjetitelji koje će individualno ili u grupama provesti lokalni vodiči i edukatori kako bi im približili i predočili ovu kreativnu interpretacijsku i edukacijsku platformu na najbolji mogući način.



Medvedgrada nakon obnove / Medvedgrada after renovation

Foto / Photo: Robert Kakarigi

## MEDVEDGRAD - NEW VISITOR CENTER

The old town of Medvedgrad was built on the southern slopes of Medvednica, on the hill Mali Plazur (593 m above sea level), from which Zagreb's Gradec and Kaptol are clearly visible. The name of the fortress itself is linked to Medvednica, where the cave bear was apparently the most represented animal, and it is believed that the name comes from the Old Slavic word bear. Although Medvedgrad is still little explored, it is one of the most interesting medieval monuments in the Zagreb region. The question is often asked who was responsible for the construction of this medieval fortress, and the first answer was given in 1854 by Ivan Kukuljević Sakcinski, who states that the founder of Medvedgrad was Bishop Filip of Zagreb. The fortress was built in the period from 1249 to 1254 for the purpose of defending the Christian Kaptol and episcopal estates from the impending Tatar danger. Sakcinski notes that the thesis about Filip as the builder was first mentioned in the 14<sup>th</sup> century, a hundred years after the construction of Medvedgrad, in the list of Zagreb bishops, Ivan the Archdeacon of Goričko. Historian Nada Klaić rejects this thesis and believes that the Medvedgrad fortress was built before the Tatar attacks in 1242. She also claims that Duke Koloman built Medvedgrad as a courtyard, not a fortress, since a palace and a chapel were built in such a large complex. Conservator and art historian Drago Miletić, on the other hand, believes that Medvedgrad was not a noble court, but a castle built after the Tatar invasion. He interprets his thesis to mean that if Medvedgrad already existed at the time of the Tatar invasions, then King Bela IV would certainly take refuge in this castle, as it had fortification features. Miletić believes that not Bishop Philip, but the king is responsible for the construction of the fortress. Drago Miletić confirms his thesis about Medvedgrad as a royal fortress in the fact that Bela IV took possession of the fortress again after Filip left the office of bishop. Croatian historian Lelja Dobronić explains that the answer to the question about the time of Medvedgrad's origin contains a document to which all researchers refer in a certain context, and that is a letter from Pope Innocent IV. At the Church Council held in Lyon in 1245, the Pope listed the Tatar invasions

among the five greatest problems of the time. Since Bishop Filip did not own any suitable land, King Bela IV, who also took care of the restoration, granted him an area on Mount Medvednica, not far from present-day Zagreb. He also believes that the ownership of Medvedgrad was threefold from the beginning: Bela IV, Kaptol and the Bishop of Zagreb, who marked his share in the construction of Medvedgrad with the title Medvedgrad Chapel and dedicated it to his heavenly patrons, Saints Philip and Jacob. Recent archeological excavations to study and compare sculptural decoration in Spiš, Ócsi and Medvedgrad have expanded the field of patronage of Duke Koloman and the royal stonemasonry workshop. Although the results of this research are consistent with Nada Klaić's thesis, the question of the origin of Medvedgrad has not yet been fully resolved.



Radovi na južnoj kuli / Reconstruction of the South Tower  
Izvor / Source: Arhiva JU PPM / Archive of PI NPM

Throughout history, Medvedgrad had many owners, some of whom left deep traces in the Croatian past, such as the Babonić family, King Matija Korvin, the Counts of Celje and the Princes of Zrinski. Medvedgrad was abandoned after a fatal earthquake in 1590, during which it was severely damaged, and has been a listed ruin since 1642, never to be rebuilt. By 1979 it had been dismantled. Everything that the owners found useful and necessary to install elsewhere was removed from the structures, and what remained after dismantling collapsed and gradually disappeared. Following the laws of nature, the whole area eventually became completely covered by forest, where the remains of the once mighty Medvedgrad walls could no longer be seen.

At the end of the 1970s, the Croatian Restoration Institute began archaeological research and reconstruction of the Medvedgrad fortress. In Medvedgrad, in addition to the Great and Small Palaces and the South Tower, there is an early Gothic Chapel of St. Phillip and Jacob, which was discovered and fully restored in 1981. At the foot of the southern rampart, the Altar of the Homeland was erected in 1994 - a monument to the victims of the Homeland War, a work by sculptor Kuzma Kovačić. The monument was conceived as a place intended to pay homage to the Croatian Homeland.

On June 1, 2010 Medvedgrad was handed over to the management of Public Institution Nature Park Medvednica (PI NPM), but in a very poor technical condition, so urgent rehabilitation measures were required. The first conceptual and then the execution project for the entire reconstruction of Medvedgrad was prepared in 2011 at the initiative of PI NPM, but no funds were allocated for the implementation of the works. The execution project for the reconstruction of Medvedgrad was revised in 2015 and 2016 and submitted under an open limited call for project proposals, open from 21 April 2016 to 30 April 2017 at Operational Program Competitiveness and Cohesion, Priority Axis 6. "Environmental protection and resource sustainability", investment priority 6c "Conservation, protection, promotion and development of natural and cultural heritage" and specific objective 6c2 Management of natural heritage sites, for the call for project proposals "Promotion of sustainable use of natural heritage in national parks and nature reserves" Reference No: KK.06.1.2.01.

The contract for the implementation of the project "Improving visitor capacity for the purpose of sustainable management of Medvednica Nature Park" (KK.06.1.2.01.0012) was signed on October 5, 2017. The total value of the project is HRK 37,726,252.75, of which HRK 29,695,351.77 is the total eligible cost. The project is co-financed by the European Union with 81.57 % of the eligible costs of the project from the European Regional Development Fund, the Fund for Environmental Protection and Energy Efficiency with 15 % of the eligible costs of the project, and the rest is co-financed by the Ministry of Economy and Sustainable Development.

The general objective of the project is to establish sustainable use of the natural heritage of the Medvednica Nature Park (MNP) through the establishment of the Medvedgrad Visitor Center (MVC) and related facilities in order to contribute to sustainable socio-economic development at the local / regional level. The specific objectives of the project relate to the protection, valorization, education and promotion of sustainable management of natural heritage sites, protection of cultural and natural heritage in the area of Medvednica Nature Park within the framework of the action program Medvedgrad Visitor Center and related facilities to make it a recognizable tourist destination contributing to socio-economic development, to increasing safety and improving visitor management systems through capacity building, improving signaling and introducing safety elements.



Južna kula nakon uredenja / The South Tower after renovation  
Izvor / Source: Arhiva JU PPM / Archive of PI NPM

In addition to the reconstruction of the buildings, the implementation of the project also included the procurement of goods and services for the entire visitor infrastructure with facilities. During the period from 2018 to 2020, the construction and craft works were completed under the supervision of representatives of the Institute for the Protection of Cultural Monuments, the Construction Project Manager and the Technical and Design Supervisor.

At the same time, other activities related to improving the management of the sports, recreation and safety function of MNP and MVC were carried out. These included improving the content of education and interpretation, promotion and visibility, including MVC Marketing Plan, Online Communication Marketing Plan, MVC branding,

adapting the existing standards book for the project's cycling routes, online promotion and marketing, photo design, illustration and brochure for promotion, printing of brochures, production of 3 tourist packages and basic promotional materials for MVC and media advertising for the project. Finally, the official opening of MVC and promotion of the completion of the project will follow. In addition to the dedicated PI NPM team, project management and administration will also be carried out by external procurement and implementation consultancy professionals. The introduction of new content for the purpose of enriching the educational and tourism offer in the MNP area is aligned with the new planning documents that form an integral part of the project remit, Medvednica Nature Park Visitor Management Study and Cycling Development Strategy in Medvednica Nature Park for the period 2020 to 2029 with 3 action plans. As a basis for their elaboration served a detailed analysis of the current state and harmonization with valid PI NPM documents, which will serve as a source and basis for the elaboration of a new Management Plan for the Medvednica Nature Park and Ecological Network Management Plan HR2000583 Medvednica.

The project of reconstruction and equipping of MVC will ensure the operation of a modern center that will present the entire offer of MNP in one place, supported by many planning documents, from Sustainable Tourism Development Strategy to MNP Management Plan, and by current national tourism strategies.

Namely, MVC in MNP is a fully functional infrastructure complex intended for the introduction of new facilities with the aim of enriching the educational and tourism offer in the area MNP. The project also contributes to the guidelines and objectives set out in the Sustainable Development Strategy of the Republic of Croatia. Additional MVC facilities will include a special offer for children, with two educational programs and accompanying interactive children's toys and brain games, which will enable playful learning

about the natural and cultural values of Medvednica Nature Park.

The reconstructed Medvedgrad, as the future Visitor Center, will include several functional units. In the Great (or Western) Palace, an information center has been established with an information stand and a souvenir shop, as well as offices for MVC staff. In the central space of the Grand Palace, a museum exhibition "Enchanted History" will be set up, interpreting the interesting and rich history of Medvedgrad and MNP, as well as other interactive exhibitions and film screenings.

In the Small (or Eastern) Palace there will be a permanent museum exhibition "Secrets of Ancient Mountain", and it will consist of two parts: a medieval pantry and a shadow theater.

In the South Tower there will be an exhibition on the natural and cultural values of MNP to educate visitors about the values and importance of the protected area. The development of such experiences for visitors will be facilitated by creative exhibits accompanied by interpretive texts, some of which will be performed in a complex multimedia production.

Within MVC there is an open space where various programs, workshops, events and the like can take place.

And no less importantly, the success of the MVC experience is evaluated by our visitors, who are guided individually or in groups by local guides and educators to best introduce them to this creative interpretive and educational platform.

Literature:

1. Klaić, Nada, 1987. Medvedgrad and its masters, Globus, Zagreb.
2. Miletić, Drago, 1984. Medvedgrad, Kaj: Journal of Culture and Education, Vol.17, 6, Zagreb, p. 65-92
3. Miletić, Drago, 2012. Noble cities of continental Croatia, Society of Croatian Art Historians, Zagreb.
4. Tomić, Antonija, 2014. History of the Medvedgrad Fortress, Essehst, 6, Zagreb, p. 37-47



Medvedgrad  
Foto / Photo: Robert Kakarigi

## TAJANSTVENO PODZEMLJE MEDVEDNICE

Rijetko koji glavni grad Europe može se pohvaliti činjenicom da mu „leđa“ čuva zaštićeno područje. Tu privilegiju ima Zagreb, glavni grad Hrvatske, koji se smjestio podno Parka prirode Medvednica. Ovo omiljeno izletišta, osim prirodnog bogatstva, nudi i brojne mogućnosti za rekreaciju, ali i edukaciju te nezaboravno iskustvo povratka u doba srednjeg vijeka, tajanstvenih mračnih prostora i upoznavanje s domom noćnih letača.

## RUDNIK ZRINSKI

Na području zvanom Rudarski vrt rudarilo se još od davnina u potrazi za plemenitim kovinama. Rudnik Zrinski otvoren je u XVI. stoljeću, kada je na području Rudarskog vrta pronađen galenit, olovni sjajnik, u kojem kao primjesa dolazi srebro, pa su rudari počeli kopati hodnike u medvedničkom podzemlju u potrazi za tom vrijednom kovinom.



Drvena skulptura rudara / Wooden sculpture of a miner  
Izvor / Source: Arhiva JU PPM / Archive of PI NPM

Rad u rudniku bio je iznimno mukotrpan obzirom da su već u 4 sata ujutro povorke rudara pješice kretale prema rudniku od Šestina, putem bi zastali kod kapelice sv. Barbare i započeli s radom u 6 ujutro. Radilo se u smjenama po 12 sati, a po potrebi i duže. Ručno su iskopavali vrijednu rudu koristeći samo čekice, klinove, pijuke i lopate, dok je mračne hodnike rudnika osvjetljavala titrava svjetlost uljanica ili voštanih svijeća. Tama, hladnoća, vlaga i prašina bili su

njihova svakodnevnica. Usprkos nadljudskim naporima rudara, ovaj rudnik nikada nije bio naročito produktivan. Za proizvodnju pola kilograma srebra, trebalo je istaliti čak tonu galenita. Stoga su vlasnici rudnika obitelj Zrinski, kojoj je dodijeljena rudarska povlastica, već polovicom XVII. stoljeća obustavili proizvodnju. Rudnik Zrinski ostao je napušten i zaboravljen za javnost sve do 2004. godine. Tada je Rudnik dodijeljen Javnoj ustanovi „Park prirode Medvednica“ na upravljanje, nakon čega je izvršena sanacija i uređenje. Rudnik Zrinski postao je prvi uređeni rudnik u Hrvatskoj otvoren za turističko posjećivanje. Zbog svojih vrijednosti, Rudnik Zrinski proglašen je zaštićenim kulturnim dobrom Republike Hrvatske 2006. godine.

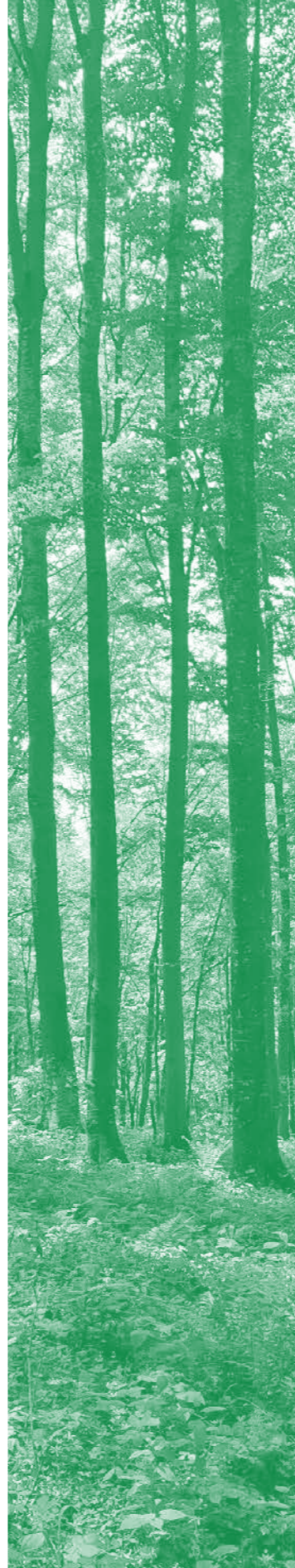


Hodnici u Rudniku Zrinski / Corridors of Zrinski Mine  
Izvor / Source: Arhiva JU PPM / Archive of PI NPM

Obilježja cehovske pripadnosti su čekić i dljeto koji se nalaze i na rudarskoj zastavi, a potječu još iz XIV. stoljeća. Rudarski pozdrav: „Sretno!“ kojeg i danas možemo čuti na ulicama, za rudare ima stvarno značenje i smisao, obzirom na opasnost njihova poziva, a primjenjuje se još i danas.

## ŠPIIJA VETERNICA

Špilja Veternica otkrivena je u XIX. stoljeću, a ime je dobila po lokalnom nazivu za vjetar (veter) koji se može osjetiti na ulazu u špilju zbog razlike u temperaturi u špilji i izvan nje. Zbog svojih je ukupnih vrijednosti, Veternica još 1979. godine zaštićena kao geomorfološki spomenik prirode.



S više od sedam kilometara razgranatih kanala, Veternica je po veličini šesta špilja u Hrvatskoj. Turisti uz vodstvo stručnog vodiča mogu posjetiti prvih 380 metara špilje i otkriti neke od njezinih tajni. Veternica se može podičiti brojnim detaljima koji se drugdje rijetko viđaju kao što su stropne kupole, čeljust špiljskog medvjeda, Kameni slap, Zdenac želja, fosili pradavnih školjaka i ježinaca. Za špilju Veternicu može se reći da je najstariji arheološki lokalitet Zagreba. Unutar špilje sačuvani su dokazi o prošlim vremenima, od obitavanja neandertalskih praljudi, preko rimskih vojnika i srednjovjekovnih razbojnika. Tu je čest stanovnik bio i špiljski medvjed. Osim njega, u Veternici su nađeni tragovi i drugih davno izumrlih životinja poput špiljskog lava, leoparda, špiljske hijene, nosoroga, pragoveda i golemog jelena. Danas Veternicom gospodare šišmiši.



Koncertna dvorana u špilji Veternici / The Concert Hall in Veternica cave  
Izvor / Source: Arhiva JU PPM / Archive of PI NPM

U Hrvatskoj je do sada zabilježeno 35 vrsta šišmiša, što je svrstava u jednu od najbogatijih zemalja Europe faunom šišmiša. Na području Parka prirode Medvednica zabilježeno je 25 vrsta, od čega špilju Veternicu koristi čak 18 vrsta šišmiša. Na popisu ekološke mreže NATURA 2000 nalazi se 8 vrsta šišmiša. Šišmiši kao izuzetno važni članovi hranidbenog lanca, koji pomažu u sprečavanju najezde kukaca, zanimljivi su jer vise naglavačke kako bi uštedili energiju i zaštitili se od neprijatelja. Jedinke u hibernaciji vise sa stropova i zidova, pojedinačno ili u kolonijama, što im omogućuje posebno prilagođena građa tijela. Zimu preživljavaju na rezervama masti prikupljenih tijekom ljeta i jeseni te su tijekom hibernacije posebno osjetljivi

i svako nepotrebno buđenje ugrožava njihov opstanak. Upravo zato špilja Veternica zatvorena je za posjetitelje tijekom hibernacije šišmiša.



Špilja Veternica / Veternica cave  
Izvor / Source: Arhiva JU PPM / Archive of PI NPM

Šišmiši su indikatori zdravlja ekosustava i promjena u okolišu, a posebno čistoće zraka, vode i tla. Gubitak šumskih staništa jedna je od najvećih prijetnji njihovom opstanku, što se događa uslijed gubitka starog drveća koje obiluje dupljama i šupljinama. Iz tog razloga, Javna ustanova „Park prirode Medvednica“ pokrenula je inicijativu „Usvoji šišmiša“ kako bi probudila svijest čovjeka o važnosti šišmiša za ekosustav i šumska staništa.



Posjetitelji u špilji Veternica / Visitors in Veternica cave  
Izvor / Source: Arhiva JU PPM / Archive of PI NPM

## THE MYSTERIOUS UNDERGROUND OF MEDVEDNICA

Rarely can any European capital boast of the fact that its "back" guards a protected area. Zagreb, the capital of Croatia, which is located at the foot of Medvednica Nature Park, has this privilege. Beside natural treasures, this favorite resort offers many opportunities for recreation, but also for education and an unforgettable experience of returning to the Middle Ages, mysterious dark spaces and getting to know the home of night flyers.

### ZRINSKI MINE

Searching for precious metals, the area called the Mining Garden has been mined since ancient times. Zrinski Mine was opened in the 16<sup>th</sup> century, when galena, also called a lead gloss, was found in the area of the Mining Garden. Galena contained silver, so the miners began to dig corridors in the Medvednica underground in search of this valuable metal.



Kolicica u rudniku Zrinski / Minecarts in Zrinski mine  
Izvor / Source: Arhiva JU PPM / Archive of PI NPM

The work in the mine was extremely hard, considering that at 4 o'clock in the morning the processions of miners walked towards the mine from Šestine, pausing at the chapel of St. Barbara and started to work at 6 in the morning. Miners worked in 12 hours shifts, and longer if necessary. They dug valuable ore by hand using only hammers, wedges, picks and shovels, while the mine dark corridors were illuminated by the flickering light of oil lamps or wax candles. Darkness, cold, humidity and dust were their daily routine. Despite the miners

heroic efforts, this mine has never been particularly productive. To produce half a kilogram of silver, even a ton of galena had to be melted down. Therefore, the owners of the mine, Zrinski family, having been granted a mining privilege, suspended production already in the middle of the 16<sup>th</sup> century. Zrinski Mine remained abandoned and forgotten by the public until 2004. Then, assigned to the Public Institution Nature Park Medvednica for management, it was reconstructed and renewed. Zrinski Mine became the first mine in Croatia open for tourist visits. Due to its values, Zrinski Mine was declared a protected cultural asset of the Republic of Croatia in 2006.

The mining symbols, signs of belonging to the mining guild, a hammer and a pick are also found on the mining flag that originates from the 14<sup>th</sup> century. The miners' greeting: "Good luck!" we can still hear on the streets today. It has a real meaning and significance for miners, given the dangers of their profession and it is still in use even today.



Ulaz u rudnik Zrinski / Entrance to Zrinski mine  
Izvor / Source: Arhiva JU PPM / Archive of PI NPM

### VETERNICA CAVE

Veternica cave was discovered in the 19<sup>th</sup> century, and was named after the local name for the wind (veter) that can be felt at the entrance to the cave due to the difference in temperature inside and outside the cave. Due to its overall values, Veternica was protected in 1979 as a geomorphological monument of nature.

With more than seven kilometers of branched canals, Veternica is the sixth largest cave in Croatia. With the guidance of an expert guide, tourists can visit the first 380 meters of the cave and discover some of its secrets. Veternica has numerous details that are rarely seen elsewhere such as the ceiling domes, the cave bear jawbone, the Stone Waterfall, the Wish Well, the fossils of ancient shells and sea urchins. Veternica cave can be described as the oldest archeological site in Zagreb. Inside the cave, evidence of past times has been preserved, from the Neanderthal ancestors through Roman soldiers and medieval bandits. A frequent resident of the cave was cave bear, but there are also traces of other long-extinct animals such as cave lions, leopards, cave hyenas, rhinos, protozoa and giant deer found in Veternica. Today bats rule Veternica.



Replika lubanje špijskog medvjeda u špilji Veternica /  
Replica of cave bear skull in Veternica cave  
Izvor / Source: Arhiva JU PPM / Archive of PI NPM

autumn. During hibernation they are particularly vulnerable and any unnecessary awakening threatens their survival. For this reason, Veternica cave is closed to visitors during bat hibernation.



Skulpture Neandertalaca / Sculptures  
of Neanderthal men  
Izvor / Source: Arhiva JU PPM / Archive of PI NPM

So far, 35 species of bats have been recorded in Croatia, which makes it one of the richest countries in Europe with bat fauna. In Medvednica Nature Park 25 species have been recorded, of which as many as 18 bat species use Veternica cave. There are 8 bat species registered on the NATURA 2000 ecological network. Bats are extremely important members of the food chain, they help prevent insect infestation and are interesting because they hang upside down to save energy and protect themselves against enemies.

Individuals in hibernation hang from ceilings and walls, singly or in colonies, made possible by their specially adapted physique. They survive the winter on fat reserves gathered during summer and



Kolonija šišmiša u hibernaciji / Bat colony in hibernation  
Izvor / Source: Arhiva JU PPM / Archive of PI NPM

Bats are indicators of ecosystem health and environmental change, especially air, water, and soil purity. Loss of forest habitat is one of the greatest threats to their survival, resulting from the loss of old, cavity-rich trees. For this reason, Public Institution Nature Park Medvednica has launched the "Adopt a Bat" initiative to raise social awareness of the importance of bats to ecosystems and forest habitats.

## TAJANSTVENI SVIJET ZAGREBAČKE ŽUPANIJE

Područje Zagrebačke županije karakterizira bogatstvo prirodnih resursa, u kojem se ističu šume, močvarni prostori, krški fenomeni te velika raznolikost biljnog i životinjskog svijeta. Zaštićena područja zauzimaju čak 37.690 ha što je 12,2 % površine Zagrebačke županije. Javna ustanova Zeleni prsten Zagrebačke županije ustanova je za upravljanje zaštićenim područjima i drugim zaštićenim dijelovima prirode na području Zagrebačke županije. Javna ustanova započela je s radom sredinom 2008. godine, a obavlja djelatnost zaštite, održavanja i promoviranja zaštićenih područja u cilju zaštite i očuvanja izvornosti prirode, osiguravanja neometanog odvijanja prirodnih procesa i održivog korištenja prirodnih dobara, nadzire provođenje uvjeta i mjera zaštite prirode na području kojim upravljaju te sudjeluje u prikupljanju podataka u svrhu praćenja stanja očuvanosti prirode (monitoring). Javna ustanova upravlja s 24 zaštićena područja u 5 kategorija zaštite, kao i dijelovima ekološke mreže na području Zagrebačke županije. Ekološka mreža Natura 2000 u Zagrebačkoj županiji obuhvaća četiri područja očuvanja značajna za ptice (POP) i 20 područja očuvanja značajna za vrste i stanišne tipove (POVS). Svakako treba istaknuti posebni ornitološki

rezervat Crna mlaka, park šume Tepec-Palačnik i Stražnik, posebne botaničke rezervate Brežuljak kod Smerovišća i Cret Dubravica, značajne krajobrazne Zelinska glava i Turopoljski lug te geomorfološki spomenik prirode Grgosova spilja.

Crna mlaka je 1993. godine uvrštena na popis Ramsarske konvencije – popis područja koja imaju status močvare od međunarodne važnosti. Predstavlja raj za ptice na 640 ha, a najzanimljivija je u vrijeme jesenske selidbe ptica kada se može vidjeti i više od 20 000 ptica.

Samoborskom park-šumom Tepec-Palačnik šetali su i stvarali neki od najpoznatijih književnika - Petar Preradović, Stanko Vraz, August Šenoa, Antun Gustav Matoš. Pjesnik Marko Vukasović ovdje je napisao omiljenu pjesmu svih Samoboraca „Kod kapele svete Ane“, a u Anin-perivoju snimljen je dio filma Kreše Golika „Tko pjeva zlo ne misli“.

U botaničkom rezervatu Brežuljak kod Smerovišća stanište je našla samoborska gromotulja, nježna busenasta biljka, koja raste samo na dvije lokacije u svijetu, te mala sapunika koja je terciarni relikv i pripada južnoeuropskom flornom elementu.



Park šuma Tepec-Palačnik-Stražnik / Park-forest Tepec-Palačnik-Stražnik  
Foto / Photo: Roman Avdagić



Cret Dubravica dom je maloj biljci mesožderki - okruglolisnoj rosiki, koja se može naći na svega nekoliko lokaliteta u Hrvatskoj. Ime rosika potječe od sitnih prozirnih kapljica što ih biljka izlučuje na listovima, a podsjećaju na rosu. Rosika tijekom jednog ljeta ulovi oko 2 000 kukaca. Unutar zaštićenog područja Zelinske glave dominiraju zidine srednjovjekovnog Zelingrada izgrađenog u godinama nakon provala Tataara. Zelingrad se prvi puta spominje 1295. godine kada se u njemu nalazio kaštelan s kraljevskom posadom.

U zaštićenom području Turopoljski lug isprepliću se tri cjeline - to su još uvijek očuvani kompleks poplavnih šuma hrasta lužnjaka, vlažne livade uz rijeku Odru te prirodni tok rijeke Odre. Ova staništa se osobito ističu brojnošću i raznolikošću vrsta ptica, kojih je zabilježeno više od 200 vrsta. Jedna od najpoznatijih prirodnih znamenitosti i turističkih atrakcija Samobora - Grgosova spilja, smjestila se na ulazu u mjesto Otruševac. Grgosovu spilju, zaštićenu 1974. godine, slučajno je otkrio Josip Grgos 1973. godine. Četrdeset godina kasnije, pored špilje je otkriven ulaz u drugu špilju, poznatu kao „Nova Grgosova špilja“. Obje Grgosove špilje relativno su malih dimenzija, no zbog bogatstva špiljskih ukrasa prepoznatljiv su dio geobaštine Zagrebačke županije.



Posebni botanički rezervat Brežuljak kod Smerovišća  
/ Special botanical reserve Brežuljak near Smerovišće  
Foto / Photo: Tomica Rubinić

staništima skriva brojne posebnosti u vidu biljnih i životinjskih vrsta koje ovdje obitavaju. Po nekima smo čak jedinstveni i u Europi. Posebno možemo istaknuti: okrugolisnu rosiku, samoborsku gromotulju, plavu žabu, kockavicu, blistavca, crnu i bijelu rodu, crvenokljunu čigru i dr.

Područja kojima upravlja JU Zeleni prsten osim što su bogata florom i faunom, obiluju brojnim povijesnim znamenitostima. U park-šumi Tepec-Palačnik nalaze se ostaci starog grada Samobora koji datira iz 13. stoljeća te kapelica Sv. Ane iz 18. stoljeća. Na području značajnog krajobrazne Zelinska glava nalazi se stari grad Zelingrad. Većina spomenika parkovne arhitekture nalazi se oko nekog dvorca, kurije, plemićkih kuća. Posjed na kojem se nalazi zaštićeni park oko dvorca u Božjakovini je nekada pripadao obitelji Frankopan, a kasnije i obitelji Drašković. Park u Jastrebarskom koji se nalazi uz dvorac, bio je u posjedu obitelji Erdödy od 1517. godine. U sklopu parka oko dvorca u Lugu Samoborskom nalaze se „Balagovi dvori“ koji su bili u vlasništvu plemićkih obitelji Drašković, Erdödy, Kulmer i Kiepach. Dvorac Lužnica koji se nalazi u Zaprešiću, izgrađen je u drugoj polovici 18. stoljeća i primjer je višekrilnog otvorenog dvorca kakve nalazimo i u Hrvatskom zagorju. Dvorac ima status kulturnog spomenika prve kategorije.

Zagrebačka županija, popularno zvana i „zagrebački zeleni prsten“, okružuje grad Zagreb prirodnim ljepotama, atraktivnim lokacijama i raznolikošću kakvu ima malo glavnih gradova u svojoj neposrednoj blizini. Idealna je izletnička destinacija koja je uspjela spojiti suvremeni urbanizam te očuvati prirodne i kulturne vrijednosti. Ako ste zaljubljenici u prirodu, aktivni odmor i rekreaciju, zaštićeni predjeli Zagrebačke županije mjesto su koje morate posjetiti. Plava žaba, rosika, samoborska gromotulja, štekavac, crvenokljuna čigra, crna roda, kockavica i ostale posebne vrste s nestrpljenjem vas očekuju...

Javna ustanova Zeleni prsten  
Zagrebačke županije

Zagrebačka županija zahvaljujući raznolikim

## THE MYSTERIOUS WORLD OF ZAGREB COUNTY

The area Zagreb County is characterized by rich natural resources, including forests, wetlands, karst phenomena and a great variety of flora and fauna. The protected areas cover 37,690 ha, which is 12.2 % of Zagreb County. "Zeleni prsten" (Green Ring) is the Public Institution of Zagreb County for the management of protected areas and other protected parts of nature in the county. The Public Institution started its work in 2008 and it protects, maintains and promotes protected areas in order to protect and preserve the authenticity of nature by ensuring that natural processes are not disturbed and natural resources are used in a sustainable way, it monitors the implementation of nature conservation measures and participates in data collection. The Public Institution manages 24 protected areas divided into 5 categories of protected areas, as well as the Natura 2000 sites in Zagreb County. Natura 2000 in Zagreb County includes four Special Protection Areas (SPAs) and 20 Special Areas of Conservation (SACs). Some places should be highlighted - the special ornithological reserve Crna mlaka, the park forests Tepec-Palačnik and Stražnik, the special botanical reserves Brežuljak

near Smerovišće and Cret Dubravica, the significant landscapes Zelinska glava and Turopoljski lug and the natural monument of geomorphology Grgos Cave.

In 1993 Crna mlaka was listed as a wetland of international importance according to Ramsar Convention. Crna mlaka is a bird paradise with an area of more than 640 ha. It is most interesting during the autumn bird migration, when more than 20,000 birds can be observed resting or feeding.

Some of the most famous Croatian writers - Petar Preradović, Stanko Vraz, August Šenoa, Antun Gustav Matoš - walked through the forest of Tepec-Palačnik Park. The forest inspired Marko Vukasović to write the favorite song of Samobor citizens - "Kod kapele Sv. Ane". Moreover, Ana's Park is the place where parts of one of the most famous Croatian film "Tko pjeva zlo ne misli" (directed by Krešo Golik) was filmed.

Brežuljak near Smerovišće is the home of Samobor alyssum, a tender bushy plant found in only two places in the world, and daisy soapwort, which is a relic from the Tertiary period and belongs to the Southern European element of the flora.



Posebni ornitološki rezervat Jastrebarski lugovi / Special ornithological reserve Jastrebarski lugovi  
Foto / Photo: Tomica Rubinić



Cret Dubravica is one of the last locations of the round-leaved sundew in Croatia. The name comes from the tiny transparent droplets that the plant accumulates on its leaves, resembling dew. This small carnivorous plant can catch up to two thousand insects in summer.

Zelinska glava nature reserve is dominated by the walls of medieval Zelingrad, built in the years after the Tatar invasion. Zelingrad was first mentioned in 1295, when a citadel with a royal garrison stood here.



Rijeka Sava / Sava river  
Foto / Photo: Roman Avdagić

On the Turopoljski lug there are three interconnected areas - a preserved complex of floodplain oak forests, wet meadows along the Odra River and the natural course of the Odra River. These habitats are particularly distinguished by the richness and diversity of bird species; more than 200 species have been recorded.

One of the most famous natural sights and tourist attractions of Samobor - Grgos Cave is located at the entrance to Otruševac. At the end of 1973, Josip Grgos discovered a cave while searching for raw materials for lime production. In 1974 the cave was protected as a geomorphological natural monument. Forty years later, the entrance to another cave, called the New Grgos Cave, was discovered and has been open to visitors since 2008. Both caves are relatively small, but extremely rich in speleothems. They are a tourist attraction and a recognizable part of the Zagreb County geo-heritage.

Due to the different habitats, Zagreb County is home to numerous characteristic plant and animal species, some of them unique in Europe! Round-leaved sundew, Samobor alyssum, moor

frog, corncrake, snake-head fritillary, western vairone, and black and white stork are only a small part of the mysterious Zagreb County.

The areas managed by Public Institution are not only rich in biodiversity but also contain historic sites. The remains of the old town of Samobor from the 13<sup>th</sup> century and the Chapel of St. Anne from the 18<sup>th</sup> century are located in the Tepec-Palačnik forest. Medieval Zelingrad is located in the area of the important landscape Zelinska glava. Most monuments of park architecture are located around a castle, manor house or noble houses. The estate and the castle in Božjakovina belonged first to Frankopan family and later to Drašković family. The architectural monument Park Jastrebarsko with the Erdödy Castle was owned by Erdödy family until 1922. The park in Lug Samoborski houses the historical castle "Balagovi dvori", which was owned by the noble families Drašković, Erdödy, Kulmer and Kiepach. Lužnica Castle was built in the second half of the 18<sup>th</sup> century and is an example of a multi-winged open castle, a type of castle often found in Hrvatsko zagorje. The castle has the status of a cultural monument of the first category.

Zagreb County, popularly known as the "Green Ring of Zagreb", surrounds the city of Zagreb with natural beauties, attractive places and the great diversity that is so rare in the vicinity of capital cities. It is an ideal tourist destination, a place that has managed to combine modern urbanism and preservation of natural and cultural values, in short - a place you must visit. Moor frog, round-leaved sundew, white-tailed eagle, common tern, black stork and other special species are looking forward to your visit...

Zeleni prsten (Green Ring), Public Institution of Zagreb County

## PARK MAKSIMIR

Kako danas sve veći udio stanovništva živi upravo u urbanim područjima, zaštita i očuvanje bio-raznolikosti izuzetno je važna i u gradovima. Grad Zagreb, kao najveći grad u Republici Hrvatskoj, u svom sastavu ima i vrijedna prirodna područja, a sva zaštićena područja imaju i značajnu ulogu u uslugama ekosustava koje pružaju.

Javna ustanova Maksimir za upravljanje zaštićenim područjima Grada Zagreba upravlja s dva značajna krajobraza, 18 spomenika parkovne arhitekture i 5 područja ekološke mreže Natura 2000 koja imaju međunarodni značaj. U nastavku je opis nekih zaštićenih područja.

**Park Maksimir** je nekoć bio stara hrastova šuma koja je služila za lov i sječu, a stoljećima je pripadala zagrebačkoj biskupiji. Da prije gotovo 230 godina tadašnji biskup Maksimilijan Vrhovac nije donio odluku da šumu uredi kao park, danas bi vrlo vjerojatno na tome mjestu već bilo gradsko naselje. Uređenje parka započeto je u francuskom baroknom stilu, s geometrijski pravilno oblikovanim ploham zasađenim cvijećem. Perivoj je svečano otvoren 1794. godine.

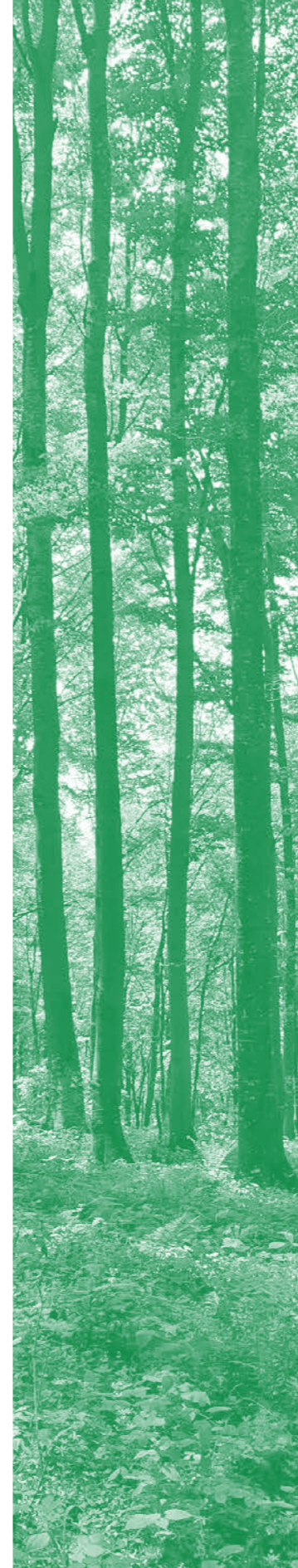
Ono što je započeo biskup Vrhovac majstorski je dovršio nadbiskup Juraj Haulik koji je uređivao Maksimir u duhu engleske pejzažne romantične parkovne arhitekture. Vrijednost parka Maksimir kao spomenika parkovne arhitekture i zaštićenoga kulturnoga dobra je izuzetna, kako u okvirima Hrvatske, tako i šire. Park Maksimir ujedno predstavlja važno stanište biljnim, životinjskim i gljivljim vrstama koje zbog širenja samoga grada upravo ovdje pronalaze dom.



Park Maksimir  
Foto / Photo: Saša Banić



Značajni krajobraz Savica / Significant landscape Savica  
Foto / Photo: Biljana Janev Hutinec



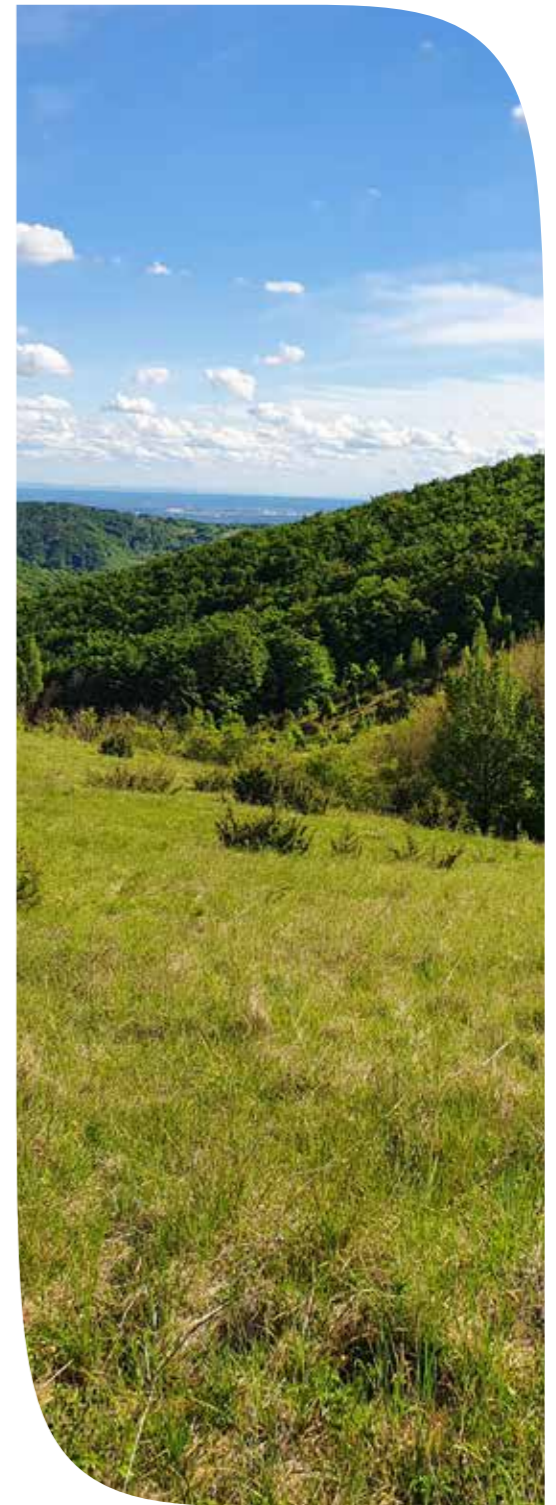
**Značajni krajobraz Savica** obuhvaća kompleks močvarnih staništa s lijeve obale rijeke Save na području Grada Zagreba, koje je sa staništa zaštite prirode od velike lokalne te izražene regionalne i nacionalne važnosti. Savica je prirodni rukavac Save, nasipom odvojen od rijeke i dijelom zatrpan, ali još uvijek od iznimno velike vrijednosti za zaštitu prirode, posebice ptica. Danas je Savica jedini preostali rukavac uz rijeku Savu od granice sa Slovenijom pa do pred Sisak i jedino močvarno područje u samome Zagrebu. Sastoji se od velikog dobro očuvanog rukavca Save i niza napuštenih šljunčara obraslih vodenom i močvarnom vegetacijom koje su kroz godine poprimile svojstva vrijednog poluprirodnog staništa.

**Značajni krajobraz Goranec i područje ekološke mreže Vejalnica i Krč** nalazi se na istočnim obroncima Medvednice te graniči s Parkom prirode Medvednica. Osim samog značajnog krajobraza, površinom se isprepliće s područjima ekološke mreže Natura 2000 Vejalnica i Krč. Zbog velike krajobrazne vrijednosti proglašen je zaštićenim prirodnim područjem 1977. godine. Glavno obilježje prostora je brdovit teren prekriven mješovitim šumama i poljoprivrednim površinama poput pašnjaka, vinograda i voćnjaka te obiluje vizurama prigorskih sela. Unutar značajnog krajobraza prevladavaju suhi brdski travnjaci, mjestimično obrasli grmovitom i drvenatom vegetacijom.

Unutar granica Grada Zagreba nalazi se i šest područja Ekološke mreže. Dva područja, pod nazivom Potok Dolje, te Vejalnica i Krč su u cjelosti u nadležnosti upravljanja Javne ustanove - Maksimir, dok nad područjem Parka prirode Medvednica nadležnost upravljanja ima Javna ustanova „Park prirode Medvednica“. Na djelu područja ekološke mreže podjeljena je nadležnost s Javnom ustanovom za upravljanje zaštićenim područjima i drugim zaštićenim prirodnim vrijednostima na području Zagrebačke županije »Zeleni prsten«, a to su područja pod nazivom Stupnički lug, Sava uzvodno od Zagreba i Sava kod Hrušćice sa šljunčarom Rakitje.

Javna ustanova – Maksimir

Značajni krajobraz Goranec / Significant landscape Goranec  
Foto / Photo: Biljana Janev Hutinec



## MAKSIMIR PARK

With an increasing proportion of the population living in urban areas, the protection and conservation of urban biodiversity is of great importance. The city of Zagreb, as the largest city in the Republic of Croatia, has valuable natural areas that play an important role due to the ecosystem services they provide.

Maksimir Public Institution for the Management of Protected Areas of the City of Zagreb manages two significant landscapes, 18 monuments of park architecture and 5 areas of the Natura 2000 ecological network, which have international significance. A description of some protected areas is brought to your attention.

**Maksimir Park** was once an old oak forest used for hunting and logging, and for centuries it belonged to the Zagreb diocese. If the bishop Maksimilijan Vrhovac had not decided to transform the forest into a park almost 230 years ago, it would very likely be an urban settlement today. The design of the park began in the style of French Baroque, with geometrically shaped plots of flowers. The park was luxuriously opened in 1794. What Bishop Vrhovac began was competently completed by Archbishop Juraj Haulik, who modified Maksimir in the spirit of English landscape romantic park architecture. The value of Maksimir Park as a monument of park architecture and a protected cultural asset is exceptional, both within Croatia and beyond. Maksimir Park is also an important habitat for plant, animal and mycological species, which find a home here due to its expansiveness.

**The important landscape Savica** comprises a complex of wetland habitats on the left bank of the Sava River on the territory of the City of Zagreb, which is of great local, distinct regional and national importance for nature conservation. Savica is a natural tributary of the Sava River, separated from the main stream by a dam and partially buried, but still of exceptional value for nature conservation, especially for birds. Today, Savica is the only remaining tributary along the Sava from the Slovenian border to Sisak and the only wetland in Zagreb. It consists of a large, well-preserved tributary of the Sava and a series of abandoned pebbles overgrown with aquatic

and wetland vegetation, which over the years have taken on the characteristics of a valuable semi-natural habitat.

**The significant landscape of Goranec and the ecological network of Vejalnica and Krč** areas are located on the eastern slopes of Medvednica and share the border with Medvednica Nature Park. The area is not only a significant landscape, but also intertwined with the ecological network Natura 2000 Vejalnica and Krč.

Because of its great scenic value, it was declared a nature reserve in 1977. The main feature of the area is the hilly terrain covered with mixed forests and agricultural land such as pastures, vineyards and orchards, offering a magnificent view of the villages of Prigorje. Within the significant landscape, dry mountain meadows predominate, with bushy and woody vegetation in places.

Within the city limits there are six areas that belong to Natura 2000 Ecological Network. Two areas, called Potok Dolje, as well as Vejalnica and Krč are entirely under the jurisdiction of the Public Institution Maksimir, while the Public Institution Nature Park Medvednica manages the entire territory of the Medvednica Nature Park. The jurisdiction over the territory of the ecological network is shared with the "Green Ring", the Public Institution for the management of protected areas and other protected natural values in the Zagreb County. These areas are Stupnički lug, Sava upstream from Zagreb and Sava near Hrušćica with gravel pit Rakitje.

Maksimir Public Institution



Park Maksimir  
Foto / Photo: Saša Banić

## ZAGORJE ZELENO

(Green Zagorje)

Javna ustanova za upravljanje zaštićenim dijelovima prirode Krapinsko-zagorske županije Zagorje zeleno (dalje: JU Zagorje zeleno) upravlja zaštićenim dijelovima prirode i područjima ekološke mreže u Krapinsko-zagorskoj županiji. JU Zagorje zeleno obavlja djelatnost sukladno Statutu i Zakonu o zaštiti prirode na osnovu plana upravljanja i godišnjeg programa zaštite, održavanja, očuvanja, promicanja i korištenja zaštićenih područja te godišnjeg financijskog plana. Razdoblje od osnivanja ustanove 2005. godine do danas obilježeno je zahtjevnim poslovima, brojnim susretima, uvažavanim rezultatima i uspjesima. U navedenom razdoblju JU Zagorje zeleno je rasla i razvijala se u skrbi za jedinstveno bogatstvo prirode Krapinsko-zagorske županije (dalje: Županija), vodeći jednaku brigu o dosad zaštićenim prirodnim vrijednostima, ali i o očuvanju i promociji bogate biološke, krajobrazne i geološke raznolikosti u našoj Županiji.

Od samih početaka jedan od ključnih ciljeva JU Zagorje zeleno bio je vezan za trajno angažiranje, što vlastitih, što suradničkih snaga za jačanje stručnih temelja upravljanja zaštićenom prirodom Županije.

### Za nas je to značilo:

- poticati znanstvenu zajednicu na provedbu istraživanja u svrhu inventarizacije, utvrđivanja rasprostranjenosti vrsta i stanišnih tipova, te veličina populacija na području županije;
- znanstveno-istraživačke programe i projekte usmjeravati prema istraživanjima specifičnih, vrijednih, osjetljivih, nedovoljno poznatih i ugroženih zajednica, vrsta i staništa;
- uvažavati kriterij potrebe inventarizacije i biološke raznolikosti od nacionalnog značenja u provedbi nacionalnih programa te u pripremi i izvođenju projekata financiranih iz proračuna ili projektnih izvora;
- promicati informiranje, edukaciju i razumijevanje za razvoj pozitivne društvene orijentacije u smislu zaštite prirodnih dobara i očuvanja svih sastavnica prirode i okoliša, a posebno biološke i krajobrazne raznolikosti.



Centar za prirodu Zagorje / Zagorje Nature Center  
Foto / Photo: Mario Jurina



Staza kroz krošnje Zelenjak / Zelenjak Canopy Path  
Foto / Photo: Mario Jurina

Živa priroda je naš poziv i radni prostor, a ljudi s njihovim interesima, potrebama i aktivnostima naš su okvir djelovanja.

U našoj Županiji zaštićeno je 17 područja u četiri kategorije: park prirode, spomenik prirode, značajni krajobraz i spomenik parkovne arhitekture. Površina zaštićenih područja iznosi 6522,01 ha te je zaštićeno 5,3 % površine Županije. U kategoriji park prirode, 1981. godine zaštićena je Medvednica, koja u dijelu od 30 % ukupne površine pripada našoj Županiji. Ta površina iznosi 5.461 ha, što je 83,7 % ukupne površine zaštićenih dijelova prirode. U kategoriji spomenik prirode zaštićena su četiri objekta male površine. Područje Sutinskih toplica i Zelenjak – Risvička i Cesarska gora zaštićeni su u kategoriji značajni krajobraz. Zajedno, u ukupnoj površini zaštićenih područja, zauzimaju 6,2 %. Kategorija spomenik parkovne arhitekture uključuje 10 objekata ukupne površine od 62,85 ha što je 0,96 % ukupne površine zaštićenih područja na području Županije. Prvim zaštićenim područjem na području Županije u kategoriji spomenik prirode proglašeno je Hušnjakovo 1948. godine, dok je posljednja zaštićena stoljetna lipa u Desiniću, 2011. godine u kategoriji spomenik parkovne arhitekture.

Ekološka mreža u Županiji obuhvaća šest područja, koja zauzimaju 10 % teritorija (Vršni dio Ivančice, Strahinjčica, Medvednica, Rijeka Sutla, Dolina Sutle kod Razvora i Židovske jame).

Javna ustanova za upravljanje zaštićenim dijelovima prirode Krapinsko-zagorske županije Zagorje zeleno (Green Zagorje)



Edukativna staza Veze prirode / Educational trail Nature links  
Foto / Photo: Mario Jurina

## GREEN ZAGORJE

The Public Institution for the Management of Protected Parts of Nature in the Krapina-Zagorje County Zagorje zeleno (hereinafter: PI Green Zagorje ) manages the protected parts of nature and the areas of the Natura 2000 ecological network in the Krapina-Zagorje County. PI Green Zagorje carries out the activities in accordance with the Statute and the Nature Protection Act on the basis of the management plan and the annual program for the protection, maintenance, conservation, promotion and use of the protected areas, as well as the annual financial plan. Since its establishment in 2005 the PI Green Zagorje has grown and developed. It takes care of the unique natural treasure Krapina-Zagorje County, protects the natural values, preserves and promotes the rich biological landscape and geological diversity in the county. These years have been marked by challenging tasks, numerous meetings, respectable results and successes.

From the very beginning, one of the main objectives of PI Zagorje Green has been linked to the continuous commitment of its own and partners to strengthen the professional foundations of the county's nature conservation management.

### For us, this meant:

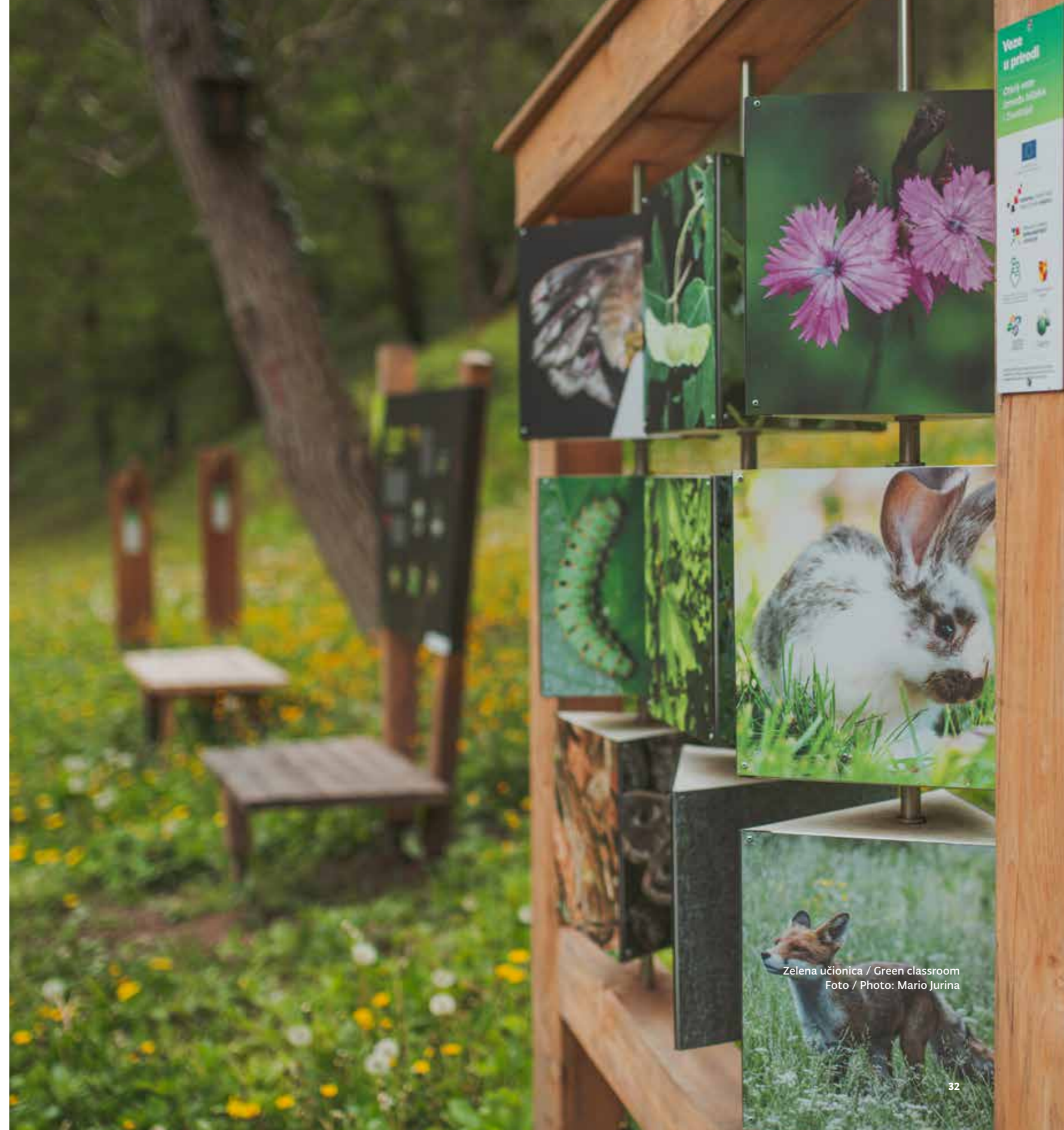
- encouraging the scientific community to conduct research for the purpose of inventory, species and habitat type discovery, species and habitat type distribution, and population size in the county;
- conduct scientific research programs and projects for the purpose of studying specific, valuable, sensitive, inadequately known and endangered species, communities, and habitats;
- consider the criteria of inventory and biodiversity of national importance in the implementation of national programs and preparation of project implementations financed by budgetary or project funds; and

- promote the dissemination, education and understanding of a positive social orientation towards the protection and conservation of all nature and the environment, especially biological and landscape diversity.

Nature is our vocation and our field of work, the framework for action is man with his interests, needs and activities. In our county 17 areas are protected in four categories: Natural Park, Natural Monument, Protected Landscape and Monument of Park Architecture. The protected area covers 6522,01 ha, i.e. 5,3 % of the county area is protected. Medvednica was protected as a nature park in 1981 and 30 % of the total area belongs to our county. It covers 5,461 ha, which is 83.7 % of the total area of our county. Four small area objects are protected with the category of natural monuments. The area of Sutinske toplice, Zelenjak - Risvička and Cesarska gora are protected in the category of significant landscape. Together they occupy 6.2 % of the total protected area. In the category of monument of park architecture there are 10 objects with the total area of 62.85 ha, which makes 0.96 % of the total protected areas in the county. Hušnjakovo was the first protected area in the county to be included in the category of natural monuments in 1948, while the last protected area was a century-old linden tree in Desinić, which was included in the category of monuments of park architecture in 2011.

The ecological network Natura 2000 includes six areas covering 10 % of the county territory (Ivančica peak zone, Strahinjčica, Medvednica, Sutla river, Sutla valley near Razvor and Jewish hole).

The Public Institution for the Management of Protected Parts of Nature in the Krapina - Zagorje County Zagorje zeleno



Zelena učionica / Green classroom  
Foto / Photo: Mario Jurina

## WWF Adria - vodeći glas za prirodu

WWF je jedna od najvećih i najuglednijih svjetskih nezavisnih organizacija za zaštitu prirode. U 60 godina postojanja, prisutna na svim kontinentima i u više od stotinu država, organizacija je privukla gotovo šest milijuna pratitelja. U našoj regiji WWF djeluje više od dva desetljeća kroz partnerstva s drugim nevladinim organizacijama. Sama WWF Adria službeno je osnovana 2015. godine u Republici Hrvatskoj, a rad organizacije usmjeren je na unapređenje održivog upravljanja slatkovodnim ekosustavima, šumama i zaštićenim područjima, te na očuvanje mora i, dakako, divljih vrsta, a sve uz blisku suradnju s lokalnim zajednicama.

Razmišljajući o tome koje bismo parkove uključili u naš veliki program suradnje sa zaštićenim područjima u regiji koji pokriva održivo upravljanje zaštićenim područjima, klimatske promjene, održivi turizam i druga važna područja koja su neophodna za stanje naše prirode, nimalo nismo dvojili da se trebamo obratiti Parku prirode Medvednica.

Zašto Medvednica? Nije često da uz glavni grad neke države nalazimo pravo zaštićeno područje, park koji svakoga vikenda mami tisuće posjetitelja željnih bijega u prirodu, a s druge strane meka

je za znanstvenike koji proučavaju biološku raznolikost. Prema istraživanju koje smo proveli s dionicima Parka, najveća vrijednost Medvednice su usluge rekreacije i edukacija, što nam je ukazalo da smo dobro odabrali stvarajući sada već dugogodišnje partnerstvo s Parkom.

Medvednica je bila i naš pilot park u putovanju prema razvijanju održivog turizma u zaštićenim područjima. Uspješno je dovršen dobivanjem Certifikata o održivom turizmu koji je Parku prvi put uručen 2015. godine u Europskom parlamentu, da bi ga pet godina kasnije obnovili i ostali na tom putu. Iako smo kroz isti proces prolazili s još nekoliko parkova u regiji, drago nam je da je PP Medvednica prvi koji je primio, te jedini koji je i zadržao certifikat.

Kako bismo to postigli, pomogli smo djelatnicima Parka u osnivanju Foruma dionika, koji je mnogima čije su djelatnosti vezane uz ovaj biser prirode bio prvi susret, ali i dobar temelj za buduće suradnje.

Na temelju suradnje s Parkom prirode Medvednica, kao i s drugim zaštićenim područjima u Austriji, Njemačkoj, Italiji i Sloveniji, koji su provodili aktivnosti usmjerene na smanjenje utjecaja na prirodu i okoliš te pritiske turizma



Parkovi Dinarida / Parks Dinarides  
Izvor / Source: Arhiva WWF Adria / Archive of WWF Adria



Akademija za prirodu / Nature Academy  
Izvor / Source: Arhiva WWF Adria / Archive of WWF Adria

u zaštićenim područjima, u okviru Interreg CEETO projekta, WWF Adria je izradila Priručnik CEETO-a o upravljanju održivim turizmom za upravljače zaštićenih područja, operativni dokument namijenjen kako upravljačima zaštićenih područja tako i lokalnim dionicima.

Kao predstavnik Republike Hrvatske, PP Medvednica aktivno je pridonio osnivanju udruge „Parkovi Dinaridi – mreža zaštićenih područja Dinarida“, koja danas okuplja gotovo stotinu članova. Iskustva Medvednice rado prenosimo i u druga zaštićena područja s kojima WWF Adria surađuje, i to ne samo u našoj regiji, nego i u Sjevernoj Africi, Kolumbiji te na Svjetskom kongresu zaštićenih područja, koji je održan u Sydneyu 2015. godine.

Jedinstvena pozicija parka prirode u blizini glavnog grada doprinosi zdravlju stanovnika Zagreba i prilika je da prirodu približimo ljudima. Posebna važnost takvih parkova jest i u edukaciji o ulozi prirode na naše zdravlje i blagostanje.

World Wide Fund Adria



Jetrenka / Liverwort *Hepatica nobilis* Schreber  
Foto / Photo: Andrea Solić

## WWF Adria - a leading voice for nature

World Wildlife Fund (WWF) is one of the largest and most trusted independent conservation organizations in the world. In its 60 years of existence, it has been present on all continents and in more than a hundred countries and has almost six million supporters. In our region, WWF has been active for more than two decades through partnerships with other NGOs. WWF Adria was officially established in 2015 in the Republic of Croatia with the aim of improving sustainable management of freshwater ecosystems, forests and protected areas, conservation of the sea and naturally wild species, which will be realized in close cooperation with local communities.

Medvednica Nature Park was undoubtedly the first choice among possible partners, considering that we would include parks in our large cooperation program with regional protected areas, a program that includes sustainable management of protected areas, climate change, sustainable tourism and other important issues related to the state of nature.

Why Medvednica? It's not often that we find a true protected area next to a country's capital, a park that attracts thousands of visitors every weekend looking to escape into nature, and on the other hand is a mecca for scientists studying biodiversity. According to the research we conducted with the Park's stakeholders, Medvednica's greatest value lies in its recreational and educational offerings, which confirms that we made a good choice by entering into a long-term partnership with the Park.

Medvednica was also our pilot park on the way towards developing sustainable tourism in protected areas. The process was successfully completed by receiving the Certificate of Sustainable Tourism, which was awarded in 2015 in European Parliament, only to be renewed five years later. Although we went through the same process with several other parks in the region, we are glad that Medvednica Nature Park was the first to receive the certificate and the only one to renew it.

To accomplish this, we helped the Park employees to form the Stakeholder Forum, which was the first such gathering for many whose activities

were related to the Park, but also a good foundation for future collaboration.

Based on the cooperation with Medvednica Nature Park as well as other protected areas in Austria, Germany, Italy and Slovenia that have implemented activities to reduce tourism pressure on nature and environment in protected areas, WWF Adria developed the CEETO Manual on Sustainable Tourism Management for Protected Area Managers, an operational document intended for both protected area managers and local stakeholders, as part of the Interreg CEETO project.

As a representative of the Republic of Croatia, Medvednica Nature Park actively contributed to the establishment of the association Parks Dinarides - a network of protected areas of the Dinarides, which today has brought together almost a hundred members. We have been looking forward to transfer the experience of Medvednica to other protected areas WWF Adria cooperates with, not only in our region, but also in North Africa, in Colombia and at the World Congress of Protected Areas held in Sydney in 2015.

The unique location of the nature park near the capital contributes to the health of the inhabitants of Zagreb and is a way to bring nature closer to the people. The special importance of such parks lies in educating people about the role of nature in our health and well-being.

World Wide Fund Adria



Smeđi medvjed / Brown bear *Ursus Arctos*  
Foto / Photo: Marko Matešić

## JEDINSTVENA PRIRODNA CJELINA NACIONALNOG PARKA „UNA“

U proteklih deset godina, ustrojeno je i uspostavljeno Javno Preduzeće Nacionalni park „Una“ d.o.o. Bihać (JP NP „Una“) sukladno Zakonu o Nacionalnom parku „Una“ (NP „Una“) na definiranom području koje je proglašeno zaštićenim. JP NP „Una“ je izradilo i donijelo normativne akte, provedbene propise, te druge dokumente i akte neophodne za normalno poslovanje. Primarni cilj i stalna obveza JP NP „Una“ je zaštita i očuvanje svih prirodnih, kulturno-povijesnih i drugih vrijednosti koje se nalaze na području NP „Una“. Uzimajući u obzir ekonomsku, financijsku i političku situaciju u zemlji i regiji, kao i sve poteškoće koje su pratile fazu uspostave i razvoja NP „Una“, vidljiv je napredak u aktivnostima zaštite, nadzora i monitoringa, a koje realizira svakodnevno nadzornička služba JP NP „Una“, uz uključenost sve većeg broja aktivnih dionika. Nadalje, svojim predanim radom, JP NP „Una“ steklo je naklonost na regionalnoj i nacionalnoj razini.

Bitno je istaknuti da su rezultati vezani za promociju NP „Una“ na turističkim tržištima u zemlji i regiji, uzimajući u obzir i sve druge provedene aktivnosti, a posebno one provedene realizacijom tridesetak projekata sredstvima međunarodnih donatora, rezultirali povećanjem broja posjeta od kraja travnja 2011. godine pa do kraja 2019. godine. U 2020. godini pojavom pandemije koronavirusa i blokiranjem turističkih kretanja u svijetu, broj posjeta u NP „Una“ smanjen je za cca 60 % u odnosu na 2019. godinu. Bez obzira na sve poteškoće u poslovanju, JP NP „Una“ je i poslovnu 2020. godinu završilo s pozitivnim rezultatima u svim segmentima rada.

U skladu s vizijom razvoja i programima rada uspostavljene su posjetiteljske zone u kojima je utvrđen poseban režim ulaska, kretanja i ponašanja posjetitelja (zona Štrbački buk-Lohovo i zona Martin Brod). Izgrađena je posjetiteljska infrastruktura, koja se redovito obogaćuje, te su postavljene i drvene naplatne kućice u definiranim posjetiteljskim zonama koje predstavljaju službene ulaze u iste. Drvene kućice služe i kao kontrolno mjesto gdje nadzornici NP „Una“ obavljaju svoje redovne aktivnosti nadzora, kontrole i monitoringa svih kretanja, događanja i aktivnosti u zaštićenom području.

Jedan dio kućica (u posjetiteljskoj zoni Štrbački buk) dostupne su za najam prodaje suvenira te domaćih proizvoda registriranih lokalnih proizvođača.

Bitno je istaknuti da je na više od 90 % područja NP „Una“ ulaz „slobodan“, tj. ne primjenjuje se poseban režim ulaska i kretanja posjetitelja u tom području, što povećava godišnji broj posjeta u procijenjenom iznosu od 25.000 do 30.000 posjeta u odnosu na evidentirani broj ostvarenih.



Sedrene barijere u Martin Brodu / Carst barriers in Martin Brod  
Foto / Photo: Haris Hadžihajdarević

JP NP „Una“ iz godine u godinu postiže sve bolje rezultate u aktivnostima kontrole, nadzora, monitoringa i očuvanja prirodnih i drugih vrijednosti u zaštićenom području, kao i u području turističkih usluga na području NP „Una“ te stvara uvjete za održivi razvoj. Razvijena je sve bolja suradnja sa svim ključnim dionicima i interesnim skupinama koje djeluju izvan granica NP „Una“, a u svrhu ostvarenja planiranih aktivnosti i strateških smjernica. Navedeni rezultati se ponajviše ogledaju kroz aktivnosti vezane za ulaganja na području NP „Una“, u turističku i komunalnu infrastrukturu kao i kroz jačanje, osmišljavanje i kreiranje turističke ponude unutar i van granica NP „Una“.

Od početka uspostave NP „Una“ razvijana je i suradnja s velikim brojem zaštićenih područja u zemlji i regiji. JP NP „Una“ član je regionalnog udruženja zaštićenih područja „Parkovi Dinarida“, zatim europskih udruženja EUROPARC i Sava Parks Network te turističkog klastera „Una Sana“. Potpisani su sporazumi o surad-

nji sa zaštićenim područjima iz regije, kao npr. s NP „Plitvička jezera“, NP „Paklenica“, Pećinskim parkom „Grabovača“, NP „Biogradska gora“, te s „WWF Adria“.

Uspješno su realizirani zahtjevni znanstveno-istraživački projekti, od koji je bitno izdvojiti: projekt „Divljina i život zvijeri NP „Una“, realiziran u više faza od 2012. godine do danas, te dva europska projekta „EcoSUSTAIN“ i „Sava TIES“. Provedbom ovih projekata JP NP „Una“ nadogradilo je svoje reference, te je spremno za još veću suradnju s partnerima u naučno-istraživačkom radu, primjeni međunarodnih standarda i stvaranju pretpostavki za certificiranje ovog područja i njegovih vrijednosti u skladu s europskim standardima. Na osnovu ostvarenih rezultata, JP NP „Una“ nositelj je europskog certifikata za održivi turizam EUROPARC.

Javno preduzeće Nacionalni park „Una“



Milančev buk u Martin Brodu / Milančev waterfall in Martin Brod  
Foto / Photo: Haris Hadžihajdarević

## UNIQUE NATURAL PHENOMENON OF UNA NATIONAL PARK

The Public Company Una National Park was established in Bihać ten years ago and organized in accordance with the law on Una National Park on a defined protected area. Una National Park has prepared and adopted regulations, implementing rules and other documents and acts necessary for normal business activity. The primary goal and ongoing commitment of Public Company Una National Park is to protect and preserve all natural, cultural, historic, and other values located within Una National Park.

Considering the economic, financial and political situation in the country and in the region, as well as all the difficulties that followed the phase of establishment and development of Una National Park, there is a clear progress in the protection, monitoring and control activities, which are realized on a daily basis by the Park Rangers with the involvement of an increasing number of active stakeholders. Moreover, the Public Company Una National Park has gained respect at the regional and national level with its dedicated work.



Milančev buk / Milančev waterfall  
Foto / Photo: Adnan Bubalo

It is important to note that the promotional activities and other efforts in the tourism markets of the country and the region, together with those implemented through thirty projects with international donors, have led to an increase in visits since the end of April 2011 until the end of 2019. In 2020, the number of visits to Una National Park was reduced by about 60 % compared to 2019 due to the coronavirus pandemic and restrictions on tourism activities in the world. Despite all the business difficulties, Public Company Una National Park

ended the 2020 financial year with positive results in all business areas.

In accordance with the development vision and work programs, visitor zones with a special regulation of access, movement and behavior of visitors were established (Štrbački buk-Lohovo zone and Martin Brod zone). Visitor infrastructure was built and regularly improved, and wooden huts were placed in the visitor zones, representing the official entrances to the park. Wooden huts also serve as checkpoints where Rangers from Una National Park regularly monitor, check and control all movements, events and activities in the protected area. Some of the huts (in the Štrbački buk visitor zone) can be rented out for the sale of souvenirs and local products from registered local producers.

It is important to point out that for more than 90 % of the area of Una National Park the entrance is "free", i.e. there is no special regime for the entrance and movements of visitors, which increases the annual number of visits, some 25,000 to 30,000 visits more than the registered number.

The Public Company Una National Park achieves better results every year in the control, monitoring, observation and conservation of natural and other values in the protected area, as well as in tourism services and creating conditions for sustainable development. A good collaboration has been developed with all key actors and stakeholders operating outside the boundaries of Una National Park to implement planned activities and achieve strategic objectives. These results are mainly reflected in the investments made on the territory of Una National Park, in tourism and public infrastructure, and in the design, creation and strengthening of the tourism offer within and outside the boundaries of Una National Park.

From the very beginning Una National Park has developed cooperation with a large number of protected areas in the country and in the region. The Public Company National Park Una is a member of the regional association of protected areas "Park Dinarides", then of the European associations EUROPARC and Sava Parks Network and of the tourist cluster "Una Sana". Cooperation agreements have been signed with regional protected areas, such as Plitvice Lakes National Park, Paklenica National Park, Grabovača Cave Park, Biogradska Gora National Park and WWF Adria.

Ambitious scientific research projects have been successfully implemented, among which should be highlighted: the Wildlife and Life of Beasts project in Una National Park, which has been implemented in several phases from 2012 until today, and two European projects EcoSUSTAIN and Sava TIES. Through the implementation of these projects, Una National Park has upgraded its credentials and is ready for even greater cooperation, taking into account scientific research, the application of international standards and the creation of conditions for the certification of this territory and its values according to European standards. Due to the results achieved, Una National Park was awarded the European certificate for sustainable tourism EUROPARC.

Public Company UNA National Park



Štrbački buk zimi / Štrbački waterfall in winter  
Foto / Photo: Haris Hadžihajdarević

## SADRŽAJ / CONTENT

### I. Održivo upravljanje zaštićenim područjima / Sustainable management of protected areas

1. **Matijević Dalia, Legović Tarzan, Martinić Ivan** - Lokalni razvoj kao pokazatelj cjelovite etičnosti sustava institucionalne zaštite prirode / *Local community development as an indicator of comprehensive institutional nature protection ethics*
2. **Carić Hrvoje** - Integralno upravljanje posjećivanjem u zaštićenim područjima / *Integral visitor management in protected areas*
3. **Martinić Ivan** - Kako unaprijediti održivost upravljanja Parkom prirode Medvednica i treba li nam reinterpretacija održivog upravljanja zaštićenim područjima u Hrvatskoj? / *How can the sustainability of Medvednica Nature Park be improved and do we need a reinterpretation of sustainable management of protected areas in Croatia?*
4. **Ljubić Ivan, Radun Branimir, Žiža Ivona, Tomljenović Ivan, Neferanović Andreja, Kušan Vladimir** - Planiranje integralnog korištenja i zaštite prirodnih resursa - primjer Albanije / *Planning the integral use and protection of natural resources - the example of Albania*
5. **Bogdanović Tomislav** - Mreža zaštićenih područja Dunava – DANUBEPARKS / *The Danube River Network of Protected Areas – DANUBEPARKS*
6. **Hervat Martina, Dujmović Sandro, Milotić Marno** - Inicijativa umrežavanja hrvatskih morskih zaštićenih područja kao doprinos postizanju ciljeva Strategije EU-a za bioraznolikost do 2030. godine / *The Croatian Marine Protected Areas Network initiative as a contribution to achieving the objectives of the EU Biodiversity Strategy for 2030*
7. **Čuljak Alen** - Utjecaj izgradnje hidroelektrana na rijeci Dravi / *The impact of the hydropower plants construction on the Drava river*
8. **Lepoglavec Kruno, Nevečerel Hrvoje, Vnučec Kornelia, Breber Marina, Vnučec Veljko** - Primjer projekta izgradnje poučne staze „Lojzek“ za apliciranje na program ruralnog razvoja / *Project example - the construction of an educational trail "Lojzek" and its application to the program of rural development*
9. **Papeš Olja, Lovrić Valentina, Raspudić Andrea, Lepoglavec Kruno** - Studentski projekt "Go, wheel the park" / *Student project "Go, wheel the park"*
10. **Popijač Marina, Jurjević Varga Martina, Tišma Sanja, Farkaš Anamarija, Tolić Iva** - Inovativni mehanizmi vrednovanja i upravljanja Parkom prirode Medvednica: istraživanje stavova posjetitelja / *Innovative mechanisms of evaluation and management of Medvednica Nature Park: research on visitor attitudes*
11. **Jurjević Varga Martina, Popijač Marina, Belović Kelemen Martina, Tišma Sanja, Kasović Mario, Đuričković Ivona** - Vrednovanje zdravstvene funkcije usluga šumskih ekosustava (UŠE) periurbanih šuma zaštićenog područja i izrada metodologije plaćanja / *Understanding the health functions of peri-urban forests in protected areas and Payment for Ecosystem Services (PES)*



12. **Ban Ćurić Tajana, Popijač Marina, Jurjević Varga Martina, Belović Kelemen Martina, Kostelić Andrea** - Održivi razvoj i turizam na području Parka prirode Medvednica / *Sustainable development and tourism in Medvednica Nature Park*
13. **Popijač Marina, Ferenčak Marijana, Ban Ćurić Tajana, Duvnjak Kristina, Škrlec Goran** - Novi izazovi upravljanja Parkom prirode Medvednica / *New challenges of Medvednica Nature Park management*

### II. Održivi turizam / Sustainable tourism

1. **Stojanović Vladimir, Demonja Damir, Mijatov Maja, Dunjić Jelena** - Konceptija razvoja ekoturizma u UNESCO rezervatima biosfere: studije slučaja iz Hrvatske i Srbije / *The concept of Ecotourism development in UNESCO Biosphere Reserves: case studies from Croatia and Serbia*
2. **Jelinčić Daniela Angelina, Tišma Sanja, Tolić Iva** - Održivi turizam i inovacije kroz fondove Europske unije / *Sustainable tourism and innovations through European Union funds*
3. **Posavec Stjepan, Beljan Karlo, Krpina Vesna, Marin Ana Marija** - Možemo li razvijati ekoturizam i održivo gospodariti šumom u Parku Prirode Medvednica? / *Can we develop Ecotourism and sustainably manage the forest in Medvednica Nature Park?*
4. **Koštro Anamarija, Essert Sara** - Park-šuma Tuškanac kao botanička učionica u rano proljeće / *Tuškanac Forest Park as a botanical classroom in early spring*
5. **Kičić Martina, Marin Ana Marija, Vuletić Dijana, Krajter Ostoić Silvija** - "Jako puno Zagrepčana ide na Sljeme" - percepcija i prostorni raspored kulturoloških usluga i negativnosti šuma na području Medvednice / *"Many Zagreb people go to Sljeme" - perception and spatial distribution of cultural ecosystem services and disservices of forests on Medvednica*
6. **Krpina Vesna, Tafra Damira, Pandža Marija, Milović Milenko, Jasprica Nenad** - Model monitoringa utjecaja posjetitelja na elemente ekosustava u zaštićenom prirodnom području / *Model for monitoring the impact of visitors to ecosystem elements in a protected natural area*
7. **Šagovnović Ivana, Stamenković Igor, Demonja Damir** - Prema boljem razumijevanju ekoloških stavova i ponašanja turista: istraživanje razlika temeljem sociodemografskih karakteristika turista / *Towards a better understanding of tourists' environmental attitudes and behavior: Exploring differences based on tourists' sociodemographic characteristics*
8. **Boromisa Ana-Maria** - Održivi turizam u zaštićenim područjima: novo normalno / *Sustainable tourism in protected areas: New normal*
9. **Hima Valerija** - Razvoj sustava posjećivanja i posjetiteljske infrastrukture u Parku prirode Lonjsko polje / *Development of the visitor system and visitor infrastructure in Lonjsko polje Nature Park*
10. **Kostelić Andrea, Kovačić Denis, Kavčić Suzana** - Održivo upravljanje posjetiteljima špilje Veternice i Rudnika Zrinski u Parku prirode Medvednica / *Sustainable visitor management of Veternica cave and Zrinski Mine in Medvednica Nature Park*

11. **Končar Sanja, Duvnjak Kristina, Đuričković Ivona** - Važnost edukativnih programa Parka prirode Medvednica u razvoju djece školske dobi / *The importance of educational programs of Medvednica Nature Park in the development of school-age children*

12. **Ban Ćurić Tajana, Popijač Marina, Đuričković Ivona** - Trendovi posjećivanja zaštićenih područja / *Trends in visiting protected areas*

### III. Klimatske promjene / Climate change

1. **Duplić Aljoša, Šestani Gabrijela, Topić Ramona** - Kakvu je budućnost Europski zeleni plan predodredio šumskim ekosustavima? / *What future does European Green Plan envision for forest ecosystems?*

2. **Ješovnik Ana, Boršić Igor, Šestani Gabrijela** - Divlji oprašivači Zagreba i prilagodba klimatskim promjenama / *Wild pollinators of Zagreb and climate adaptation*

3. **Masten Milek Tatjana, Basrek Luka** - Klimatske promjene i bioraznolikost – uvodno predavanje / *Climate change and biodiversity - Introductory lecture*

4. **Bjeliš Mario, Poljak Vedran, Vladislavić Anka, Bjeliš Marijana, Strikić Frane** - Klimatske promjene u 21. stoljeću i rizik za floru i faunu (studija slučaja: utjecaj na maslinu - *Olea europaea L.* i maslininu muhu - *Bactrocera oleae*) / *Climate change in 21<sup>st</sup> century and the risk to flora and fauna (case study: impact on olives - *Olea europaea L.* and olive fly - *Bactrocera oleae*)*

5. **Gomboc Stanislav** - Klimatske promjene i njihov utjecaj na bioraznolikost leptira / *Climate change and their impact on butterfly diversity*

6. **Šprem Nikica** - Klimatske promjene i divljač: odgovor, prilagodba i budućnost / *Climate change and wildlife: response, adaptation and the future*

7. **Bituh Tomislav, Franić Zdenko, Petrinc Branko, Babić Dinko, Avdić Mak, Franulović Iva, Kovačić Milica, Senčar Jasminka, Skoko Božena, Petroci Ljerka, Rašeta Davor** - <sup>137</sup>Cs u vodovodnoj vodi podsljemenske zone / *<sup>137</sup>Cs in drinking water of the mountain Medvednica area Podsljeme*

8. **Gluščić Valentina, Šimić Iva, Pehnc Gordana** - Količine iona u ukupnoj taložnoj tvari u zraku grada Zagreba / *Ion levels in the total deposited matter in Zagreb air*

9. **Franulović Iva, Petrinc Branko, Rašeta Davor, Bituh Tomislav, Babić Dinko, Kovačević Milica, Senčar Jasminka, Petroci Ljerka, Avdić Mak, Franić Zdenko, Skoko Božena** - <sup>137</sup>Cs i <sup>90</sup>Sr u mlijeku iz Pušće / *<sup>137</sup>Cs i <sup>90</sup>Sr in milk from Pušća*

10. **Kovačić Milica, Petrinc Branko, Franulović Iva, Rašeta Davor, Senčar Jasminka, Petroci Ljerka, Avdić Mak, Franić Zdenko, Babić Dinko, Skoko Božena, Bituh Tomislav** - <sup>137</sup>Cs i <sup>90</sup>Sr u oborinama u Zagrebu / *<sup>137</sup>Cs i <sup>90</sup>Sr in precipitation in the City of Zagreb*

11. **Rašeta Davor, Babić Dinko, Petrinc Branko** - Analiza radioaktivnosti u zraku na obronku Medvednice u 2020. godini / *Analysis of radioactivity in the air at Medvednica foothill in 2020*

12. **Davila Silvije, Pehnc Gordana, Bešlić Ivan, Jurjević Varga Martina** - Upotreba elektro-kemijskih senzora za praćenje kvalitete zraka u Zagrebu / *Use of electrochemical sensors for air quality monitoring in Zagreb*

13. **Šimić Iva, Pehnc Gordana, Mendaš Starčević Gordana, Popijač Marina** - Atmosfersko taloženje policikličkih aromatskih ugljikovodika na području Parka prirode Medvednica / *Atmospheric deposition of polycyclic aromatic hydrocarbons at Medvednica Nature Park*

14. **Žagar Krešimir** - Hrvatsko šumarstvo u svjetlu klimatskih promjena / *Croatian forestry in the light of climate change*

15. **Novak Nenad, Novak Maja** - Invazivne strane biljne vrste u zaštićenim područjima i klimatske promjene / *Invasive alien species in protected areas and climate changes*

16. **Skendžić Sandra, Čirjak Dana, Štrlić Marina, Lemić Darija, Pajač Živković Ivana, Juran Ivan, Kadoić Balaško Martina, Virić Gašparić Helena, Čačija Maja** - Strategije zaštite bilja od štetnika uslijed klimatskih promjena / *Climate change and pest management strategies*

### IV. Upravljanje šumama / Forest management

1. **Zec Silvija** - Upravljanje šumama u Hrvatskoj / *Forest Management in Croatia*

2. **Miškulin Damir** - Gospodarske šume na području Parka prirode Medvednica / *Forest management in Medvednica Nature Park*

3. **Janeš Dubravko, Radošević Marko** - Šumskogospodarski planovi u parkovima prirode Republike Hrvatske / *Forest management plans within nature parks in Republic of Croatia*

4. **Japundžić-Palenkić Božica, Krišto Marijana, Romanjek Fajdetić Nataša, Blažinkov Mihaela** - Primjena biostimulatora u uzgoju paulovnije / *The application of biostimulators in Paulownia trees cultivation*

5. **Antunović Slavica, Živković Josipa, Božić-Ostojić Ljiljana, Štefanić Edita, Miroslavljević Krunoslav, Čuljak Alen** - Invazivne biljne vrste na području značajnog krajobraza Gajna / *Invasive plant species in the area of significant landscape Gajna*

6. **Ognjenović Mladen, Levanić Tom, Potočić Nenad, Ugarković Damir, Indir Krunoslav, Seletković Ivan** - Međuovisnost različitih indikatora vitaliteta stabala i njihov odziv na klimatske uvjete na plohi obične bukve (*Fagus sylvatica L.*) / *Interrelations of various tree vitality indicators and their reaction to climatic conditions on a European beech (*Fagus sylvatica L.*) plot*

7. **Medak Jasnica, Sirovica Ivana, Perić Sanja** - Šumske zajednice i staništa pitomog kestena (*Castanea sativa Mill.*) na Medvednici - dinamika flornog sastava / *Forest communities and habitats of Sweet chestnut (*Castanea sativa Mill.*) on Medvednica - plant species dynamics*



8. **Ljubić Ivan, Stojsavljević Denis, Đanić Ana, Jantol Nela, Radun Branimir, Žiža Ivona, Tomljenović Ivan, Neferanović Andreja, Kušan Vladimir** - Metodološki koncept izrade planova zaštite, njege i obnove šuma za nacionalne parkove Brijuni, Plitvička jezera, Paklenica i Mljet / *The methodological concept of development Forest Protection, Care and Restoration Programs for Brijuni, Plitvice Lakes, Paklenica and Mljet national parks*
9. **Plišo Vusić Ivana, Vukelić Joso** - Šume crne joha s blijedožučkastim šašem (*Carici brizoidis-Alnetum glutinosae* Ht. 1938) u južnom dijelu Parka prirode Medvednica / *Black Alder forests with Quaking Sedge (Carici brizoidis-Alnetum glutinosae Ht. 1938) in the southern part of Medvednica Nature Park*
10. **Jurjević Luka, Balenović Ivan** - Mogućnost primjene blizupredmetnih daljinskih istraživanja u gospodarenju i upravljanju šumama / *Applicability of close-range remote sensing technologies in forest management*
11. **Marjanović Hrvoje, Kern Anikó, Anić Mislav** - Promjene u listanju šuma Medvednice u razdoblju 2000.-2020. temeljene na satelitskim opažanjima NDVI pomoću MODIS-a / *Changes in the greening of the forests of Medvednica in the period 2000-2020 based on the space-based observation of the NDVI with MODIS*



Šuma u magli / Foggy forest  
Izvor / Source: Arhiva JU PPM / Archive of PI NPM



Medvedgrad iznad oblaka / Medvedgrad above clouds  
Izvor / Source: Arhiva JU PPM / Archive of PI NPM



---

**Održivo upravljanje zaštićenim područjima / Sustainable management of protected areas**

---

Biljni, životinjski svijet i njihovo stanište ne mogu govoriti, stoga mi moramo i hoćemo  
– THEODOR ROOSEVELT

*The wildlife and its habitat cannot speak, so we must and we will*  
– THEODORE ROOSEVELT

## LOKALNI RAZVOJ KAO POKAZATELJ CJELOVITE ETIČNOSTI SUSTAVA INSTITUCIONALNE ZAŠTITE PRIRODE

Dalia Matijević<sup>1</sup>, Tarzan Legović<sup>2,3</sup>, Ivan Martinić<sup>4</sup>

### SAŽETAK

Tijekom 2018. i 2019. godine provedeno je istraživanje na primjeru studije slučaja NP Krka sa svrhom integralne procjene etičnosti sustava institucionalne zaštite prirode. Pritom su, kao jedno od osam temeljnih načela etike zaštite prirode, propitivani različiti aspekti u odnosima lokalnih zajednica sa zaštićenim područjem, odnosno Javnom ustanovom NP Krka. U okviru Plana upravljanja NP Krka, sukladno usvojenim standardima upravljanja zaštićenim područjima širom svijeta, navodi se kao jedan od temeljnih ciljeva trajno jačanje i razvoj suradnje s lokalnom zajednicom sa svrhom postizanja dugoročne održivosti prirodnog i društvenog kapitala. Obzirom na sustav cjelovite procjene etike zaštite prirode, razmotrene su i rangirane aktivnosti koje se provode u NP Krka, a izravno ili neizravno doprinose razvoju lokalne zajednice. Među njima su izravni novčani transferi definirani propisima, sufinanciranje projekata od lokalnog značaja i onih koji su povezani s unapređenjem očuvanja, promocije i korištenja Parka, tematske konzultacije i radionice s poljoprivrednicima, obrtnicima, turističkim radnicima, tijelima javne uprave, gospodarstvenicima, znanstvenim institucijama i drugim društvenim dionicima. Rezultati istraživanja pokazali su da lokalne zajednice jasno prepoznaju važnost i dobrobiti suradnje s upravama zaštićenih područja te nadalje upućuju na sustav upravljanja kojim se primjereno valoriziraju i koriste lokalna znanja, sposobnosti, iskustva i vještine. Za daljnje jačanje doprinosa lokalnih zajednica ciljevima upravljanja zaštićenim područjima treba stalno iznalaziti nova područja interesa i suradnje, kako bi se dugoročno kroz dijeljenje odgovornosti

i koristi sve izrazitije promicala načela dugoročne održivosti sustava zaštite. U zaključcima rada iznose se modeli u smislu daljnjeg unaprjeđenja suradnje, koji se baziraju na zajedničkom iznalaženju rješenja temeljenih na prirodi (IUCN / EU Nature-based Solutions) te razvoju lokalnih zajednica u zaštićenim područjima kao ključnog čimbenika očuvanja i upravljanja zaštićenim područjima, čime se nedvojbeno podržava provedba UN ciljeva održivog razvoja (11, 13, 15), pridonosi primjeni odredbi Pariškog sporazuma te promiču načela mreže Natura 2000.

**Ključne riječi:** zaštićena područja, integralno upravljanje, lokalne zajednice, održivi razvoj, etika zaštite prirode.

<sup>1</sup> Veleučilište u Karlovcu, Trg J.J. Strossmayera 9, 47 000 Karlovac

<sup>2</sup> OIKON d.o.o. Institut za primijenjenu ekologiju, Trg senjskih uskoka 1-2, 10 000 Zagreb

<sup>3</sup> Libertas, međunarodno sveučilište, Trg J. F. Kennedy 6b, 10 000 Zagreb

<sup>4</sup> Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Svetošimunska cesta 25, 10 000 Zagreb  
daliamatijevic@gmail.com / tlegovic@oikon.hr / martinic.ivan@gmail.hr

## LOCAL COMMUNITY DEVELOPMENT AS AN INDICATOR OF COMPREHENSIVE INSTITUTIONAL NATURE PROTECTION ETHICS

Dalia Matijević<sup>1</sup>, Tarzan Legović<sup>2,3</sup>, Ivan Martinić<sup>4</sup>

### ABSTRACT

In 2018 and 2019, a case study was realized in the NP Krka with the aim of conducting an integrated institutional conservation ethics assessment. Various aspects of cooperation between local communities and the protected area management system were considered as one of the eight basic principles of conservation ethics. NP Krka's Management Plan, which is in line with accepted principles in protected areas worldwide, emphasizes the need to strengthen and develop cooperation with local communities as one of the most important objectives to achieve long-term sustainability of the respective natural and social capital. Activities consistently implemented in NP Krka that directly or indirectly contribute to local community development have been carefully assessed and ranked according to conservation ethics determinants. These include regular direct cash transfers defined by regulations, co-financing of projects of local importance or those related to improving the conservation status, promotion and use of the park, consultations and thematic workshops with farmers, artisans, tourism employees, public administration bodies, business leaders, scientific institutions and other stakeholders. The results of the research showed that local communities clearly recognize the importance and benefits of collaborating with the respective public institution, so that further use and appropriate valorization of local knowledge, capacities, experiences and skills must take place. To further strengthen the contribution of local communities to protected area management objectives, new areas of collaboration need to be consistently explored, tested and applied to ensure the long-term sustainability of the protected area system through the sharing of responsibilities and benefits.

The conclusions of the paper present models for further enhancing cooperation, based on the IUCN / EU nature-based solutions, which present local developments in a protected area as an important factor for conservation and management, undoubtedly supporting the implementation of the provisions of Paris Agreement and promoting the principles of Natura 2000 Ecological Network.

**Keywords:** protected areas, integral resource management, local communities, sustainable development, nature protection ethics.

<sup>1</sup> Karlovac University of Applied Sciences, Trg J.J. Strossmayera 9, 47 000 Karlovac

<sup>2</sup> OIKON Ltd. Institute of Applied Ecology, Trg senjskih uskoka 1-2, 10 000 Zagreb

<sup>3</sup> Libertas International University, Trg J. F. Kennedy 6b, 10 000 Zagreb

<sup>4</sup> University of Zagreb, Faculty of Forestry and Wood Technology, Svetošimunska cesta 25, 10 000 Zagreb  
daliamatijevic@gmail.com / tlegovic@oikon.hr / martinic.ivan@gmail.hr

## INTEGRALNO UPRAVLJANJE POSJEĆIVANJEM U ZAŠTIĆENIM PODRUČJIMA

Hrvoje Carić<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Osvrt na praksu upravljanja posjećivanjem u sustavima zaštićenih područja kroz recentne primjere istraživanja antropogenih utjecaja, uspostave pokazatelja, analize rizika te analiza nosivog kapaciteta. Transparentnost i primjenjivost rezultata provedenih istraživanja povezanih s upravljanjem posjetiteljima su ključni za donošene informiranih upravljačkih odluka. Interdisciplinarnost se zasniva na koreliranju podataka i analiza - turističkih, okolišnih, ekoloških i ekonomskih - te detaljnijih uvida u karakteristike prostorno-vremenske distribucije posjetitelja. Istraživanja su pokazala da nezadovoljstvo posjetitelja korelira s različitim parametrima percepcije gužve kao i stanja okoliša. Indikatori stanja okoliša i zaštite prirode ukazali su na degenerativne promjene koje istovjetno štete okolišu i doživljaju posjetitelja.

**Ključne riječi:** upravljanje posjećivanjem, turizam, zaštita prirode, zaštita okoliša.

## INTEGRATED VISITOR MANAGEMENT IN PROTECTED AREAS

Hrvoje Carić<sup>1</sup>

### ABSTRACT

*An overview of visitor management practices in protected area systems using current examples of research on anthropogenic impacts, indicator development, risk analysis, and carrying capacity analysis. Transparency and applicability of research conducted in the context of visitor management are key to making informed management decisions. Interdisciplinarity is based on the correlation of data and analysis - tourism, environment, ecology and economics - and more detailed insights into the characteristics of the spatial and temporal distribution of visitors. Research has shown that visitor dissatisfaction correlates with various parameters of crowd perception as well as with environmental conditions. Indicators of environmental health and conservation have pointed to degenerative changes that are equally damaging to the environment and the visitor experience.*

**Keywords:** visitor management, tourism, nature conservation, environmental protection.

<sup>1</sup> Institut za turizam, Vrhovec 5, 10 000 Zagreb  
Hrvoje.caric@iztzg.hr

<sup>1</sup> Institute for Tourism, Vrhovec 5, 10 000 Zagreb  
Hrvoje.caric@iztzg.hr



## KAKO UNAPRIJEDITI ODRŽIVOST UPRAVLJANJA PARKOM PRIRODE MEDVEDNICA I TREBA LI NAM REINTERPRETACIJA ODRŽIVOG UPRAVLJANJA U ZAŠTIĆENIM PODRUČJIMA U HRVATSKOJ?

Ivan Martinić<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Pitanje održivog upravljanja zaštićenim područjima stavlja se u kontekst odnosa čovjeka i zaštite prirode i globalnih značajki evolucije zaštićenih područja. Na posljednja dva svjetska kongresa parkova došlo je do značajnih pomaka prema integriranju socijalnih i ekonomskih ciljeva u upravljanje zaštićenim područjima za razvoj tzv. 'više društveno orijentiranog upravljanja'. Problematičnost integriranja društveno-gospodarskih pitanja u okviru upravljanja sve se češće navodi kao temeljni razlog ugrožavanja glavnih ciljeva upravljanja i čini gotovo nesavladive teškoće za uprave zaštićenih područja. Uočenu promjenu modela upravljanja zaštićenim područjima karakterizira udaljšavanje od primarnih ciljeva očuvanja u korist uporabe tih područja. Ujednačavanje ciljeva i obveza upravljanja preuzetih iz međunarodnih sporazuma i domaćeg zakonodavstva sa zahtjevima za podupiranjem regionalnog i lokalnog razvoja dodatno čini upravljanje zaštićenim područjima teškim i složenim zadatkom s upitnom dimenzijom održivosti. Posebno se to odnosi na ekološku sastavnicu održivosti koja podrazumijeva upravljanje i razvoj usklađen s geo-biološkim vrijednostima, ekosustavnim dinamizmom i zahtjevima odražavanja ekološki povoljnog stanja područja. Za ispunjavanje ovih ciljeva ključno je u upravljanju u pravoj mjeri uravnotežiti najrazličitije interese i oblike ljudskog djelovanja.

U kontekstu hrvatskih zaštićenih područja, povezano s pripremom nove generacije Planova upravljanja, kao praktična nužnost nameće se ponovno interpretirati upravljanje kao pristup razvoju zaštićenih područja u kojem se ravnoteža između ekološke stabilnosti, socijalne kohezije i ekonomske učinkovitosti primarno podređuje vrijednostima i očuvanju biološkog

kapitala i okolišnih kvaliteta područja, a sve se drugo klasificira i strukturira u odnosu na stanje i zahtjeve ekološke stabilnosti.

Za povećanje razine održivosti upravljanja PP Medvednica sugeriraju se područja i teme temeljnih istraživanja i monitoringa kako bi se pojačalo teorijsko i analitičko znanje o 'resursnoj osnovi'. Naglasak je na obuhvatnim istraživanjima te matričnim nalazima i vidljivijoj komunikaciji trendova ekološkog stanja područja. Kroz konkretne primjere potiče se promjena prakse obavljanja dopuštenih djelatnosti u PP Medvednica, a koristi za lokalne zajednice podupiru se nadogradnjom mjera za osmišljavanje sudioničkih procesa koji motiviraju pristup odlučivanju svim zainteresiranim stranama, posebno onima s manjim sposobnostima da artikuliraju potrebe svojih skupina.

**Ključne riječi:** zaštićeno područje, ciljevi upravljanja, održivost, prirodni resursi.

<sup>1</sup> Sveučilišta u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Svetošimunska cesta 25, 10 000 Zagreb  
martinic.ivan@gmail.com

## HOW CAN THE SUSTAINABILITY OF MEDVEDNICA NATURE PARK MANAGEMENT BE IMPROVED AND DO WE NEED A REINPRETATION OF SUSTAINABLE MANAGEMENT OF PROTECTED AREAS IN CROATIA?

Ivan Martinić<sup>1</sup>

### ABSTRACT

The presentation will address the issue of sustainable management of protected areas in the context of the relationship between people and nature conservation and the global characteristics of protected area development. At the last two World Parks Congresses, significant progress was made towards the integration of social and economic objectives in protected area management by developing the so-called "socially oriented management". The difficulty of integrating socio-economic aspects into the management framework is increasingly cited as a fundamental reason for undermining the main objectives of management and poses almost insurmountable difficulties for protected area management. The observed shift in the protected area management model is characterized by a move away from primary conservation objectives in favour of their use. The reconciliation of management objectives and obligations under international agreements and national legislation with the requirements of supporting regional and local developments makes protected area management a difficult and complex task with a questionable dimension of sustainability. This is especially true for the ecological component of sustainability, which calls for management and development in accordance with geo-biological values, ecosystem dynamics and requirements that reflect the ecologically favorable status of the area. In order to achieve these goals, it is crucial to balance the most diverse interests and forms of human activity.

Considering Croatian protected areas and the preparation of a new generation of Management Plans, there is a practical need to reinterpret management as an approach to protected area development in which the balance between ecological stability, social cohesion and economic

efficiency is primarily subordinated to the values and conservation of the biological capital and ecological qualities of the protected area, while everything else is classified and structured in relation to the conditions and requirements of ecological stability.

To increase the degree of sustainability of the management of Medvednica Nature Park, topics and issues for basic research and monitoring are outlined to strengthen theoretical and analytical knowledge "about the resource base". Emphasis is placed on comprehensive matrix results and improved visibility in communicating the ecological status trends of the area. Specific examples are used to suggest changes in the practice of conducting permitted activities in Medvednica Nature Park, and benefits to local communities are supported through upgraded participatory process design measures that motivate the decision-making approach for all stakeholders, especially those with limited ability to articulate the needs of their groups.

**Keywords:** protected area, management objectives, sustainability, natural resources.

<sup>1</sup> University of Zagreb, Faculty of Forestry and Wood Technology, Svetošimunska cesta 25, 10 000 Zagreb  
martinic.ivan@gmail.com

## PLANIRANJE INTEGRALNOG KORIŠTENJA I ZAŠTITE PRIRODNIH RESURSA – PRIMJER ALBANIJE

Ivan Ljubić<sup>1</sup>, Branimir Radun<sup>1</sup>, Ivona Žiža<sup>1</sup>, Ivan Tomljenović<sup>1</sup>, Andreja Neferanović<sup>1</sup>, Vladimir Kušan<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Prostor predstavlja cjelinu koju, pored ostalih sastavnica, sačinjavaju različiti prirodni resursi korišteni od strane čovjeka. Sve prostorne sastavnice međusobno su povezane, ovisne i nedjeljive, zbog čega je korištenje pojedinih prirodnih resursa nužno provoditi tako da se u obzir uzimaju utjecaji i posljedice njihova korištenja na druge prirodne resurse koje je potrebno zaštititi od štetnih utjecaja. Isto je moguće postići provedbom integralnog planiranja i korištenja prirodnih resursa čime se osigurava prikladno korištenje svih prirodnih resursa, istovremeno svodeći negativne posljedice korištenja na najmanju moguću mjeru.

Prevladavajuću cjelinu prirodnih resursa sačinjavaju vegetacija, tlo i voda, a istom sustavu pripadaju šume, poljoprivredno zemljište, travnjaci, itd., te vodna tijela stalnog i povremenog karaktera. Ako se faze planiranja i korištenja provode samo za jednu od navedenih sastavnica, neizbježno dolazi do narušavanja stabilnosti ostalih.

Na primjeru izrade planova gospodarenja šumama i pašnjacima u Republici Albaniji, ovim radom prikazan je integralan način planiranja korištenja prirodnih resursa koji obuhvaća šume, travnjake, pašnjake, rijetko obrasle te neobrasle površine. Također, radom su obuhvaćeni i oštećeni dijelovi prostora, neovisno o tome jesu li oštećenja direktno ili indirektno uvjetovana djelovanjem prirodnih (vjetrolomi, vjetroizvale, snjegolomi, biljne bolesti i štetnici, erozija tla, bujični tokovi) ili antropogenih (krčenje šuma, požari, neodrživo korištenje prirodnih resursa, itd.) čimbenika. Prilikom izrade planova gospodarenja šumama i pašnjacima, korištenjem naprednih tehnika daljinskih istraživanja, GIS-a i umjetne inteligencije postignuta je viša razina učinkovitosti, ekonomičnosti i pouzdanosti pri prikupljanju, obradi i analizi podataka. Uspješna primjena navedenih metoda opisana je ovim radom.

Učinkovita provedba izrađenih planova gospodarenja šumama i pašnjacima u Republici Albaniji osigurana je sudjelovanjem ključnih dionika koji koriste i upravljaju prostorom, te ostalih zainteresiranih članova lokalne zajednice i šire javnosti.

**Ključne riječi:** prirodni resursi, integralno planiranje, daljinska istraživanja, Albanija.

## PLANNING THE INTEGRAL USE AND PROTECTION OF NATURAL RESOURCES - THE EXAMPLE OF ALBANIA

Ivan Ljubić<sup>1</sup>, Branimir Radun<sup>1</sup>, Ivona Žiža<sup>1</sup>, Ivan Tomljenović<sup>1</sup>, Andreja Neferanović<sup>1</sup>, Vladimir Kušan<sup>1</sup>

### ABSTRACT

The environment is an entity that consists of various natural resources used by humans, in addition to other components. All environmental components are interconnected, interdependent and indivisible, therefore, the use of individual natural resource must be made taking into account the impact and consequences on other natural resources, which must be protected from harmful effects. The same can be achieved by implementing integrated planning and use of natural resources, which ensures appropriate use of all natural resources while minimizing negative impacts.

The majority of natural resources consist of vegetation, soil and water, and this system includes forests, agricultural land, grasslands, etc., as well as water bodies of a permanent or occasional nature. If the planning and utilization phases are carried out for only one of the listed components, the stability of the others will inevitably be disturbed.

This paper presents an integrated way of planning the use of natural resources, including forests, meadows, pastures, sparsely vegetated and bare areas - based on the example of the preparation of forest and pasture management plans in the Republic of Albania. It also includes damaged parts of the environment, whether the damage is directly or indirectly caused by natural factors (wind or snow damaged trees, plant diseases and pests, soil erosion, torrents) or anthropogenic (deforestation, forest fires, unsustainable use of natural resources, etc.). The use of advanced techniques of remote sensing, GIS and artificial intelligence has achieved a higher level of efficiency, profitability and reliability in data collection, processing and analysis in the development of forest and pasture management plans. The successful application of these methods is described in this paper.

Effective implementation of the developed forest and pasture management plans in the Republic of Albania is ensured through the participation of the main stakeholders using and managing the environment, as well as other interested members of the local community and the general public.

**Keywords:** natural resources, integrated planning, remote sensing, Albania.

<sup>1</sup> Oikon d.o.o. – Institut za primijenjenu ekologiju, Trg senjskih uskoka 1-2, 10 020 Zagreb  
iljubic@oikon.hr

<sup>1</sup> Oikon Ltd. – Institute of Applied Ecology, Trg senjskih uskoka 1-2, 10 020 Zagreb  
iljubic@oikon.hr

## MREŽA ZAŠTIĆENIH PODRUČJA DUNAVA - DANUBEPARKS

Tomislav Bogdanović<sup>1</sup>

### SAŽETAK

DANUBEPARKS danas je mreža zaštićenih područja iz 9 dunavskih zemalja. Njegova misija je očuvanje, razvoj i obnova rijeke Dunav, njenog poplavnog područja i glavnih pritoka kao integrirani ekosustav i okosnica života nove europske makroregije i njezinog stanovništva. Ciljnu populaciju čini 110 milijuna ljudi. Suradnja između zaštićenih područja započela je 2007. godine potpisivanjem Deklaracije iz Tulcea s ciljem integriranja zaštićenih područja duž rijeke Dunav i jačanjem utjecaja zaštite prirode na međunarodnoj razini. Deklaracija u Beču iz 2009. godine bila je temelj za osnivanje mreže zaštićenih područja „Danubeparks Network of Protected Areas“, u koju se uključio i Park prirode Kopački rit. U 2014. godini u Budimpešti je osnovana udruga Dunavskih parkova DANUBEPARKS Association. Udrugu čine Generalna skupština, Upravni odbor, predsjednik, Tajništvo i Revizijska komisija. Udruga danas ima 18 članova iz 9 zemalja: Rumunjske (2), Moldavije (1), Bugarske (2), Srbije (1), Hrvatske (3), Mađarske (3), Slovačke (2), Austrije (2), Njemačke (2).

Pravne osobe koje upravljaju zaštićenim područjima su javne ustanove, lokalna i regionalna uprava, NVO, trgovačko društvo i državni zavod. U sklopu mreže proveli su se, a i danas se provode sljedeći projekti: DANUBEPARKS0079 SEE (2009. – 2012.), DANUBEPARKS STEP 2.0, SEE (2012. – 2014.), DANUBeparksCONNECTED, Interreg DTP (2017. – 2019.), Transdanube Travel stories (2020. – 2022.), i LIFE Danube Free Sky (2020. – 2026.).

Projekt LIFE Danube Free Sky započeo je 2020. godine i uključuje 14 projektnih partnera iz 7 zemalja, a jedan od partnera je Javna ustanova „Park prirode Kopački rit“. Vrijednost projekta je 6 milijuna eura od kojih je 1.1 milijun eura namijenjen za hrvatske partnere. Glavni cilj projekta je povećati stopu preživljavanja ciljnih vrsta

ptica na dalekovodima (elektrokucija i kolizija), koja se odnosi na populacije 12 prioritarnih ciljnih vrsta. Aktivnosti projekta su: preliminarni monitoring i monitoring nultog stanja, mjere zaštite (izolacija i diverteri), monitoring učinkovitosti provedenih mjera, utvrđivanje uzroka stradanja te promidžba i vidljivost. Planira se provesti i 5 volonterskih akcija te postaviti 3 gnijezda za stepskog sokola i kamere. Vrijeme provedbe projekta je od 01.09.2020. godine do 28.02.2026. godine.

**Ključne riječi:** DANUBEPARKS, mreža zaštićenih područja, LIFE Danube Free Sky, ptice.

<sup>1</sup> Javna ustanova „Park prirode Kopački rit“, Mali Sakadaš 1, 31 327 Kopačevo, Bilje uprava@pp-kopacki-rit.hr

## THE DANUBE RIVER NETWORK OF PROTECTED AREAS - DANUBEPARKS

Tomislav Bogdanović<sup>1</sup>

### ABSTRACT

Today DANUBEPARKS is a network of protected areas from 9 Danube countries. Its mission is the restoration, conservation and development of the Danube River, its floodplains and main tributaries as an integrated ecosystem and backbone of the new European macro-region and its population. The target population is 110 million people. Cooperation between protected areas began in 2007 with the Tulcea Declaration, which seeks to integrate protected areas along the Danube River and strengthen the impact of nature conservation at the international level. The Vienna Declaration of 2009 was the basis for the establishment of the Danubeparks Network of Protected Areas, which included Kopački rit Nature Park. In 2014, the DANUBEPARKS Association was founded in Budapest. The Association consists of the General Assembly, the Board of Directors, the President, the Secretariat and the Audit Commission. Today the association has 17 members from 9 countries: Romania (2), Moldova (1), Bulgaria (2), Serbia (1), Croatia, (3) Hungary (3), Slovakia (2), Austria (2), Germany (2). Legal entities managing protected areas are public institutions, local and regional administrations, NGOs, companies and governmental institutes. The following projects have been implemented within the network: DANUBEPARKS, SEE (2009-2012), DANUBEPARKS STEP 2.0, SEE (2012-2014), DANUBeparksCONNECTED, Interreg DTP (2017-2019), Transdanube Travel stories (2020 - 2022), and LIFE Danube Free Sky (2020 - 2026).

The project LIFE Danube Free Sky started in 2020 and includes 14 project partners from 7 countries, one of which is Nature Park Kopački rit. The value of the project is 6 million euros, out of which 1.1 million euros are reserved for Croatian partners. The main objective of the project is to increase the survival rate of target bird species on

power lines (electrocution and collision), related to the population of 12 priority target species. The project activities are: pre-observation and initial condition monitoring, protective measures (isolation and diversions), monitoring the effectiveness of implemented measures, identification of causes of accidents, promotion and visibility. It is planned to implement 5 volunteer actions, set up 3 nests and cameras for steppe falcons. The period of project implementation is from 01.09.2020 to 28.02.2026.

**Keywords:** DANUBEPARKS, network of protected areas, LIFE Danube Free Sky, birds.

<sup>1</sup> Public Institution Nature Park Kopački Rit, Mali Sakadaš 1, 31 327 Kopačevo, Bilje uprava@pp-kopacki-rit.hr

## INICIJATIVA UMREŽAVANJA HRVATSKIH MORSKIH ZAŠTIĆENIH PODRUČJA KAO DOPRINOS POSTIZANJU CILJEVA STRATEGIJE EU-A ZA BIORAZNOLIKOST DO 2030. GODINE

Martina Hervat<sup>1</sup>, Sandro Dujmović<sup>1</sup>, Marno Milotić<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Na području Mediterana postoji niz međunarodnih sporazuma te zakonodavnih i upravljačkih okvira relevantnih za zaštitu morskih staništa i vrsta. Unatoč navedenom, morska bioraznolikost na Mediteranu, uključujući i Jadran, ali i u drugim europskim morima, i dalje je ugrožena. Dobro upravljana morska zaštićena područja prepoznata su kao ključni alati očuvanja bioraznolikosti i zaštite ekosustava čiji se pozitivni utjecaji odražavaju i na okolne nezaštićene dijelove mora. Godina 2020. bila je ključna kad je riječ o postavljanju ciljeva pa su novom ambicioznom Strategijom EU-a za bioraznolikost do 2030. godine utvrđeni načini djelotvornije provedbe postojećih propisa, nove obveze, mehanizmi i ciljevi upravljanja. Planom transformativne promjene utvrđeno je stvaranje koherentne mreže zaštite u obuhvatu 30 % europskog kopna i isto toliko mora te učinkovitije upravljanje zaštićenim područjima što bi se trebalo odraziti i na sustav upravljanja u Republici Hrvatskoj.

U RH je zaštita područja s morskim ekosustavima uspostavljena u okviru sedam nacionalnih kategorija zaštićenih područja proglašanih temeljem Zakona o zaštiti prirode te područja ekološke mreže Natura 2000 temeljenih na Direktivi o staništima i Direktivi o pticama EU-a. U kategorijama nacionalnog parka, parka prirode, posebnog rezervata, značajnog krajobraza i spomenika prirode zaštićeno je 17 područja, a ekološkom mrežom s 247 područja obuhvaćeno je 16,26 % obalnog mora te 9,81 km<sup>2</sup> područja ZERP / IGP-a. Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja Republike Hrvatske i 15 javnih ustanova upravljaju zaštićenim područjima i ekološkom mrežom koji zajedno obuhvaćaju oko 9 % mora pod nacionalnom jurisdikcijom.

Kao doprinos implementaciji okolišnih politika

među kojima i Strategije EU-a za bioraznolikost, Javna ustanova Nacionalni park Brijuni potaknula je inicijativu neformalnog umrežavanja svih hrvatskih ustanova koje upravljaju zaštićenim dijelovima morskih ekosustava, neovisno o kategoriji zaštite, i formiranje Hrvatske mreže morskih zaštićenih područja (HRMZP). Inicijativa je spremno dočekan od strane javnih ustanova i nadležnog ministarstva te je dogovoren sadržaj međusobnog Sporazuma o suradnji koji će potpisati zainteresirane javne ustanove. Utvrđeni su sljedeći glavni ciljevi: povećanje učinkovitosti upravljanja, tematska umrežavanja, jačanje kapaciteta, prikupljanje i razmjena podataka, zajednički nastupi u rješavanju upravljačkih izazova, utjecanje na implementaciju i buduće razvijanje strateškog zakonodavnog okvira te politika zaštite prirode na nacionalnoj i međunarodnoj razini te zajedničko planiranje, priprema i provedba projekata.

Umrežavanje je pokrenuto u sklopu Interreg Med projekta pod nazivom MPA NETWORKS, sufinanciranog sredstvima Europskog fonda za regionalni razvoj.

**Ključne riječi:** morska zaštićena područja, Strategija EU-a o biološkoj raznolikosti, umrežavanje, HRMZP.

<sup>1</sup> Javna ustanova „Nacionalni park Brijuni“, Brijuni, 52 100 Pula  
martina.hervat@np-brijuni.hr

## THE CROATIAN MARINE PROTECTED AREAS NETWORK INITIATIVE AS A CONTRIBUTION TO ACHIEVING THE OBJECTIVES OF THE EU BIODIVERSITY STRATEGY FOR 2030

Martina Hervat<sup>1</sup>, Sandro Dujmović<sup>1</sup>, Marno Milotić<sup>1</sup>

### ABSTRACT

There are a number of international agreements and legal and management frameworks for the Mediterranean that are relevant for the protection of marine habitats and species. Nevertheless, marine biodiversity in the Mediterranean Sea, including the Adriatic Sea, but also in other European seas, is still at risk. Well-managed marine protected areas have been recognized as key tools for biodiversity conservation and ecosystem protection, and their positive impacts are also reflected in the surrounding unprotected parts of the sea. The year 2020 was crucial in setting targets and consequently a new ambitious EU Biodiversity Strategy for 2030 set out the pathways for more effective implementation of existing schemes, new commitments, mechanisms and management objectives. The Transformative Change Plan identifies the creation of a coherent protection network covering 30 % of the European land area and an equal area of marine area, as well as more efficient protected area management, which should mirror the management system in the Republic of Croatia.

In the Republic of Croatia, the protection of areas with marine ecosystems has been established within the framework of seven national categories of protected areas declared by the Nature Protection Act and the Natura 2000 ecological network based on Habitats Directive and the EU Birds Directive. 17 areas are protected under the categories of national parks, nature parks, special reserves, significant landscapes and nature monuments, and 247 areas within the ecological network cover 16,26 % of the coastal sea and 9,81 km<sup>2</sup> of the Ecological and Fisheries Protection Zone / Exclusive Economic Zone area. The Ministry of Economy and Sustainable Development and 15 public institutions currently manage protected

areas and the ecological network, covering approximately 9 % of the marine area under national jurisdiction.

As a contribution to the implementation of the nature conservation policy, which includes the EU Biodiversity Strategy, the Public Institution Brijuni National Park promoted the initiative for informal networking of all Croatian institutions managing marine ecosystem protected areas, regardless of the protection category, and the formation of a Croatian Marine Protected Areas Network (CroMPA). The initiative was readily welcomed by public institutions and the relevant Ministry, and the harmonized content of mutual Cooperation Agreement will be signed by interested public institutions. The following main objectives have been identified: increasing management efficiency, thematic networking, capacity building, data collection and sharing, common approach to management challenges, influencing the implementation and future development of the strategic legal framework, environmental protection policy at national and international levels and joint planning, preparation and project implementation.

Networking was initiated within Interreg Med Project under the title MPA NETWORKS, co-financed with funds from European Regional Development Fund.

**Keywords:** Marine Protected Areas, EU Biodiversity Strategy for 2030, networking, CroMPA.

<sup>1</sup> Public Institution Brijuni National Park, Brijuni, 52 100 Pula  
martina.hervat@np-brijuni.hr

## UTJECAJ IZGRADNJE HIDROELEKTRANA NA RIJECI DRAVI

Alen Čuljak<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Rijeke su integralni dio tla, nastale u turbulentnim vremenima oblikovanja planete Zemlje i mijenjale su se kroz njenu povijest. Raznolikost rijeka ne odražavaju samo različiti tipovi tla kroz koje one protječu, nego ta raznolikost zavisi i od promjena godišnjih doba i razlika između vlažnih i suhih godina. Drava je srednjoeuropska rijeka i jedna od najvažnijih pritoka Dunava. U normalnim uvjetima, pronos sedimenta u Dravi je uravnotežen, što znači da se na određenom području odnesena količina sedimenta nadomjesti istom količinom s uzvodnih dijelova. Na svom toku kroz Hrvatsku, Drava je tri puta pregrađena uzvodno od ušća Mure, a prije ulaska u Hrvatsku 19 puta. Studije izvodljivosti za brojne hidroelektrane obično zanemaruju učinak budućeg krčenja šuma ili pretpostavljaju kako će krčenje šuma imati pozitivan učinak na proizvodnju energije, kao rezultat u padu evapotranspiracije. Izgradnjom hidroakumulacijskih jezera u sklopu hidroelektrana mijenja se prirodni režim protoka, javlja se značajan ekološki učinak na dubinu vodenog stupca okolnog područja, kao i na nizvodni dio toka. Nizvodne posljedice gradnje akumulacijskih brana su veliki gubici staništa, promjena ekosustava i raznolikosti drveća prilagođenih poplavama. Izgradnja brana na rijekama smanjuje stopu širenja biljnog i životinjskog svijeta te smanjuje broj vrsta, mijenjajući lokane uvjete okoliša. Izgradnja hidroelektrana, kanaliziranje vodotoka i iskapanje sedimenta doveli su do pojave manjka sedimenta u rijeci Dravi koja odnosi ili gubi više sedimenta nego što ga dobiva iz uzvodnih dijelova. Stoga rijeka uzima sediment iz korita koje se, iz godine u godinu, sve više produbljuje. Prirodna rijeka sa svim svojim elementima zapravo je najbolja obrana od sezonskih poplava, bolja od ikakvih regulacija. Višak vode koje korito rijeke ne može nositi slijeva se u rukavce, mrtvice,

poplavne šume i livade. Hidroenergija je dugo uživala ugled "zelene" energije. Premda, uzmu li se u obzir saznanja koja imamo danas, hidroelektrane su često sve samo ne "zelene". Vodene vrste stabala prilagođene su redovnom i predvidljivom riječnom prinosu, s razdobljima visoke i niske razine vode koji se javljaju tijekom godine. Izgradnjom hidrocentrala mijenja se taj dinamičan odnos te se mijenja količina vodene faze na višim kotama poplavnih ravnica, jednako kao i kopnene faze na nižim kotama poplavne ravnice. Navedena pojava će promijeniti poplavnu dinamiku nizvodno od brane, stvarajući uvjete nepovoljne za vodene vrste stabala. Sve biljne vrste koje su prilagođene poplavnom staništu izgradnjom akumulacije izgubile bi tlo pogodno za naseljavanje, a time bi bila onemogućena sukcesija biljnih zajednica, neprestano obnavljanje staništa i vraćanje ciklusa na početak stvaranjem golih sprudova. Gubi se biološka raznolikost zbog odsutnosti svih faza sukcesija zajednica s pripadajućim vrstama.

**Cljučne riječi:** Drava, rijeke, hidroelektrana, akumulacija, šumski ekosustavi.

## THE IMPACT OF THE HYDROPOWER PLANTS CONSTRUCTION ON THE DRAVA RIVER

Alen Čuljak<sup>1</sup>

### ABSTRACT

Rivers are an integral part of the land, formed during the turbulent times of the formation of planet Earth and changing throughout its history. The diversity of rivers is not only reflected in the different soil types through which they flow, but this diversity also depends on the changes in seasons and the differences between wet and dry years. Drava is a Central European river and one of the most important tributaries of Danube. Under normal conditions, sediment transport in Drava is balanced, which means that in a given area the amount of sediment removed is replaced by the same amount from upstream parts. On its way through Croatia, Drava was dammed three times before the mouth of Mura river and 19 times before the confluence with Croatia. Feasibility studies for a number of hydropower plants usually ignore the effect of future deforestation or assume that deforestation has a positive effect on energy production, as a consequence of decreasing evapotranspiration. The construction of reservoirs within hydropower plants alters the natural flow regime, there is a significant ecological effect on the water column depth of the surrounding area, as well as on the downstream flow. Downstream consequences of dam construction include large habitat losses, ecosystem changes, and flood-adapted tree diversity. Dam construction on rivers reduces the dispersal rate of flora and fauna and reduces the number of species by altering local environmental conditions. Construction of hydroelectric dams, channelization of watercourses and sediment mining have led to sediment depletion in Drava river, as it removes or loses more sediment than it takes up from upstream parts. Therefore, the river takes up sediment from its bed and deepens more and more every year. A natural river with all its elements is actually the best defense against seasonal flooding, better than any regulation.

Excess water that the riverbed cannot absorb drains into river arms, backwaters, floodplain forests and meadows. Hydropower has long enjoyed a reputation as a "green" energy. But with today's knowledge, hydropower plants are often anything but "green." Aquatic plants are adapted to regular and predictable river flows, with periods of high and low water levels throughout the year. The construction of hydropower plants alters this dynamic relationship, changing the amount of water in the higher floodplain areas as well as in the lower floodplain areas. This phenomenon alters flood dynamics downstream of the dam and creates unfavorable conditions for aquatic tree species. Construction of the reservoir would cause all plant species adapted to the floodplain to lose soil suitable for establishment, preventing plant community succession, continuous habitat restoration, and returning the cycle to the beginning by creating bare banks. Biodiversity is lost due to the absence of all successional stages of communities with related species.

**Keywords:** Drava, rivers, hydropower plant, accumulation, forest ecosystems.

<sup>1</sup> Sveučilište u Slavanskom Brodu, Trg Ivane Brlić Mažuranić 2, 35 000 Slavonski Brod  
aculjak@unisb.hr

<sup>1</sup> University of Slavonski Brod, Trg Ivane Brlić Mažuranić 2, 35 000 Slavonski Brod  
aculjak@unisb.hr

## PRIMJER PROJEKTA IZGRADNJE POUČNE STAZE „LOJZEK“ ZA APLICIRANJE NA PROGRAM RURALNOG RAZVOJA

Kruno Lepoglavec<sup>1</sup>, Hrvoje Nevečerel<sup>1</sup>, Kornelia Vnučec<sup>2</sup>, Marina Breber<sup>2</sup>, Veljko Vnučec<sup>3</sup>

### SAŽETAK

Prezentacijom ovog plakata želi se pokazati mogući način uključivanja lokalne zajednice u poboljšanje infrastrukture urbanih / zaštićenih šuma i način usmjeravanja EU sredstava u ovaj segment šumarstva.

Ovim stručnim radom prikazana je izrada projekta prijavljenog na fond ruralnog razvoja pod mjerom 8., podmjere 8.5., tip operacije 8.5.2. „Uspostava i uređenje poučnih staza, vidikovaca i ostale manje infrastrukture“ na području parka prirode Medvednica i području grada Donja Stubica. Projekt naziva poučna staza „Lojzek“ predstavlja višenamjensku poučnu stazu, koja osim rekreativne uloge pruža i edukativnu, turističku, zdravstvenu i zaštitnu funkciju. Projekt poučna staza „Lojzekov put“ smješten je na sjevernim obroncima Medvednice. Zahvat je planiran na šumskom zemljištu u većinskom vlasništvu i posjedništvu trgovačkog društva Hrvatske šume d.o.o.

Poučna staza kreće s postojeće asfaltirane ceste i sastoji se od dvije dionice. Prva dionica duljine je 1219,68 m i završava ispod lovačkog doma blizu

Lojzekove kuće te se pruža u smjeru istoka, dok se druga dionica od 197,75 m duljine odvaja na 3 / 4 prve dionice, a kretanje trase je u smjeru istoka te završava odmorištem i vidikovcem u obliku platforme na strmoj padini.

Čitava poučna staza nalazi se unutar Parka prirode Medvednica i ekološke mreže Natura 2000, te je prilikom prijave potrebno ishođenje dodatne dokumentacije što je prikazano na posteru.

U radu su prikazane sve faze izrade potrebne dokumentacije za prijavu na natječaj te obveze koje korisnik sredstava mora izvršiti prije, tijekom i nakon same izgradnje takve građevine sa svim popratnim infrastrukturnim elementima. Prikazuje se i troškovna strana projekta po elementima s prihvatljivim i neprihvatljivim troškovima te ukupno tražena sredstva, koja su za tu operaciju pokrivena u iznosu 100 % ukupnih prihvatljivih troškova.

**Ključne riječi:** poučna staza, izgradnja, EU fondovi, općekorisna funkcija.

<sup>1</sup> Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Svetošimunska cesta 25, 10 000 Zagreb

<sup>2</sup> Turistička zajednica područja Donja Stubica i Gornja Stubica, Toplička 80, 49 240 Donja Stubica

<sup>3</sup> Kolodvorska 2, 49 240 Donja Stubica  
lepoglavec@sumfak.hr / hnevecere@sumfak.hr

## PROJECT EXAMPLE - THE CONSTRUCTION OF AN EDUCATIONAL TRAIL "LOJZEK" AND ITS APPLICATION TO THE PROGRAM OF RURAL DEVELOPMENT

Kruno Lepoglavec<sup>1</sup>, Hrvoje Nevečerel<sup>1</sup>, Kornelia Vnučec<sup>2</sup>, Marina Breber<sup>2</sup>, Veljko Vnučec<sup>3</sup>

### ABSTRACT

The presentation of this poster aims to show the possible way of involving the local community in the improvement of infrastructure in urban / protected forests and the way of targeting EU funds to this segment of forestry.

This technical paper presents the preparation of a project to be implemented at Rural Development Fund under Measure 8, sub-measure 8.5, operation type 8.5.2. "Establishment and design of nature trails, viewpoints and other smaller infrastructure" on the territory of Medvednica Nature Park and on the territory of the town Donja Stubica. The project "Lojzek", the educational trail is a multi-purpose nature trail, which in addition to the recreational function also has an educational, tourist, health and protective function. The educational trail project "Lojzekov put" is located on the northern hills of Medvednica. The project is located in the forests, the majority of which are owned by Hrvatske šume. The nature trail starts from the existing asphalt road and has two sections. The first section is 1219,68 m long and ends below the hunting lodge

near the Lojzek House and extends in an easterly direction, while the second section, 197,75 m long, runs out at 3 / 4 of the length of the first section, in an easterly direction and ends with a rest area and a viewing platform on a steep terrain.

The entire educational trail is located in Medvednica Nature Park and in the Natura 2000 ecological network, so additional documentation is required when applying for it.

The paper presents all stages of the necessary project documentation for the preparation of tenders and obligations to be fulfilled by the user before, during and after the construction of such a project with all related infrastructure elements. The cost side of the project is also presented by elements with eligible and ineligible costs. And the total requested funds covered for this operation at 100 % are eligible.

**Keywords:** educational trail, construction, EU funds, forest ecosystem services.

<sup>1</sup> University of Zagreb, Faculty of Forestry and Wood Technology, Svetošimunska cesta 25, 10 000 Zagreb

<sup>2</sup> Tourist Board of Donja Stubica and Gornja Stubica, Toplička 80, 49 240 Donja Stubica

<sup>3</sup> Kolodvorska 2, 49 240 Donja Stubica  
lepoglavec@sumfak.hr / hnevecere@sumfak.hr

## STUDENSKI PROJEKT „GO, WHEEL THE PARK“

Olja Papeš<sup>1</sup>, Valentina Lovrić<sup>1</sup>, Andrea Raspudić<sup>1</sup>, Kruno Lepoglavec<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Pandemija bolesti COVID-19 značajno je promijenila dosadašnje životne navike te potaknula okretanje čovjeka prema prirodi.

Razmišljajući o osobama s invaliditetom te kako oni doživljavaju ovu situaciju, primijetili smo da u Zagrebu i cijeloj Hrvatskoj ne postoji park koji ima sustavnu strategiju razvoja, imajući u vidu njihovu ograničenu pokretljivost. Zatečeno stanje u Hrvatskoj u nesuglasju je sa stanjem u ostalim zemljama Europske Unije.

Studentskim projektom odlučeno je pozabaviti se tom problematikom i kroz analize prostornih podataka izraditi kategorizaciju staza, ali i dati prijedloge za izradu novih staza i rampi, što će ujedno povećati mogućnost kretanja i pristupa osobama u kolicima do sada nepristupačnim parkovnim površinama. Cilj projekta je omogućiti točne i detaljne informacije o mogućem samostalnom kretanju osobama u kolicima kroz park Maksimir, čime bi se omogućili duži i češći boravci u prirodi.

Upotrebom suvremene tehnologije, poput GNSS GPS uređaja i bespilotne letjelice (drona), može se napraviti kvalitetna izmjera staza i definiranje vertikalnih profila, što je cilj studentskog projekta. Daljnja terenska istraživanja provodila bi se u smjeru detektiranja zona koje su ljudima s invaliditetom nedostupne, kategorizacije podloga staza te mogućnost samostalne vožnje po njima, s obzirom na nagib, dužine pod nagibom i vrstu podloge.

U projekt se uključuju i osobe s invaliditetom, preko udruge HUPT (Hrvatska udruga paraplegičara i tetraplegičara) te će se mjeriti njihova mogućnost samostalnog kretanja i njihov napor koji proizlazi uslijed kretanja uz različit uzdužni nagib. Područje istraživanja je park Maksimir i to čitav južni dio te dio sjevernog dijela parka. Rezultati će prikazati zone, u kojima osobe s invaliditetom u kolicima mogu

samostalno proći, zone kojima mogu pristupiti uz nečiju pomoć i one koje nisu pristupačne. Produkt projekta je digitalna i analogna mapa na kojoj će biti jednostavne i vidljive informacije svakom posjetitelju o mogućnosti kretanja u parku Maksimir te popis objekata do kojih je omogućen pristup. Ovaj projekt je dobra osnova za daljnje prijedloge i rješenja za savladavanje određenih nagiba ili prepreka te za buduću aplikaciju koja bi sadržavala detaljne mape.

**Ključne riječi:** park Maksimir, parkovne staze, dostupnost invalidskim kolicima, GIS analiza, GPS i dron snimak.

<sup>1</sup> Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska  
olja.papes@gmail.com / klepoglavec@sumfak.hr

## STUDENT PROJECT „GO, WHEEL THE PARK“

Olja Papeš<sup>1</sup>, Valentina Lovrić<sup>1</sup>, Andrea Raspudić<sup>1</sup>, Kruno Lepoglavec<sup>1</sup>

### ABSTRACT

The SARS-CoV-2 virus pandemic has greatly changed previous lifestyles and encouraged people to turn to nature. When we think about people with disabilities and how they experience this situation, we have noticed that there is no park in Zagreb and in the whole of Croatia that has a methodical strategy development that takes into account their limited mobility. The current situation in Croatia is not comparable to the situation in other European Union countries. The student project decided to address this problem and categorize paths by analyzing spatial data, as well as give advice on where new paths and ramps should be built to improve access (mobility) of wheelchair users in currently inaccessible parts of the parks. The aim of the project is to provide correct and detailed information about the possible independent movement of wheelchair users in Maksimir Park to enable them to spend longer and easier time in nature.

By using modern technologies such as GNSSGPS and unmanned aerial vehicles (drones), it is possible to obtain measurements and elevation profiles that are accurate for the area. Further research includes the detection of zones inaccessible to wheelchair users, the categorization of the substructure of paths to allow easy self-navigation in terms of their slope, the length of the inclined parts and the material used.

Members of the CPTA (Croatian Paraplegic and Tetraplegic Alliance) group will be involved in the project, their ability to navigate independently will be measured as well as their effort in negotiating different slope lengths. The study area includes all of the south and part of the north Maksimir Park. The results will designate zones where wheelchair users can navigate independently, zones they can reach with assistance, and zones that are inaccessible. The project will end with digital and analog maps that will show simple and clear mobility

information to any visitor, as well as a list of accessible objects. This project is a good basis for further proposals and solutions to overcome certain slopes or obstacles, as well as for a future application that would include detailed maps.

**Keywords:** Maksimir Park, parkways, wheelchair access, GIS analysis, GPS and drone data.

<sup>1</sup> University of Zagreb, Faculty of Forestry and Wood Technology, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska  
olja.papes@gmail.com / klepoglavec@sumfak.hr

## INOVATIVNI MEHANIZMI VREDNOVANJA I UPRAVLJANJA PARKOM PRIRODE MEDVEDNICA: ISTRAŽIVANJE STAVOVA POSJETITELJA

Marina Popijač<sup>1</sup>, Martina Jurjević Varga<sup>1</sup>, Sanja Tišma<sup>2</sup>, Anamarija Farkaš<sup>2</sup>, Iva Tolić<sup>2</sup>

### SAŽETAK

Park prirode Medvednica (Park) izvor je dobrobiti za grad Zagreb kao veliko urbano područje. Njegove šume pružaju višestruke koristi za posjetitelje i okolno stanovništvo, poput pročišćavanja zraka, procjeđivanja vode nakon obilnih padalina, očuvanja bioraznolikosti, manje potrošnje energije za grijanje i hlađenje u objektima okruženim drvećem, pružanja mjesta za rekreaciju i druženje, ljepotu krajobraza, utjecaja na cijenu nekretnina i slično. U novije vrijeme raste svijest o potrebi za povećanjem kvalitete života te je uočen veći broj posjećivanja u Parku tijekom cijele godine. Park, dostupan javnim prijevozom, pruža posjetiteljima mogućnosti za razonodu, rekreaciju i sport i time je postao središte rekreacije urbanih sredina s jakom zdravstvenom funkcijom.

U razdoblju od četiri godine (2018. - 2021.) Javna ustanova "Park prirode Medvednica" sudjeluje u projektu istraživanja i poticanja inovacija usluga šumskih ekosustava, kako bi se poticale nove politike i poslovni modeli za potporu tih usluga, povezivanjem znanja i stručnosti iz prakse, znanosti i politike diljem Europe. Projekt pod nazivom Spurring INnovations for Forest ECosystem SERvices in Europe (SINCERE) financiran je u stopostotnom iznosu iz EU programa Obzor 2020.

Dosadašnja istraživanja u projektu imala su za cilj ocjenjivanje vrednovanja dobrobiti Parka od strane posjetitelja korištenjem metode spremnosti plaćanja za uživanje u ovom zaštićenom području. Istraživanje je provedeno u dva navrata, prvo 2018. godine i ponovljeno 2020. godine. Dobiveni rezultati su pokazali da većina posjetitelja Parka nije upoznata s terminom usluga šumskih ekosustava. Ispitanici koji su bili upoznati, prepoznali su više dodatnih usluga koje pruža zaštićeno područje, odnosno

nisu se bazirali na isključivo primarne, poput proizvodnje kisika i drvne mase. Većina sudionika iskazala je spoznaju da boravak u prirodi poboljšava njihovu socijalnu, psihološku i fizičku dobrobit. Međutim, iako se posjet Parku uglavnom uspoređivao s teretanom (vježbanjem) ili spa danom (opuštanjem), manje od polovice ispitanika je bilo spremno platiti posjet Parku 2018. godine, dok se 2020. godine taj udio još više smanjio.

Provedeno istraživanje multiplicira inovativne razvojne poruke, koje bi mogle poslužiti kao temelj za kreiranje budućih odluka u Parku. Očekuje se viša razina sudioničkog i participativnog upravljanja svih dionika za dobrobit Parka. Ujedno se očekuje viša razina informiranja šire javnosti o planiranim aktivnostima na očuvanju šumskih ekosustava Parka. Ukoliko bi posjetitelji imali transparentne informacije o načinu i namjeni trošenja financijskih sredstva prikupljenih kroz hipotetske ulaznice lakše bi se odlučili izdvojiti sredstva za ulaznice ili druge aktivnosti organizirane u Parku.

**Ključne riječi:** inovativni mehanizmi, participativno upravljanje, zdravstvena funkcija, rekreacija.

<sup>1</sup> Javna ustanova „Park prirode Medvednica“, Bliznec 70, 10 000 Zagreb

<sup>2</sup> Institut za razvoj i međunarodne odnose (IRMO), Lj.F. Vukotinovića 2, 10 000 Zagreb  
info@pp-medvednica.hr / ured@irmo.hr / sanja.tisma@irmo.hr

## INNOVATIVE MECHANISMS OF EVALUATION AND MANAGEMENT OF MEDVEDNICA NATURE PARK: RESEARCH ON VISITOR ATTITUDES

Marina Popijač<sup>1</sup>, Martina Jurjević Varga<sup>1</sup>, Sanja Tišma<sup>2</sup>, Anamarija Farkaš<sup>2</sup>, Iva Tolić<sup>2</sup>

### ABSTRACT

Medvednica Nature Park (Park) is a source of well-being for the city of Zagreb as a large urban area. Its forests provide multiple benefits for visitors and the surrounding population, such as air purification, infiltration of water after heavy rainfall, biodiversity conservation, lower energy consumption for heating and cooling in buildings surrounded by trees, providing recreation and socializing, landscape beauty, real estate price impact and similar. Recently, a rising awareness of the need to increase the quality of life is observed as well as a larger number of visits to the Park throughout the year. The park, accessible by public transport, provides visitors with opportunities for leisure, recreation and sports and thus became a recreation center of urban areas with a strong health function.

In the period of four years (2018-2021), the Public Institution Nature Park Medvednica has participated in the project to research and promote innovation in forest ecosystem services, in order to encourage new policies and business models to support these services, connecting knowledge and expertise, science and politics across Europe. The project called Spurring INnovations for Forest ECosystem SERvices in Europe (SINCERE) is 100 % funded by the EU Horizon 2020.

The research within the project has aimed to assess the well-being value of the Park by using the method of visitors willingness to pay for the pleasure of enjoying this protected area. The research was conducted on two occasions, the first in 2018 and the second one in 2020. The results showed that most visitors to the Park are not familiar with the term of forest ecosystem services. Respondents, who were familiar with it, recognized several additional services provided by the protected area, i.e. they identified not just

exclusively primary ones, such as oxygen production and wood pulp production. Most of the participants expressed awareness that being in nature improves their social, psychological and physical well-being. However, although a visit to the Park was mostly compared to a gym (exercise) or a spa (relaxation), less than half of the respondents were willing to pay for a visit to the Park in 2018, while in 2020 that share decreased even more.

The conducted research multiplies innovative development messages, which could serve as a basis for creating future decisions in the Park. A higher level of collaboration and participatory management of all stakeholders is expected for the benefit of the Park. At the same time, a higher level of informing the general public about the planned activities for the preservation of the forest ecosystems of the Park is expected. If visitors have transparent information on the manner and purpose of spending funds raised through hypothetical tickets, they would decide more easily to pay for tickets or other activities organized in the Park.

**Keywords:** innovative mechanisms, participatory management, health function, recreation.

<sup>1</sup> Public Institution Nature Park Medvednica, Bliznec 70, 10 000 Zagreb

<sup>2</sup> Institute for Development and International Relations (IRMO), Lj.F. Vukotinovića 2, 10 000 Zagreb  
info@pp-medvednica.hr / ured@irmo.hr / sanja.tisma@irmo.hr

## VREDNOVANJE ZDRAVSTVENE FUNKCIJE USLUGA ŠUMSKIH EKOSUSTAVA (UŠE) PERIURBANIH ŠUMA ZAŠTIĆENOG PODRUČJA I IZRADA METODOLOGIJE PLAĆANJA

Martina Jurjević Varga<sup>1</sup>, Marina Popijač<sup>1</sup>, Martina Belović Kelemen<sup>1</sup>, Sanja Tišma<sup>2</sup>, Mario Kasović<sup>3</sup>, Ivona Đuričković<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Šumski ekosustavi osiguravaju temeljne preduvjete za održavanje života na Zemlji. Multifunkcionalna uloga šuma očituje se u očuvanju životnog okruženja i bioraznolikosti, ublažavanju posljedica klimatskih promjena, očuvanju kvalitete i količine pitke vode i stvaranju preduvjeta za razvoj zelene ekonomije.

Neki od najvažnijih razloga dolazaka u Park prirode Medvednicu (Park) su svježiji zrak, boravak u prirodi, sport i rekreacija. U sklopu projekta Poticanje inovacija u uslugama šumskih ekosustava u Europi (SINCERE), iz EU programa Obzor 2020, Javna ustanova „Park prirode Medvednica“ provodi projekt vrednovanja zdravstvene i rekreacijske funkcije UŠE Parka. Projekt traje četiri godine u suradnji s dionicima koji su kroz radionice aktivno uključeni u projekt.

Istraživanje uključuje anketiranje posjetitelja, lokalnog stanovništva i pružatelja usluga na prostoru Parka, analizu prostornih podataka, istraživanje spremnosti korisnika na plaćanje i procjenu razine njihove svijesti o UŠE.

Provedeno je pilot istraživanje „Procjena energetske kapaciteta planinarskih staza Parka“, čime su primarno prikupljene informacije o razini aktivacije energetske kapaciteta (EK) korisnika, a neposredno smo utvrdili razlike upražnjavanja tjelesne aktivnosti na dvije najposjećenije planinarske staze (Bikčevićevoj i Leustekovoj stazi). Protokol za dijagnostiku opterećenja EK ispitanika prilikom testiranja obuhvatio je laboratorijsko i terensko testiranje spiroergonomskom metodom (sustava Quark CPET i METAMAX 3B) koja omogućava analizu izmjene respiratornih plinova u svakom pojedinom udahu. Parametri za procjenu opterećenja EK uključivali su: razliku

u nadmorskoj visini, udaljenost, vrijeme, ukupnu energetske potrošnje, brzinu hodanja, frekvenciju srca, dišni volumen, frekvenciju disanja, minutnu ventilaciju, maksimalni i relativni primitak kisika. Dobivene vrijednosti moguće je iskoristiti u planiranju sportsko-rekreativnih aktivnosti te kao vrijedan podatak dobiti konzumiranja prirodnih resursa Parka.

Ovim projektom potaknut će se svijest javnosti o utjecaju UŠE na zdravlje ljudi. UŠE desetostruko su veće od ekonomske vrijednosti drvene mase i šumskih proizvoda, a zdravstvena vrijednost mjerljivo iskazana uz razvijen mehanizam naplate mogla bi osigurati sredstva za održavanje postojećih sadržaja i infrastrukture.

**Ključne riječi:** SINCERE, šumski ekosustav, usluge, zdravlje, sport, rekreacija.

<sup>1</sup> Javna ustanova „Park prirode Medvednica“, Bliznec 70, 10 000 Zagreb

<sup>2</sup> Institut za razvoj i međunarodne odnose (IRMO), Lj.F. Vukotinovića 2, 10 000 Zagreb

<sup>3</sup> Triatlon klub Maksimir, 5. Barutanski ogranak 17, 10 000 Zagreb  
info@pp-medvednica.hr / ured@irmo.hr / tkmaksimir@gmail.com

## UNDERSTANDING THE HEALTH FUNCTIONS OF PERI-URBAN FORESTS IN PROTECTED AREAS AND PAYMENT FOR ECOSYSTEM SERVICES (PES)

Martina Jurjević Varga<sup>1</sup>, Marina Popijač<sup>1</sup>, Martina Belović Kelemen<sup>1</sup>, Sanja Tišma<sup>2</sup>, Mario Kasović<sup>3</sup>, Ivona Đuričković<sup>1</sup>

### ABSTRACT

Forest ecosystems provide the basic requirements for sustaining life on Earth. The multifunctional role of forests is reflected in the preservation of the living environment and biodiversity, mitigating the effects of climate change, maintaining the quality and quantity of drinking water, and creating conditions for the development of the green economy.

Some of the main reasons for visiting Medvednica Nature Park (Park) are fresh air, spending time in nature, sports and recreation. In the framework of the Spurring INnovations for forest eCcosystem sERvices in Europe (SINCERE) project, funded by European Commission's Horizon 2020 program, the Public Institution Nature Park Medvednica has carried out a project to assess the health and recreational function of forest ecosystem services (FES). This is a four-year project in collaboration with stakeholders who are actively involved in the project through workshops.

The research involves surveying visitors, locals and service providers, analyzing spatial data, exploring willingness to pay and assessing FES awareness.

A pilot study "Assessing the energy capacity of the Park's hiking trails" was conducted primarily to collect information on the activation level of energy capacity (EC) of users and to directly determine the differences in physical activity on the two most visited hiking trails (Bikčević and Leustek trail). The diagnostic protocol included laboratory and field tests using the spiroergonomic method (system of Quark CPET and METAMAX 3B) - a method that allows analyzing the change in respiratory gasses in each breath. The parameters used to estimate the EC load are: altitude difference, distance, time, total energy expenditure, walking speed, heart rate, respiratory volume, respiratory rate, minute ventilation,

maximum and relative oxygen uptake.

The values obtained can be used for planning sports and recreational activities and as valuable data on the benefits of using the park's natural resources. This project will increase public awareness of the health benefits of FES.

FES are ten times more valuable than the economic value of wood, so the health value made measurable with a developed PES methodology can provide funds for maintenance of existing facilities and infrastructure.

**Keywords:** SINCERE, forest ecosystem, services, health, sport, recreation.

<sup>1</sup> Public Institution Nature Park Medvednica, Bliznec 70, 10 000 Zagreb

<sup>2</sup> Institute for Development and International Relations (IRMO), Lj.F. Vukotinovića 2, 10 000 Zagreb

<sup>3</sup> Triatlon club Maksimir, 5. Barutanski ogranak 17, 10 000 Zagreb  
info@pp-medvednica.hr / ured@irmo.hr / tkmaksimir@gmail.com

## ODRŽIVI RAZVOJ I TURIZAM NA PODRUČJU PARKA PRIRODE MEDVEDNICA

Tajana Ban Ćurić<sup>1</sup>, Marina Popijač<sup>1</sup>, Martina Jurjević Varga<sup>1</sup>, Martina Belović Kelemen<sup>1</sup>, Andrea Kostelić<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Održivi razvoj uključuje način proizvodnje i potrošnje vodeći računa o prirodnim resursima ekosustava unutar kojeg se ti procesi odvijaju. Ujedinjeni narodi su 2015. godine usvojili rezoluciju „Promijenimo naš svijet: Agenda 2030 za održivi razvoj“, za razdoblje do 2030. godine kojom se želi dodatno graditi partnerstvo među državama i dionicima te je određen smjer održivog razvoja s obvezom stvaranja bolje budućnosti za ljude i cijeli planet. Rezolucija je definirala 17 globalnih ciljeva održivog razvoja. U sklopu EUROPARC federacije koju danas čini preko 100 zaštićenih područja, pojedino područje može biti dio mreže održivih područja dobivanjem europske povelje o održivom turizmu kroz ECST principe (European Charter for Sustainable Tourism). EUROPARC federacija nastoji očuvati kulturne i prirodne vrijednosti poticanjem kvalitetnog održivog turizma, poticanjem partnerstva za podršku lokalnim životnim potrebama, povećanjem svijesti o potrebi održivosti i promicanjem međunarodne suradnje. Javna ustanova „Park prirode Medvednica“ 2013. godine započela je s pripremama za dobivanje povelje prema zadanim smjernicama EUROPARC federacije kako bi svoj način upravljanja prilagodila zakonima održivosti. Procedura koja je pokrenuta zahtijevala je brojne korake koji su uključivali osnivanje Foruma dionika Parka uz brojne konzultacije i sastanke s dionicima, te zajednički terenski pregled područja. Nakon toga uslijedila je izrada opsežne propisane dokumentacije, uključujući Strategiju održivog turizma 2014. – 2018., s dva akcijska plana za špilju Veternicu i Medvedgrad. U prosincu 2014. godine, Javnoj ustanovi „Park prirode Medvednica“ dodijeljena je Povelja za održivi turizam. Krajem 2019. godine pokrenut je proces obnove Povelje te je izvršena detaljna analiza prethodno izrađenih dokumenata i

evaluacija svih zadanih principa EUROPARC-a. Izrađen je Akcijski plan održivog turizma za razdoblje od 2019. do 2023. godine i ažurirana Strategija održivog turizma (2020. – 2024.). Javna ustanova je na osnovu 148 održanih sastanaka dionika, na kojima je sudjelovalo više od 500 sudionika, tijekom 2018. i 2019. godine, stekla nova iskustva i spoznaje o različitim temama, koje su doprinijele učinkovitoj izradi temeljnih dokumenata. Zatim je uslijedio posjet verifikatora EUROPARC federacije, koji je nakon obilaska Parka i sveobuhvatnih razgovora s dionicima, izradio i dostavio komisiji za ocjenu završni izvještaj. Javna ustanova „Park prirode Medvednica“ u siječnju 2021. godine zaprimila je povratnu informaciju o pozitivnoj ocjeni na osnovu čega je obnovljena Povelja za održivi turizam.

Provedbene aktivnosti Javne ustanove „Park prirode Medvednica“ vezane za upravljanje zaštićenim područjem moraju slijediti ECST principe i uključuju očuvanje bioraznolikosti, georaznolikosti, krajobrazne raznolikosti i kulturne baštine te unapređenje svih funkcija Parka u sinergiji s dionicima. Uloga našeg djelovanja je i podizanje razine svijesti posjetitelja o važnosti održivog korištenja prostora na principu što manjeg otiska („leave no trace“).

**Ključne riječi:** Strategija, Akcijski plan, održivi turizam, dionici, EUROPARC, povelja.

<sup>1</sup> Javna ustanova „Park prirode Medvednica“, Bliznec 70, 10 000 Zagreb  
info@pp-medvednica.hr

## SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND TOURISM IN MEDVEDNICA NATURE PARK

Tajana Ban Ćurić<sup>1</sup>, Marina Popijač<sup>1</sup>, Martina Jurjević Varga<sup>1</sup>, Martina Belović Kelemen<sup>1</sup>, Andrea Kostelić<sup>1</sup>

### ABSTRACT

Sustainable development includes the way of production and consumption, taking into account the natural resources of the ecosystem within which these processes take place. In 2015, the United Nations adopted the resolution “Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development”, which seeks to build a partnership between states and stakeholders and sets the direction of sustainable development with the obligation to create a better future for people and the entire planet. The resolution defined 17 global goals of sustainable development. Within the EUROPARC federation, which consists of over 100 protected areas today, each area can be a part of a network of sustainable areas by obtaining the European Charter for Sustainable Tourism through ECST principles. The EUROPARC Federation seeks to preserve cultural and natural values by encouraging sustainable tourism, partnerships to support local living requirements, raising awareness about the need for sustainability and promoting international cooperation. In 2013, the Public Institution Nature Park Medvednica started preparations for obtaining a charter according to the given guidelines of the EUROPARC federation in order to modify its management method to sustainability principles. The initiated procedure required a number of steps, which included establishing Park Stakeholder Forum with numerous consultations and meetings with stakeholders, and a joint field inspection of the area. This was followed by the preparation of extensive documentation, including the Sustainable Tourism Strategy 2014-2018 with two action plans, for Veternica cave and Medvedgrad. In December 2014, the Public Institution Nature Park Medvednica was awarded the Charter for Sustainable Tourism. At the end of 2019, the recertification process started, including a detailed analysis of previously prepared

documents and evaluation of all EUROPARC principles. The Sustainable Tourism Action Plan for the period from 2019 to 2023 and the updated Sustainable Tourism Strategy (2020-2024) have been developed. Based on 148 stakeholder meetings held during 2018 and 2019 with various topics and over 500 participants, the Public Institution gained new experiences and knowledge which contributed to the effective development of basic documents. After that, the EUROPARC verifier visited our Park and talked to stakeholders. It was a very complex task since the Park area is covered by a large number of stakeholders with different interests and areas of activity. After the field visit, the EUROPARC representatives final report was submitted to the evaluation commission, and in January 2021 the Public Institution re-application was positively evaluated and a new Charter has been awarded.

The Public Institution implementation activities related to the protected area management must follow ECST principles and include conservation of biodiversity, geodiversity, landscape diversity and cultural heritage, as well as improvement of all functions of the Park in cooperation with stakeholders. The goal is to raise visitors' awareness about the importance of sustainable use of space by following the principle of small footprint (“leave no trace”).

**Keywords:** strategy, action plan, sustainable tourism, stakeholders, EUROPARC, Charter.

<sup>1</sup> Public Institution Nature Park Medvednica, Bliznec 70, 10000 Zagreb  
info@pp-medvednica.hr

## NOVI IZAZOVI UPRAVLJANJA PARKOM PRIRODE MEDVEDNICA

Marina Popijač<sup>1</sup>, Marijana Ferenčak<sup>1</sup>, Tajana Ban Ćurić<sup>1</sup>, Kristina Duvnjak<sup>2</sup>, Goran Škrlec<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Tijekom 2020. godine mnoge su zemlje, pa tako i Hrvatska, nametnule mnoga ograničenja svojim stanovnicima uvjetovana epidemiološkim mjerama pojavom pandemije bolesti COVID-19. Povećan trend posjećivanja u Parku prirode Medvednica uočen je nakon nametnutih ograničavanja kretanja i zatvaranja mnogih sportskih objekata te preporučenog rada od kuće i uvođenjem nastave na daljinu u školama i fakultetima. Većina ljudi se u novonastaloj situaciji počela sve više okretati prirodi s ciljem da promijene svoju svakodnevicu, koja im je posebno u trenucima strožih mjera izolacije postavila dodatan pritisak na njihovo mentalno zdravlje. U Parku prirode Medvednica uočen je povećan trend dolazaka posjetitelja, što je prouzročilo i nove izazove u upravljanju ovim zaštićenim područjem. Opasnosti koje se kontinuirano pojavljuju vidljive su u povremenoj prenapučenosti, pojavi novih profila posjetitelja, problematičnom ponašanju i sukobima između različitih dionika što iziskuje razradu novih sigurnosnih mjera koje bi se trebale uključiti u upravljanje. Identificirani problemi trebali bi se sustavno rješavati, uključujući informativne kampanje, upravljanje prometom i uspostavljanje sustava kontrole na biciklističkim i planinarskim stazama. Iako Javna ustanova "Park prirode Medvednica" ima ažuriranu Strategiju održivog turizma (2020. – 2024.), koja sadrži organizaciju i koordinaciju rada Foruma dionika Parka prirode Medvednica i aktivnosti proizašle iz njihova djelovanja, a ujedno je bila i podloga za obnavljanje povelje Charter for sustainable tourism, nužno je pokrenuti izradu Protokola za krizne situacije uvjetovanu novim okolnostima. Povećani broj različitih skupina posjetitelja teško je usmjeravati i nadzirati, sve dok se ne uključi prometovanje novom sljemenskom žičarom,

koja bi zamijenila dolazak posjetitelja osobnim automobilima u prostor Parka te bi se posljedično umanjio pritisak na zaštićeno područje. U svrhu evidentiranja i reguliranja prometa te identificiranja broja dolazaka osobnim automobilima, u studenome 2018. godine, na prostoru Parka postavljena su dva brojača prometa i tri kamere koji bilježe stanje u stvarnom vremenu. Prvi je brojač postavljen uz jednosmjernu ulaznu cestu kod sjedišta Javne ustanove Parka, s ciljem praćenja prometa iz smjera Bliznec prema vršnom području Parka, dok je drugi brojač postavljen u vršnoj zoni, uz dvosmjernu glavnu cestu prema Krapinsko-zagorskoj županiji kod Hunjke. Dvogodišnjim praćenjem i analizom rezultata, vidljivo je povećanje prosječnog prometa osobnih automobila u odnosu na prethodno razdoblje, iako je olakotna okolnost bila povremeno zatvaranje javnih prometnica u prostoru Parka zbog izgradnje sljemenske žičare. Očekuje se da će rezultati aktivnosti praćenja prometa omogućiti smanjenje negativnih utjecaja u prostoru Parka i poduzimanje efikasnijih mjera u upravljanju. Moguće mjere za smanjenje pritiska posjetitelja i dionika uključuju obnovu Sljemenske žičare, izradu Protokola za krizne situacije, reguliranje prometa od strane nadležnih institucija, izradu i postavljanje prometne i turističke signalizacije, dodatnih brojača (posjetitelja i bicikala) i suradnju sa svim dionicima (kroz sastanke, terenski rad itd.).

**Ključne riječi:** upravljanje, pritisak posjetitelja, COVID-19, Strategija, Protokol.

<sup>1</sup> Javna ustanova „Park prirode Medvednica“, Bliznec 70, 10 000 Zagreb

<sup>2</sup> Ulica Koste Vojnovića 29, 10 000 Zagreb  
info@pp-medvednica.hr / kri.duvnjak@gmail.com

## NEW CHALLENGES OF MEDVEDNICA NATURE PARK MANAGEMENT

Marina Popijač<sup>1</sup>, Marijana Ferenčak<sup>1</sup>, Tajana Ban Ćurić<sup>1</sup>, Kristina Duvnjak<sup>2</sup>, Goran Škrlec<sup>1</sup>

### ABSTRACT

In 2020, many countries, including Croatia, imposed many restrictions as epidemiological measures on their citizens due to the outbreak of the SARS-CoV-2 pandemic. After the imposed restrictions on moving and closure of many sports facilities, as well as the recommended work from home and the introduction of online schools and colleges, an increased trend of visits to Medvednica Nature Park was noticed. Most people began to turn more and more to outdoors to change their daily lives, which put additional pressure on their mental health, especially during moments of strict measures of isolation. An increased trend of visitors was noted in Medvednica Nature Park, bringing new challenges to the management of this protected area. Constant threats are evident in the occasional overcrowding, the emergence of new visitor profiles, challenging behavior and conflicts between different stakeholders, all of which require the development of new security measures to be incorporated into management. The difficulties identified should be addressed systematically, including information campaigns, traffic management and the establishment of a control system on cycling and hiking trails. Although the Public Institution Medvednica Nature Park has an updated Strategy for Sustainable Tourism (2020 - 2024), which includes the organization and coordination of the Stakeholders Forum of Medvednica Nature Park and other activities arising from it, and was also the basis for the renewal of the Charter for Sustainable Tourism, it is necessary to initiate the development of a protocol for crisis situations adapted to the new circumstances. The increased number of different visitor groups is difficult to manage and monitor until the opening of the new Sljeme cable car, which would be an alternative for cars in the park and reduce the pressure on the protected area. To regulate traffic and determine the level of car visits, two traffic counters and three

cameras were installed in November 2018 to record the situation in real time. Counter 1 is placed on the one-way road at the park headquarters to monitor traffic towards the peak area of the park, while counter 2 is placed in the peak zone, along the two-way main road towards Krapina-Zagorje County near the Hunjka cabin. The two-year monitoring and analysis of the results have shown that car traffic has increased on average compared to the previous period, although the mitigating circumstance in terms of traffic was caused by the temporary closure of public roads in the Park due to the construction of the Sljeme cable car.

It is expected that the results of the monitoring activities will enable the reduction of negative impacts in the Park area and allow for more efficient and specific management measures. Possible measures to reduce visitor and stakeholder pressure include reconstruction of the Sljeme cable car, preparation of protocols for crisis situations, traffic regulation by competent institutions, development and installation of traffic and tourist signals, installation of additional meters (for visitors and bicycles) and cooperation with all stakeholders (through meetings, field work, etc.).

**Keywords:** management, visitor pressure, SARS-CoV-2, Strategy, Protocol.

<sup>1</sup> Public Institution Nature Park Medvednica, Bliznec 70, 10 000 Zagreb

<sup>2</sup> Ulica Koste Vojnovića 29, 10 000 Zagreb, Hrvatska  
info@pp-medvednica.hr / kri.duvnjak@gmail.com



Šumska staza Bliznec / Forest trail Bliznec  
Izvor / Source: Arhiva JU PPM / Archive of PI NPM



---

**Održivi turizam /  
Sustainable tourism**

---

*Uzmite samo uspomene - ostavite  
samo otiske stopala  
– POGLAVICA SEATTLE*

*Take only memories - leave only  
footprints  
– CHIEF SEATTLE*

## KONCEPCIJA RAZVOJA EKOTURIZMA U UNESCO REZERVATIMA BIOSFERE: STUDIJE SLUČAJA IZ HRVATSKE I SRBIJE

Vladimir Stojanović<sup>1</sup>, Damir Demonja<sup>2</sup>, Maja Mijatov<sup>1</sup>,  
Jelena Dunjić<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Ekoturizam je održivi oblik turizma koji u zaštićenim područjima pruža podršku zaštiti prirode i održivom razvoju zajednica lokalnog stanovništva. Rezervati biosfere posebna su područja s relativno izvornom prirodom i aktivnim društveno-ekonomskim razvojem, kao i s kulturnim osobnostima koje moraju biti suglasne s ekološkim okruženjem. Spoznaja o interakciji ekoloških, ekonomskih i društvenih faktora u nekom rezervatu biosfere predstavlja temelj za postavljanje koncepcije održivog razvoja ekoturizma. Ovaj rad obuhvaća analizu koncepcija ekoturizma zaštićenih područja Kopački rit (Hrvatska) i Gornje Podunavlje (Srbija), u rezervatima biosfere Mura-Drava (Hrvatska) i Bačko Podunavlje (Srbija). Osnovni cilj rada je ukazati na različite pristupe u razvoju ekoturizma i različite alate pomoću kojih ekoturizam pruža podršku održivom razvoju u rezervatima biosfere čak i u situaciji njihove geografske blizine kada međusobno graniče. Usuglašavanje politika razvoja ekoturizma trebalo bi se dogoditi u budućnosti s proglašavanjem prekograničnog rezervata biosfere duž riječnog koridora Mura-Drava-Dunav („Europska Amazona“), čemu je posvećen i zaključak ovoga rada.

**Glavne riječi:** ekoturizam, rezervati biosfere, održivi razvoj, zaštita prirode, zaštićeno područje.

<sup>1</sup> Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Departman za geografiju, turizam i hotelijerstvo, Trg Dositeja Obradovića 3, 21 000 Novi Sad

<sup>2</sup> Institut za razvoj i međunarodne odnose (IRMO), Odjel za međunarodne gospodarske i političke odnose, Ljudevita F. Vukotinića 2, 10 000 Zagreb

vladimir.stojanovic@dgt.uns.ac.rs /  
ddemonja@irmo.hr / majam@dgt.uns.ac.rs /  
jelena.dunjic@dgt.uns.ac.rs



## THE CONCEPT OF ECOTOURISM DEVELOPMENT IN UNESCO BIOSPHERE RESERVES: CASE STUDIES FROM CROATIA AND SERBIA

Vladimir Stojanović<sup>1</sup>, Damir Demonja<sup>2</sup>, Maja Mijatov<sup>1</sup>,  
Jelena Dunjić<sup>1</sup>

### ABSTRACT

Ecotourism is a sustainable form of tourism that supports nature conservation and sustainable development of local communities in protected areas. Biosphere reserves are special areas with relatively pristine nature and active socio-economic development and cultural personalities that need to be in harmony with the ecological environment. Understanding the interaction of ecological, economic and social factors in a biosphere reserve is the basis for defining the concept of sustainable development of ecotourism. This work includes an analysis of the concepts of ecotourism in the protected areas Kopački rit (Croatia) and Gornje Podunavlje (Serbia), in the biosphere reserves Mura-Drava (Croatia) and Bačko Podunavlje (Serbia). The main objective of the work is to show different approaches in ecotourism development and different tools by which ecotourism supports sustainable development in biosphere reserves, including a situation of their geographical proximity, when they are adjacent to each other. The harmonization of ecotourism development policies should be done in the future with the proclamation of a transboundary biosphere reserve along the river corridor Mura-Drava-Danube (“European Amazon”), to which the conclusion of this paper is dedicated.

**Keywords:** ecotourism, biosphere reserves, sustainable development, nature protection, protected area.

<sup>1</sup> University of Novi Sad, Faculty of Science, Department of Geography, Tourism and Hospitality, Trg Dositeja Obradovića 3, 21 000 Novi Sad

<sup>2</sup> Institute for Development and International Relations (IRMO), Department of International Economic and Political Relations, Ljudevita F. Vukotinića 2, 10 000 Zagreb

vladimir.stojanovic@dgt.uns.ac.rs /  
ddemonja@irmo.hr / majam@dgt.uns.ac.rs /  
jelena.dunjic@dgt.uns.ac.rs

## ODRŽIVI TURIZAM I INOVACIJE KROZ FONDOVE EUROPSKE UNIJE

Daniela Angelina Jelinčić<sup>1</sup>, Sanja Tišma<sup>1</sup>, Iva Tolić<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Turizam danas predstavlja najznačajniju uslužnu djelatnost na svijetu. Sektor putovanja i turizma vrijedan 7,6 bilijuna američkih dolara, čini 10 % globalnog BDP-a i predstavlja 7 % cjelokupne međunarodne trgovine i 30 % svjetskog izvoza usluga. S jedne strane, turizam znatno doprinosi razvoju lokalnih gospodarstava, dok s druge strane raste zabrinutost zbog njegova utjecaja na devastaciju resursa na kojima se temelji njegov razvoj. Negativni učinci masovnog turizma poput prevelikog broja turista, prekomjernog iskorištavanja prirodne i kulturne baštine i gubitak autentičnosti nekog područja zbog težnje za što većim prihodima od turizma negativno utječu na kvalitetu života sadašnjih, ali i budućih generacija. Jedan od načina da se ublaže ovi negativni trendovi je ulaganje u inovacije i održivi turizam. Stoga je cilj ovoga rada bio istražiti koji se inovativni mehanizmi provode u projektima održivog turizma financiranih sredstvima Europske unije u Republici Hrvatskoj i ostalim zemljama Jadransko-jonske regije. Glavni rezultati istraživanja naglašavaju kako je povećanje inovacijske aktivnosti prepoznato kao rješenje za zajednička regionalna pitanja vezana uz održivi turizam i da doprinosi konkurentnosti poslovanja i destinacija.

Zaključak istraživanja ukazuje na nisku primjenu inovacija u turizmu u regiji, uglavnom zbog nedostatka znanja o inovacijama i njihovoj ulozi u održivom razvoju turizma, zbog slabe suradnje na svim razinama, kao i nedostatka učinkovitih poticaja za inovacije.

**Ključne riječi:** održivi turizam, inovacije, projekti financirani sredstvima Europske unije.

<sup>1</sup> Institut za razvoj i međunarodne odnose (IRMO), Lj.F. Vukotinovića 2, 10 000 Zagreb  
daniela@irmo.hr



## SUSTAINABLE TOURISM AND INNOVATIONS THROUGH EUROPEAN UNION FUNDS

Daniela Angelina Jelinčić<sup>1</sup>, Sanja Tišma<sup>1</sup>, Iva Tolić<sup>1</sup>

### ABSTRACT

Tourism is the most important service activity in the world today. The travel and tourism sector, worth USD 7.6 trillion, accounts for 10 % of global GDP and represents 7 % of total international trade and 30 % of global exports of services. On one hand, tourism contributes significantly to the development of local economies; on the other hand, there is growing concern about its impact on the destruction of the resources on which its development is based. The negative effects of mass tourism, i.e. too many tourists, the excessive exploitation of the natural and cultural heritage and the loss of authenticity of a given area due to the desire for ever higher revenues from tourism, affect the lives of present humanity as well as those of future generations. One of the ways to mitigate these negative trends is to invest in innovation and sustainable tourism. Therefore, the aim of this work was to explore what innovation mechanisms are implemented in the sustainable tourism projects financed by the European Union funds in the Republic of Croatia as well as in other countries of the Adriatic-Ionian region. The main results of the research indicate that increased innovation activity is recognised as a solution to common regional problems related to sustainable tourism and as a contribution to the competitiveness of businesses and destinations. The research leads to the conclusion that there is a low application of innovation in tourism in the region, mainly due to the lack of knowledge about innovation and its role in sustainable tourism development, as well as weak cooperation at all levels and finally due to the lack of efficient incentives for innovation.

**Keywords:** sustainable tourism, innovations, European Union funded projects.

<sup>1</sup> Institute for Development and International Relations (IRMO), Lj. F. Vukotinovića 2, 10 000 Zagreb  
daniela@irmo.hr

## MOŽEMO LI RAZVIJATI EKOTURIZAM I ODRŽIVO GOSPODARITI ŠUMOM U PARKU PRIRODE MEDVEDNICA?

Stjepan Posavec<sup>1</sup>, Karlo Beljan<sup>1</sup>, Vesna Krpina<sup>2</sup>, Ana Marija Marin<sup>3</sup>

### SAŽETAK

Zaštićeni dijelovi prirode sudjeluju u očuvanju, njezi i unapređenju krajobraznih prostora koji se odlikuju posebnom ljepotom, bioraznolikošću i podlogom za razvoj ekoturizma. Područje Parka prirode Medvednica je osim klimatskim promjenama, izrazito opterećeno posjetiteljima. Osim planinarskih staza, razvijaju se skijaške, biciklističke i poučne staze koje privlače velik broj korisnika, što je posebno vidljivo vikendima kada dolazi do velikog opterećenja posjetiteljima.

Sve ovo ukazuje da na područjima na kojima se istovremeno odvija gospodarenje šumom (prema odobrenim planovima gospodarenja) i zaštita prirodnih resursa, često dolazi do preklapanja interesa i stvaranje potencijalnih sukoba kao što su zaštita prirode i okoliša, proizvodnja šumskih sortimenata, gospodarenje vodama i urbanizacija prostora.

Preklapanja odgovornosti, zakonske regulative, različitih interesa, i poimanja vrijednosti obično

su izvor nesuglasica. Ignoriranje problema zapravo odgađa i otežava naknadno rješenje. S druge strane, uključivanje šire zajednice može pridonijeti rješavanju problema i generirati nove inovativne pristupe za poboljšanje stanja.

Tijekom provedbe projekta "Utvrđivanje dodane vrijednosti i održivo korištenje sporednih šumskih proizvoda", anketirano je 178 sakupljača šumskih proizvoda u Gradu Zagrebu, od ukupnog uzorka 1,001 sakupljača na razini RH.

Ispitanici najviše sakupljaju gljive, ljekovito i aromatično bilje, a najmanje proizvode kao što su bršljan, češeri, mahovina. Većina anketiranih sakupljača (91 %) nikada nije zatražila dozvolu za sakupljanje. Najčešće u šumu odlaze sa članovima obitelji (57 %). Na području grada Zagreba obično putuju 19,5 km do šume.

**Ključne riječi:** potrajno gospodarenje, ekoturizam, sporedni šumski proizvodi, usluge ekosustava.

## CAN WE DEVELOP ECOTOURISM AND SUSTAINABLY MANAGE THE FOREST IN MEDVEDNICA NATURE PARK?

Stjepan Posavec<sup>1</sup>, Karlo Beljan<sup>1</sup>, Vesna Krpina<sup>2</sup>, Ana Marija Marin<sup>3</sup>

### ABSTRACT

Protected parts of nature contribute to the preservation, maintenance and enhancement of landscape areas characterized by special beauty and biodiversity, which form the basis for the development of ecotourism.

Apart from climate change, the area of Medvednica Nature Park is extremely crowded with visitors. In addition to hiking trails, skiing, biking and nature trails are developed and attract a large number of users, which is especially visible on weekends when there is a significant number of visitors. All this indicates that in areas where forest management (according to approved management plans) and natural resource protection take place simultaneously, interests often overlap and potential conflicts arise such as in nature conservation, environmental protection, forest range production, water management and urbanization. Overlapping responsibilities, regulations, different interests and values are usually a source of disagreement. Ignoring the problem delays and

complicates subsequent resolution. On the other hand, involving the wider community can contribute to problem solving and generate new innovative approaches to improve the situation.

During the implementation of the project "Determining the added value and sustainable use of non-wood forest products", 178 collectors of forest products in the city of Zagreb were interviewed, out of a total sample of 1001 collectors at the level of the Republic of Croatia. The respondents collect mainly mushrooms, medicinal and aromatic herbs, and the fewest products such as ivy, cones and moss. The majority of the surveyed collectors (91 %) have never applied for a collecting permit. They most often go to the forest with family members (57 %). In the area of the City of Zagreb, they usually travel 19.5 km to the forest.

**Keywords:** sustainable management, ecotourism, non-wood forest products, ecosystem services.

<sup>1</sup> Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Svetošimunska ulica 25, 10 000 Zagreb

<sup>2</sup> Hrvatske šume d.o.o., Direkcija, Sektor za šumarstvo, Služba za proizvodnju i razvoj, Ulica kneza Branimira 1, 10 000 Zagreb

<sup>3</sup> Hrvatski šumarski institut, Cvjetno naselje 41, 10 450 Jastrebarsko  
sposavec@sumfak.hr / vesna.krpina@hrsume.hr / anamari@sumins.hr



## PARK-ŠUMA TUŠKANAC KAO BOTANIČKA UČIONICA U RANO PROLJEĆE

Anamarija Koštro<sup>1</sup>, Sara Essert<sup>2</sup>

### SAŽETAK

Park-šuma Tuškanac prirodno je blago u samom centru Zagreba. Duguljastog oblika, kao prirodni nastavak Medvednice, proteže se gotovo do Ilice. Ogroman potencijal park-šume Tuškanac u odgojno-obrazovnom aspektu i nedostatak novijih informacija o flori, temeljni su poticaj za izradu ovog rada. Uzimajući u obzir dobrobiti park-šuma te brojne pozitivne učinke terenske nastave u odgojno-obrazovnom procesu, ovaj rad teži promicanju Park-šume Tuškanac.

Cilj rada je izraditi popis ranoproljetne flore Park-šume Tuškanac, taksonomski analizirati floru te provesti analizu prema životnim oblicima, flornim elementima, ekološkim indeksima i za sve evidentirane vrste istražiti podatke o endemičnosti, ugroženosti i zakonskoj zaštiti u Hrvatskoj. Nadalje, cilj je uz popis flore osmisliti nastavne aktivnosti na terenskoj nastavi, koji će pomoći nastavnicima da Park-šumu Tuškanac iskoriste kao botaničku učionicu.

Popis flore napravljen je kroz nekoliko terenskih izlazaka od 25. veljače do 29. ožujka 2021. godine. Na području Park-šume Tuškanac u tom razdoblju bilo je moguće determinirati 72 svojte vaskularne flore svrstane u 39 porodica i 61 rod. Najveći dio flore čine dvosupnice (76,39 %), slijede jednosupnice (13,89 %) i golosjemenjače (6,94 %). Najveći broj vrsta sadrži porodica Rosaceae (15,38 %), zatim slijede Lamiaceae, Pinaceae i Ranunculaceae (svaka 10,26 %) te Compositae, Brassicaceae, Fagaceae i Oleaceae (svaka 7,69 %). Zabilježeno je 9,72 % alohtonih biljaka, odnosno 7 svojti koje su slučajnim ili namjernim ljudskim djelovanjem prenesene u Park-šumu Tuškanac.

Analizom životnih oblika utvrđeno je da su jednako zastupljeni hemikriptofiti (28,17 %) i fanerofiti (28,17%), svak po 20 svojti unutar 72 zabilježene svojte. Geofiti čine 25,35 % ukupne analizirane flore s 18 zabilježenih svojti, a slijede ih nanofanero-

fiti (9,86 %) te jednako zastupljeni hamefiti (4,23 %) i terofiti (4,23 %). Rezultati analize potvrđuju pripadnost umjerenom pojasu. Prosječna vrijednost Ellenbergerovih indikatorskih vrijednosti pokazuju da su najzastupljenije biljke polusjene (L=4,87), umjereno toplih staništa (T=5,65), na umjereno vlažnim tlima (F=5,06), umjerene kiselosti (R=6,35) i umjereno bogatima dušikom (N=5,63). Analizom flornih elemenata pokazalo se da dominiraju biljke euroazijskog flornog elementa (29,41 %) te biljke europskog flornog elementa (20,59 %), a slijede biljke široke rasprostranjenosti, kultivirane i adventivne biljke te biljke južnoeuropskog flornog elementa (svaka skupina 11,76 %).

U Park-šumi Tuškanac zabilježena je 1 kritično ugrožena vrsta, 1 gotovo ugrožena i 1 najmanje zabrinjavajuća. Ranoproljetni terenski izlazak s učenicima omogućava brojne nastavne aktivnosti vezane uz botaniku. Neizostavno bi svakako bilo upoznavanje učenika s brojnim procvatim proljetnicama naših kontinentalnih šuma. Dio aktivnosti bi se mogao bazirati i na prepoznavanju drvenastih vrsta pomoću kore te obraćanje pozornosti na dinamiku listanja i cvatnje raznih drvenastih vrsta.

**Ključne riječi:** Tuškanac, park-šuma, vaskularna flora, životni oblici, florni elementi, botanička terenska nastava.

<sup>1</sup> Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Grižanska 39, 10 040 Zagreb

<sup>2</sup> Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Botanički zavod, Marulićev trg 20 / II, 10 000, Zagreb

akostro@stud.biol.pmf.hr / sara.essert@biol.pmf.hr

## TUŠKANAC FOREST PARK AS A BOTANICAL CLASSROOM IN EARLY SPRING

Koštro Anamarija<sup>1</sup>, Essert Sara<sup>2</sup>

### ABSTRACT

Tuškanac Forest Park is a natural treasure in the center of Zagreb. As a natural extension of Medvednica, which has an oval shape, it stretches almost to Ilica Street. The enormous potential of Tuškanac Forest Park in terms of educational aspect and the lack of recent information about its flora are the basic incentives for writing this paper. Considering the benefits of forest parks and numerous positive effects of field teaching in the educational process, this study pursues the popularization of Tuškanac Forest Park.

The aim of this study is to make a list of the pre-spring flora of Tuškanac Forest Park, to analyze the flora taxonomically and to perform an analysis according to the life forms, floral elements, Ellenberg's indicator values and to examine data on endemic and endangered species, as well as their legal protection in Croatia. Besides the list, the aim is to create teaching activities for field classes that will help teachers to use Tuškanac Forest Park as a botanical classroom.

The list of flora was compiled through several field trips from February 25 to March 29 2021. During this period, 72 vascular plant taxa could be determined, distributed among 39 plant families and 61 orders. Most of the flora consists of dicotyledons (76,39 %), followed by monocotyledons (13,89 %) and gymnosperms (6,94 %). Family Rosaceae contains the largest number of species (15,38 %) followed by Lamiaceae, Pinaceae and Ranunculaceae (10,26 % each) and Compositae, Brassicaceae, Fagaceae, Oleaceae (7,69 % each). In addition, 9,72 % of allochthonous plants were recorded, i.e. 7 species brought to Tuškanac Forest Park by accidental or intentional human activities. The analysis of life forms shows that hemicryptophytes (28,17 %) and phanerophytes (28,17 %) are equally represented, each with 20 species within the 72 recorded taxa. Geophytes constitute 25,35 % of the total flora analyzed with 18 species

recorded, followed by nanophanerophytes (9,86 %) and equally represented chamaephytes (4,23 %) and therophytes (4,23 %). The analytical results confirm the assignment to temperate climate.

The average value of Ellenberger indicators shows that the most represented plants are semi-shade (L=4,87), plants of moderately warm sites (T=5,65), moderately moist soils (F=5,06), moderately acid (R=6,35) and moderately nitrogenous soils (N=5,63).

Flora element analysis shows that Eurasian flora plants (29,41 %) and European flora element plants (20,59 %) dominate, followed by wide distribution plants, cultivated and adventitious plants and South-European flora plants (each group 11,76 %).

One critically endangered species, one near threatened species and one least affected species were recorded in Tuškanac Forest Park.

The field trip with students in spring allows numerous teaching activities related to botany. In any case, it introduces students to numerous flowering plants in the forest. Some of the activities could also be based on identifying woody species by their bark and observing their flowering dynamics.

**Keywords:** Tuškanac, forest park, vascular flora, life forms, floral elements, botanical field class.

<sup>1</sup> University of Zagreb, Faculty of Science, Grižanska 39, 10 040 Zagreb

<sup>2</sup> University of Zagreb, Faculty of Science, Department of Biology, Division of Botany, Marulićev trg 20 / II, 10 000, Zagreb  
akostro@stud.biol.pmf.hr / sara.essert@biol.pmf.hr



## „JAKO PUNO ZAGREPCANA IDE NA SLJEME“ – PERCEPCIJA I PROSTORNI RASPORED KULTUROLOŠKIH USLUGA I NEGATIVNOSTI ŠUMA NA PODRUČJU MEDVEDNICE

Martina Kičić<sup>1</sup>, Ana Marija Marin<sup>1</sup>, Dijana Vuletić<sup>1</sup>, Silvija Krajter Ostoić<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Medvednica je višestruko važna za Zagreb i Zagrepčane u prirodnom i kulturološkom smislu. Činjenica da je dijelom smještena unutar administrativnih granica grada Zagreba, čini je pogodnom za rekreaciju i turizam kako stanovnika tako i turista. Rekreacija, turizam, kao i druge usluge ekosustava spadaju u kulturološke usluge ekosustava. Neizmjereno su važne stanovnicima gradova i često ih percipiraju kao najvažnije ili jednako važne, kao i primjerice regulatorne usluge ekosustava. Definirane su kao nematerijalne koristi koje ljudi dobivaju od ekosustava te uključuju, među ostalim, kognitivni razvoj, rekreaciju, estetiku i duhovno obogaćivanje. S druge strane upravo su kulturološke usluge urbane zelene infrastrukture rjeđe bile predmet istraživanja na području grada Zagreba, uključujući i područje Medvednice. Projekt Hrvatske zaklade za znanost „Unaprjeđenje planiranja i gospodarenja zelenom infrastrukturom kroz participativno mapiranje kulturnih usluga ekosustava (CULTUR-ES)“ upravo nastoji istražiti korištenje, percepciju i prostorni raspored kulturoloških usluga zelenih površina u gradu Zagrebu, kao i negativnu percepciju kombinacijom kvalitativnih i kvantitativnih metoda. Provodeći fokus grupe i participativno kartiranje sa stanovnicima svih gradskih četvrti grada Zagreba prikupljeni su podaci o pozitivnoj i negativnoj percepciji Medvednice kao i o karakteristikama sudionika. Usto, prikupljeni su i markeri kojima se prikazuje prostorna komponenta percipiranih kulturoloških usluga i negativnosti. Jedan od najvažnijih rezultata je da su sudionici fokus grupa prepoznali Medvednicu kao nositeljicu svih kulturoloških usluga koje su bile predmet istraživanja (privrženost mjestu, rekreacija, estetska vrijednost, mogućnost edukacije o prirodi, kulturni identitet), ali tako-

đer je prisutna i negativna percepcija. Rezultati ovog istraživanja mogu pomoći unaprjeđenju održivog upravljanja Parkom prirode Medvednica kao i planiranju održive turističke djelatnosti uz uvažavanje percepcije različitih korisnika Parka. Naglasak je stavljen na participaciju i sudjelovanje korisnika prostora u procesu planiranja čime upravljanje postaje transparentno i demokratski, što povećava kvalitetu donesenih odluka. Identificiranje percipiranih negativnosti može pomoći promijeni negativnih praksa ili definiraju komunikacijskih strategija kako bi se one smanjile ili otklonile.

**Ključne riječi:** kulturološke usluge urbane zelene infrastrukture, percepcija građana, negativnosti, kvalitativna analiza, prostorna distribucija.

<sup>1</sup> Hrvatski šumarski institut, Zavod za međunarodnu znanstvenu suradnju jugoistočne Europe – EFISEE, Cvjetno naselje 41, 10 450 Jastrebarsko  
martinak@sumins.hr

## “MANY ZAGREB PEOPLE GO TO SLJEME” - PERCEPTION AND SPATIAL DISTRIBUTION OF CULTURAL ECOSYSTEM SERVICES AND DISSERVICES OF FORESTS ON MEDVEDNICA

Martina Kičić<sup>1</sup>, Ana Marija Marin<sup>1</sup>, Dijana Vuletić<sup>1</sup>, Silvija Krajter Ostoić<sup>1</sup>

### ABSTRACT

Medvednica has significant natural and cultural importance for the city of Zagreb and the inhabitants of Zagreb. The fact that its territory is partially within the administrative boundaries of the City of Zagreb makes Medvednica suitable for recreation and tourism of citizens as well as tourists. In addition to other ecosystem services, recreation and tourism are defined as cultural ecosystem services. They are important for city residents and are often perceived as the most important or equal to ecosystem regulation services. Cultural ecosystem services are defined as intangible benefits that people derive from ecosystems and include cognitive development, recreation, esthetics, and spiritual enrichment, among others. On the other hand, cultural ecosystem services of urban green infrastructure in Zagreb, including Medvednica Nature Park, are less explored. The project “Improving green infrastructure planning and management through participatory mapping of cultural ecosystem services (CULTUR-ES)” of Croatian Science Foundation seeks to investigate the use, perception and spatial distribution of cultural ecosystem services provided by urban green infrastructure, as well as the negative perception or non-provided services, using qualitative and quantitative research methods. Data on positive and negative perceptions of Medvednica and respondents’ characteristics will be collected through focus groups and participatory mapping with residents in all Zagreb districts. Markers representing a spatial component of perception and disservices are also collected. One of the most important findings is that Medvednica is perceived as an area that has all the studied cultural ecosystem services (attachment to place, recreation, esthetic appreciation, education in nature and cultural

identity), but negative perceptions are also present. The results of this study can help improve sustainable management in Medvednica Nature Park and plan sustainable tourism that takes into account the perceptions of different park users. Emphasis is placed on participation and involvement of users in the planning process, which allows for a transparent and democratic process with improved quality of decisions. Identifying perceived disservices can help to change negative practices or define effective communication strategies to avoid conflicts in the future.

**Keywords:** cultural ecosystem services of urban green infrastructure, citizen perceptions, disservices, qualitative analysis, spatial distribution.

<sup>1</sup> Croatian Forest Research Institute, Department for International Scientific Cooperation in Southeast Europe – EFISEE, Cvjetno naselje 41, 10 450 Jastrebarsko  
martinak@sumins.hr



## MODEL MONITORINGA UTJECAJA POSJETITELJA NA ELEMENTE EKOSUSTAVA U ZAŠTIĆENOM PRIRODNOM PODRUČJU

Vesna Krpina<sup>1</sup>, Damira Tafra<sup>2</sup>, Marija Pandža<sup>3</sup>, Milenko Milović<sup>4</sup>, Nenad Jasprica<sup>5</sup>

### SAŽETAK

Zaštićena prirodna područja osobito su zanimljiva za razvoj turizma i predstavljaju specifično i privlačno turističko odredište. Cilj je očuvati izvornost prirode s jedne strane, a s druge strane osmisliti i promovirati turističku ponudu. Stoga je potrebno istražiti utjecaj posjetitelja na elemente ekosustava u zaštićenom prirodnom području. Modelom istraživanja, korištenim na području Parka prirode Vransko jezero, prikupljeni su podaci o turističkoj infrastrukturi Parka, izletničkim objektima, staništu i flori s posebnim osvrtom na endeme, ugrožene, strogo zaštićene i strane invazivne biljne svojte. Definirani su izletnički lokaliteti (Kamenjak, Prosika, postaja u Ornitološkom rezervatu, Bašinka) na kojima su postavljena po tri transekte za stalno i sustavno motrenje flore u području zadržavanja posjetitelja oko turističkih objekata. Svaki transekt sastavljen je od četiri podtransekte (površine 10 x 10 metara), označeni slovima (A, B, C) i brojevima (1 - 4). Početni podtransekti (A1, B1, C1) najbliži su turističkom objektu. Koordinate svakog podtransekte zabilježene su GPS uređajem. Na postavljenim transektima popisana je 291 biljna svojta od kojih je 12 endema, 20 s kategorijom ugroženosti, 18 strogo zaštićenih i 7 stranih invazivnih biljnih svojti. Određene su indikatorske svojte predložene za posebno praćenje. Usporednom analizom biljnih svojti utvrđen je antropogeni utjecaj na svim početnim podtransektima na Prosiki, na dva početna podtransekte na Kamenjaku te na jednom početnom podtransektu na postaji u Ornitološkom rezervatu. Na Bašinki

je utvrđen antropogeni utjecaj na dva početna podtransekte najbliža jezeru. Na postaji u Ornitološkom rezervatu najmanji je broj zabilježenih svojti (51), ali je najveća zastupljenost ugroženih i zaštićenih svojti (31,37 %), kao i stranih invazivnih svojti (9,80 %). Rezultati provedenih analiza mogu poslužiti kao model kod definiranja pokazatelja trajnog praćenja utjecaja posjetitelja na elemente ekosustava kako na području Parka prirode Vransko jezero tako i na ostalim zaštićenim područjima.

**Ključne riječi:** zaštićeno prirodno područje, turizam, posjetitelji, biljne svojte.

<sup>1</sup> Hrvatske šume d.o.o., Direkcija, Sektor za šumarstvo, Ulica Kneza Branimira 1, 10 000 Zagreb

<sup>2</sup> Garma 10, 21 310 Omiš

<sup>3</sup> Osnovna škola „Murterski škoji“ Put škole 8, 22 243 Murter

<sup>4</sup> Gimnazija Antuna Vrančića, Put gimnazije 64, 22 000 Šibenik

<sup>5</sup> Sveučilište u Dubrovniku, Institut za more i priobalje, Ulica kneza D. Jude 12, 20 000 Dubrovnik  
vesna.krpina@hrsume.hr / damira.tafra@yahoo.com / marija.pandza@si.t-com.hr / milenko.milovic@si.t-com.hr / nenad.jasprica@unidu.hr

## MODEL FOR MONITORING THE IMPACT OF VISITORS TO ECOSYSTEM ELEMENTS IN A PROTECTED NATURAL AREA

Vesna Krpina<sup>1</sup>, Damira Tafra<sup>2</sup>, Marija Pandža<sup>3</sup>, Milenko Milović<sup>4</sup>, Nenad Jasprica<sup>5</sup>

### ABSTRACT

Protected natural areas are particularly interesting for the development of tourism and represent a specific and attractive tourist destination. The aim is, on one hand, to preserve the originality of nature and, on the other hand, to design and promote a tourist offer. Therefore, it is necessary to research the influence of visitors on ecosystem elements in protected natural areas. The research model applied in the area of Vrana Lake Nature Park collected data on the park's touristic infrastructure, excursion facilities, habitat and flora with special reference to endemic, endangered, strictly protected and alien invasive plant species. Excursion sites were defined (Kamenjak, Prosika, station in the Ornithological Reserve and Bašinka) and three transects were established in each site to allow permanent and systematic monitoring of the flora in the areas around the tourist facilities. Each transect was composed of four sub-transects (10 x 10 meters) marked with letters (A, B, C) and numbers (1- 4). The first sub-transects (A1, B1, C1) were the closest to the tourist facility. The coordinates of each sub-transect were recorded using a GPS device. 291 plant species were recorded on the transects. These included 12 endemics, 20 in the endangered category, 18 strictly protected and 7 alien invasive plant species. Indicator species were identified and proposed for special monitoring. A comparative analysis of plant species was used to determine anthropogenic influence on all initial subtransects on Prosika, on two initial subtransects on Kamenjak and a single initial subtransect on station in Ornithological Reserve.

On Bašinka, anthropogenic influence was determined on the two initial subtransects closest to the lake. At the station in Ornithological Reserve the lowest number of species was recorded (51), but also the highest proportion of endangered and protected species (31.37 %) and alien invasive species (9.80 %). The result of the analysis can serve as a model in the definition of indicators for the permanent monitoring of the influence of visitors on the elements of the ecosystem, in the area of Vrana Lake Nature Park and other protected areas.

**Keywords:** nature reserve, tourism, visitors, plant species.

<sup>1</sup> Croatian Forests Ltd., Headquarters, Forestry Division, Ulica Kneza Branimira 1, 10 000 Zagreb

<sup>2</sup> Garma 10, 21 310 Omiš

<sup>3</sup> Elementary school "Murterski škoji" Put škole 8, 22 243 Murter

<sup>4</sup> High School Antun Vrančić, Put gimnazije 64, 22 000 Šibenik

<sup>5</sup> University of Dubrovnik, Institute of the Sea and Coast, Ulica kneza D. Jude 12, 20 000 Dubrovnik  
vesna.krpina@hrsume.hr / damira.tafra@yahoo.com / marija.pandza@si.t-com.hr / milenko.milovic@si.t-com.hr / nenad.jasprica@unidu.hr



## PREMA BOLJEM RAZUMIJEVANJU EKOLOŠKIH STAVOVA I PONAŠANJA TURISTA: ISTRAŽIVANJE RAZLIKA TEMELJEM SOCIODE- MOGRAFSKIH KARAKTERISTIKA TURISTA

Ivana Šagovnović<sup>1</sup>, Igor Stamenković<sup>1</sup>, Damir Demonja<sup>2</sup>

### SAŽETAK

Uloga sociodemografskih karakteristika u oblikovanju stavova i ponašanja ljudi o okolišu, ali i važnost zelenih marketinških alata u vođenju potrošača prema zelenijoj potrošnji u literaturi su dobro obrađeni. Ipak, turističkoj literaturi nedostaju studije koje bi svoja istraživanja usmjerile na odgovor kako sociodemografske varijable turista utječu na njihovu percepciju zelenih marketinških alata, stavove o okolišu i ponašanje u jednom istraživačkom okviru. Stoga, kako bi se popunila navedena praznina u literaturi, ovaj rad pokušava ispitati ulogu sociodemografskih karakteristika putnika u formuliranju njihove percepcije zelenih marketinških pristupa, odnosno zelene ambalaže i brendiranja, ekoloških stavova i ekološkog ponašanja. Istraživanje je provedeno u prosincu 2020., siječnju i veljači 2021. godine, na uzorku 368 turista iz Srbije. Rezultati su ukazali da se putnici i putnice razlikuju u pogledu ekoloških stavova te su uočene razlike u ekološkim stavovima među turistima različitog zanimanja i visini prihoda. Štoviše, potvrđene su značajne korelacije između starosti ispitanika i njihovih stavova i ponašanja spram okoliša. Rezultati ovog istraživanja doprinose praktičnim odrednicama kojima bi se turistički marketing usmjerio na prilagodbu sadržaja turističke promocije odredišta različitim kategorijama turista, s posebnim namjerama jačanja njihovih ekoloških stavova i ponašanja.

**Glavne riječi:** sociodemografske karakteristike turista, zeleno pakiranje i brendiranje, ekološki stavovi, ekološko ponašanje.

<sup>1</sup> Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Departman za geografiju, turizam i hotelijerstvo, Trg Dositeja Obradovića 3, 21 000 Novi Sad

<sup>2</sup> Institut za razvoj i međunarodne odnose (IRMO), Odjel za međunarodne gospodarske i političke odnose, Ljudevita F. Vukotinića 2, 10 000 Zagreb

ivana.sagovnovic@gmail.com / igorrorogi@yahoo.com / ddemonja@irmo.hr



## TOWARDS A BETTER UNDERSTANDING OF TOURISTS' ENVIRONMENTAL ATTITUDES AND BEHAVIOR: EXPLORING DIFFERENCES BASED ON TOURISTS' SOCIO-DEMOGRAPHIC CHARACTERISTICS

Ivana Šagovnović<sup>1</sup>, Igor Stamenković<sup>1</sup>, Damir Demonja<sup>2</sup>

### ABSTRACT

The role of socio-demographic characteristics in shaping people's environmental attitudes and behavior, as well as the importance of green marketing tools in guiding consumers towards greener consumption, has been well addressed in the literature. Nevertheless, there is a lack of studies in the tourism literature that focus on how tourists' socio-demographic variables influence their perceptions of green marketing tools, environmental attitudes, and behaviors within a research framework. Therefore, to fill this gap in the literature, this paper attempts to examine the role of travelers' socio-demographic characteristics in their perceptions of green marketing approaches or green packaging and branding, pro-environmental attitudes and pro-environmental behaviors. The survey was conducted in December 2020, January and February 2021 among 368 tourists from Serbia. The results showed that male and female travelers differ in terms of environmentally friendly attitudes, and differences in environmentally friendly attitudes were found between tourists with different occupational status and income. In addition, significant correlations were confirmed between respondents' age and pro-environmental attitudes and behaviors. The research findings contribute to the practical determinants that tourism marketing should focus on when adapting destination advertising content to different categories of tourists, with the specific aim of improving their environmental attitudes and behaviors.

**Keywords:** socio-demographic characteristics of tourists, green packaging and branding, environmentally friendly attitudes, environmentally friendly behavior.

<sup>1</sup> University of Novi Sad, Faculty of Sciences, Department of Geography, Tourism and Hotel Management, Trg Dositeja Obradovića 3, 21 000 Novi Sad

<sup>2</sup> Institute for Development and International Relations (IRMO), Department of International Economic and Political Relations, Ljudevita F. Vukotinića 2, 10 000 Zagreb

ivana.sagovnovic@gmail.com / igorrorogi@yahoo.com / ddemonja@irmo.hr

## ODRŽIVI TURIZAM U ZAŠTIĆENIM PODRUČJIMA: NOVO NORMALNO

Ana-Maria Boromisa<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Ograničavanje broja posjetitelja u zaštićenim područjima do pandemije COVID-19 bilo je potaknuto prvenstveno ciljevima zaštite prirode i okoliša. Nova ograničenja (kao što je npr. broj skijaša u PP Medvednica) uvedena su radi zaštite posjetitelja.

Povećanje otpornosti zaštićenih područja potrebno je za zaštitu prirode i posjetitelja te osoblja. To zahtijeva i drugačije promišljanje financiranja te osiguranje izvora financiranja, te može zahtijevati diversifikaciju izvora prihoda za razvoj lokalnog gospodarstva i zaštićenih područja, pri čemu se osobito mora voditi računa o dostupnosti i uključenosti. Ograničenje broja posjetitelja može se postići visokim cijenama ulaznica, no takva bi strategija imala negativne učinke na lokalne zajednice. Zbog toga će biti potrebno revidirati polazišta za procjenu održivosti infrastrukture i usluga za posjetitelje, te više voditi računa o dugoročnim planovima te povećanju otpornosti na rizike.

**Ključne riječi:** zaštićena područja, otpornost na rizike, financiranje, turizam.

## SUSTAINABLE TOURISM IN PROTECTED AREAS: THE NEW NORMAL

Ana-Maria Boromisa<sup>1</sup>

### ABSTRACT

*Until the SARS-CoV-2 pandemic, limiting the number of visitors to protected areas was driven primarily by conservation and environmental considerations. New restrictions (such as limiting the number of skiers in Medvednica Nature Park) were introduced to protect visitors from the pandemic.*

*Increasing the resilience of protected areas is necessary to protect nature, visitors and staff. This will require new funding strategies, funding sources and may require diversification of revenue streams for the development of local economies and protected areas. Accessibility and inclusion should be considered in funding strategies. High entrance fees could effectively limit the number of visitors, but such a strategy has negative impacts on local communities. Therefore, it will be necessary to revise the basis for assessing the sustainability of infrastructure and visitor services, and to pay more attention to long-term plans and strategies to reduce risk and increase resilience.*

**Keywords:** protected areas, risk resilience, funding, tourism.

<sup>1</sup> Institut za razvoj i međunarodne odnose (IRMO), Ljudevita F. Vukotinovića 2, 10 000 Zagreb  
anamaria@irmo.hr

<sup>1</sup> Institute for Development and International Relations (IRMO), Ljudevita F. Vukotinovića 2, 10 000 Zagreb  
anamaria@irmo.hr



## RAZVOJ SUSTAVA POSJEĆIVANJA I POSJETITELJSKE INFRASTRUKTURE U PARKU PRIRODE LONJSKO POLJE

Valerija Hima<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Uprava Parka je od početka svog djelovanja prepoznala potencijal dobro osmišljenog održivog razvoja turističke ponude te bila pokretač brojnih projekata u promociji kulturne i prirodne baštine Lonjskog polja. U trenutku postavljanja temelja razvoja turizma i sustava posjećivanja, turizam je kao gospodarska grana bio potpuno nerazvijen, bez turističkih kapaciteta i bez jasne vizije lokalnog stanovništva za njegov razvoj. Prvi dokument „Masterplan turizma“ (2000.) postavio je temelje razvoja turističke ponude, definirani su „light“ motivi za točke interesa, a odrednice istog ugrađivane su u temeljne dokumente razvoja Parka i planiranja.

U sklopu EU projekta LIFE00 / TCY / CRO / 0076 „K razumnom korištenju Parka prirode Lonjsko polje, Hrvatska“ (2001. - 2004.), Ustanova je u suradnji s Ministarstvom kulture i regijom Veneto iz Italije obnovila drvenu posavsku kuću u Čigoču 26 te osnovala prvi Info-centar za prihvata posjetitelja. Djelatnici Ustanove prošli su obuku američke škole za vodiče te su izrađeni prvi edukativni programi za djecu. Sljedeći LIFE projekt LIFE05 TCY / CRO / 000111 „Srednja Posavina – Prema integriranom upravljanju porječjem“ (2006. - 2008.) dodatno je pojačao kapacitete te je provedena prva obuka lokalnog stanovništva za vodiče, izrađene su i postavljene prve edukativne table te su dodatno izgrađene dvije promatračnice za ptice oko Ornitološkog rezervata Krapje dol. U isto vrijeme, Ustanova je u suradnji s Ministarstvom kulture i medija te Ministarstvom gospodarstva i održivog razvoja kroz NIP projekt (Nature Investment Project) obnovila četiri drvene kuće i uspostavila novo sjedište Ustanove te Posjetiteljski centar Krapje. U suradnji s gradom Kutinom od 2009. do 2015. godine, uz financiranje EU kroz program IPA Regional Development Compo-

nent in Croatia, uspostavljena je nova turistička infrastruktura na području grada Kutine i prijamni centar Repušnica. Ustanova je nastavila dobru suradnju s lokalnom samoupravom te je po istom modelu s gradom Popovača od 2011. godine radila na uspostavi ulaza u Park s moslavačke strane. Četvrti Posjetiteljski centar „Crna roda“ Osekovo s info centrom, prezentacijskom dvoranom i edukativnim parkom te tri promatračnice izgrađeni su uz sufinanciranje EU iz Operativnog programa Konkurentnost i kohezija te MINGOR-a i Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost. Raznovrsnost novih sadržaja osigurat će duži boravak posjetitelja i korištenje kako prirodnih, tako i kulturnih i svih drugih vrijednosti ovog područja.

Posjetiteljima su na raspolaganju i četiri pješačke edukativne staze, definirane su brojne biciklističke rute, a mogu koristiti i dodatne sadržaje poput bicikala i kanua. Dodatnu vrijednost donose vožnje čamcima na solarni pogon rijekom Strug, vožnja brodovima „Vodomar“ i „Katarina“ na rijeci Savi te brodom „Juran i Sofija“ na rijeci Kupi.

Od neprepoznatljive destinacije bez posjetitelja, Park prirode Lonjsko polje danas bilježi i do 20.000 posjetitelja godišnje. Paralelno, lokalno stanovništvo razvija smještajnu i gastronomsku ponudu u autentičnom okruženju te sve više prepoznaju razvoj ruralnog i eko turizma kao mogućnost opstanka života u ruralnim sredinama. Park prirode Lonjsko polje, poput neizbrušenog dijamanta, ima veliki potencijal razvijati se, obogaćivati ponudu za posjetitelje, postati jedna od najpoželjnijih destinacija kontinentalnog turizma, a pritom upravljati posjetiteljima i sačuvati prirodna i kulturna bogatstva Parka.

**Ključne riječi:** sustav posjećivanja, održivi turizam, turistička infrastruktura, kulturni krajobraz.

## DEVELOPMENT OF THE VISITOR SYSTEM AND VISITOR INFRASTRUCTURE IN LONJSKO POLJE NATURE PARK

Valerija Hima<sup>1</sup>

### ABSTRACT

Since the beginning of its activities, the Park Management has recognized the potential of a well-designed sustainable of the tourist offer and has been the creator of numerous projects in the promotion of the cultural and natural heritage of Lonjsko polje. At the time of establishing the foundations for the tourism and visiting system, tourism as an economic sector was completely underdeveloped, with no tourist capacity and no clear vision of the local population for its future. The first document „Tourism Master Plan“ (2000) set the foundations for the development of the tourist offer, defined „light“ motives for points of interest, and its determinants were incorporated into the basic documents of the Park development and planning.

As part of the EU project LIFE00 / TCY / CRO / 076 „Towards wise use in Lonjsko polje Nature Park, Croatia“ (2001-2004), the Institution, in cooperation with the Ministry of Culture and Veneto the Italian region, renovated a wooden Posavina house in Čigoč 26 and established the first Info - Visitor Center. The Institution staff has been trained by the American School of Guides and the first educational programs for children have been developed. The next LIFE project LIFE05 TCY / CRO / 000111 „Central Posavina – Wading Towards Integrated Basin Management“ (2006-2008) strengthened the capacities, the first guide training of the local population was carried out, the first educational boards were made and set up, as well as two bird observatories at the Ornithological Reserve Krapje dol. At the same time, the Institution, in cooperation with the Ministry of Culture and Media and the Ministry of Economy and Sustainable Development and through the NIP project (Nature Investment Project) renovated four wooden houses and established new headquarters of the Institution

and Krapje Visitor Center. In cooperation with the city of Kutina, from 2009 to 2015, a new tourist infrastructure was established in Kutina and Repušnica Reception Center, both funded through the IPA Regional Development Component in Croatia. The Institution continued its good cooperation with the local self-government and, following the same model, has been working with the city of Popovača since 2011, establishing the entrance to the Park from the Moslavina side. The fourth Visitor Center „Crna roda“ Osekovo with info center, presentation hall and educational park and three observatories were built through EU co-financing program, from the Operational Program Competitiveness and Cohesion, Ministry of Economy and Sustainable Development and the Environmental Protection and Energy Efficiency Fund. The variety of new contents will ensure a longer visit and use of both natural and cultural and all other values of this area.

Visitors have at their disposal four educational hiking trails, numerous cycling routes and additional facilities such as bicycles and canoes. Additional value is provided by solar-powered boat rides on the river Strug, riding the boats „Vodomar“ and „Katarina“ on the river Sava as well as the boat „Juran and Sofija“ on the river Kupa. From an unrecognizable destination without visitors, Lonjsko polje Nature Park today registers up to 20,000 visitors a year. Simultaneously, the local population is developing accommodation and gastronomic offer in an authentic environment, recognizing that the development of rural and eco-tourism is a way of survival in rural areas. Lonjsko Polje Nature Park, like an uncut diamond, has a great potential to develop, improve the offer for visitors, become one of the most desirable destinations for continental tourism, while managing visitors and preserving the natural and cultural riches of the Park.

**Keywords:** visiting system, sustainable tourism, tourist infrastructure, cultural landscape.

<sup>1</sup> Javna ustanova „Park prirode Lonjsko polje“, Krapje 16, 44 324 Jasenovac  
ravnateljica@pp-lonjsko-polje.hr

<sup>1</sup> Lonjsko Polje Nature Park Public Institution, Krapje 16, 44 324 Jasenovac  
ravnateljica@pp-lonjsko-polje.hr

## ODRŽIVO UPRAVLJANJE POSJETITELJIMA ŠPILJE VETERNICE I RUDNIKA ZRINSKI U PARKU PRIRODE MEDVEDNICA

Andrea Kostelić<sup>1</sup>, Denis Kovačić<sup>1</sup>, Suzana Kavčić<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Javna ustanova "Park prirode Medvednica" (JUPPM) upravlja s dvije podzemne turističke atrakcije: geomorfološkim spomenikom prirode - špiljom Veternicom i kulturnim dobrom - Rudnikom Zrinski. Posjećivanje špilje Veternice je od 2000. godine u organizaciji JU PPM, no prvi organizirani posjeti započeli su krajem sedamdesetih godina u organizaciji speleoloških društava koji su tada brinuli o Veternici. Špilja je izuzetno osjetljivo stanište u kojoj obitava 18 vrsta šišmiša, te je uspostavljeno nekoliko protokola praćenja stanja njezinog staništa. Špilja je prirodno stanište šišmiša tijekom zime za hibernaciju i ljeti za porodiljne kolonije, zbog čega se kontinuirano prati njihovo stanje s ciljem očuvanja i zaštite. Ujedno se prati i stanje špiljske faune koje uključuje analizu kakvoće vode i mikroklima kao bitnih stanišnih pokazatelja. Rezultati praćenja osnova su za utvrđivanje smjernica za održivo upravljanje i korištenje špilje u turističke svrhe, te su stoga od 2004. godine zabranjeni posjeti špilji Veternici za vrijeme hibernacije šišmiša. Broj posjetitelja špilje Veternice prati se prema broju prodanih ulaznica tijekom sezone posjeta. Utvrđeno je da špilja Veternica još uvijek nije ugrožena turističkom funkcijom, iako postoji tendencija povećanja broja turista u Parku prirode Medvednica i u špilji Veternici. Uspostavljeno praćenje stanja staništa špilje i bioloških sastavnica, primjer je dobre prakse za druge turističke špilje u svrhu održivog upravljanja. Rudnik Zrinski srednjovjekovni je rudnik eksploatiran zbog minerala galenita, olovno-cinkove rude, koja sadrži srebro. Kao prvi rudnik u Hrvatskoj, u potpunosti je obnovljen i otvoren 2004. godine za turističke posjete. Zahvaljujući JUPPM u obnovi i rekonstrukciji koja je doprinijela očuvanju i promicanju kulturne baštine, Rudnik Zrinski dobio je status kulturnog dobra Republike Hrvatske 2006. godine.

Posjeti Rudniku Zrinski i špilji Veternici strogo su pod nadzorom JUPPM s posebnim naglaskom na očuvanje prirodnih i kulturnih vrijednosti lokaliteta. Upravljanje posjetiteljima ima značajan doprinos razvoju održivog turizma uz očuvanje prirodnih vrijednosti područja.

**Cljučne riječi:** špilja Veternica, Rudnik Zrinski, monitoring, održivo upravljanje, posjetitelji.

<sup>1</sup> Javna ustanova "Park prirode Medvednica", Bliznec 70, 10 000 Zagreb  
info@pp-medvednica.hr

## SUSTAINABLE VISITOR MANAGEMENT OF VETERNICA CAVE AND ZRINSKI MINE IN MEDVEDNICA NATURE PARK

Andrea Kostelić<sup>1</sup>, Denis Kovačić<sup>1</sup>, Suzana Kavčić<sup>1</sup>

### ABSTRACT

The Public Institution Nature Park Medvednica (PI NPM) manages two underground tourist attractions: a geomorphological natural monument Veternica cave and a cultural asset Zrinski Mine. Visits to Veternica cave have been organized by PI NPM since 2000, but the first visits began in the late 1970s, organized by speleological societies that cared for Veternica at that time. The cave is an extremely sensitive habitat inhabited by 18 species of bats, and so several protocols have been established to monitor the state of its habitat. The cave is a natural habitat for bats in winter for hibernation and in summer for maternity colonies, so its condition is continuously monitored with the aim of preserving and protecting it. At the same time, the condition of the cave fauna is monitored, which includes the analysis of water quality and microclimate as important habitat indicators. The results of the monitoring are the basis for drawing up guidelines for the sustainable management and use of the cave for tourism purposes, which is why visits to Veternica cave during bat hibernation have been prohibited since 2004. The number of visitors to Veternica cave is monitored by the number of tickets sold during the visiting season. It was found that Veternica cave is still not threatened by its tourist function, although there is a trend of increasing number of tourists in the Medvednica Nature Park and Veternica cave. The established monitoring of the state of cave habitats and biological components is an example of good practice for other tourist caves with the aim of sustainable management.

Zrinski Mine is a medieval mine that was exploited for the mineral galena, a lead-zinc ore containing silver. It was the first mine in Croatia to be completely renovated and opened for tourist visits in 2004. Thanks to the efforts of PI NPM during the renovation and reconstruction, which contributed

to the preservation and promotion of cultural heritage, Zrinski Mine was granted the status of cultural property of the Republic of Croatia in 2006. Visits to Zrinski Mine and Veternica cave are strictly supervised by PI NPM, with particular emphasis on preserving the natural and cultural values of the sites. Visitor management makes an important contribution to the development of sustainable tourism while preserving the natural values of the area.

**Keywords:** Veternica cave, Zrinski Mine, monitoring, sustainable management, visitors.

<sup>1</sup> Public Institution Nature Park Medvednica, Bliznec 70, 10 000 Zagreb  
info@pp-medvednica.hr



## VAŽNOST EDUKATIVNIH PROGRAMA PARKA PRIRODE MEDVEDNICA U RAZVOJU DJECE ŠKOLSKE DOBI

Sanja Končar<sup>1</sup>, Kristina Duvnjak<sup>2</sup>, Ivona Đuričković<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Zdravstvene dobrobiti boravka djece u prirodi opće su poznate, no današnji užurbani način života ostavlja sve manje vremena za to. Jednom kada djeca usvoje naviku odlaska i boravka na otvorenom, velika je vjerojatnost kako će tu naviku zadržati tijekom cijelog života, što potvrđuje značaj uključivanja boravaka u prirodi u edukaciju. Park prirode Medvednica kao takav, idealno je mjesto za boravak djece u prirodi, u blizini Zagreba i okolnog područja. Edukacija i senzibilizacija svih posjetitelja o očuvanju prirodnih i kulturnih vrijednosti Parka, jedna je od temeljnih odrednica Javne ustanove „Park prirode Medvednica“ te su već 2005. godine u ponudu uvršteni edukativni programi namijenjeni najmlađim posjetiteljima. Tijekom provođenja, programi su nadograđivani i razvijani u skladu s potrebama školskih kurikuluma, interesom djece, profesora, učitelja, odgajatelja i pedagoga koji su prepoznali Park prirode Medvednicu kao odgovarajućeg partnera u provođenju programa škole u prirodi i terenske nastave. U razdoblju od 2015. do 2020. godine 4.713 djece sudjelovalo je na jednom od edukativnih programa. Nove okolnosti u 2020. godini, uzrokovane COVID-19 pandemijom, rezultirale su otkazivanjem gotovo svih terenskih nastava i škola u prirodi. Kao odgovor na „novo normalno“, Javna ustanova „Park prirode Medvednica“ u svoju ponudu je uvrstila novi tip edukativnih programa u obliku interpretativnih šetnji koje omogućuju boravak djece u prirodi i edukaciju, poštujući sve epidemiološke mjere. Danas su u ponudi Parka edukativni programi objedinjeni pod nazivom „Šuma oko nas“, prezentirajući tematiku vezanu uz šume, prirodne ekosustave i ekologiju. Razvijanje empatije o važnosti očuvanja prirode, značaju zaštićenih područja i prikladnom i odgovornom

ponašanju posjetitelja, sastavni je dio svakog edukativnog programa. Svi edukativni programi provode se na otvorenom, što uz brojne prednosti donosi i određene izazove. U slučaju lošeg vremena posjeti se uglavnom otkazuju, budući da adekvatnog zatvorenog prostora za provođenje edukativnih programa do sada nije bilo. Nova multifunkcionalna dvorana u sklopu Centra za posjetitelje Medvedgrad u budućnosti će riješiti ovaj problem, posebice stoga što će u ponudi Centra biti i dva nova edukativna programa posvećena prirodnoj i kulturnoj baštini Parka. Uvažavajući djecu kao izvrsne promotore ekoloških poruka, Naša Ustanova želi motivirati rani razvoj ekološkog pristupa, što će posljedično pozitivno utjecati na drugu djecu i odrasle kojima to dijete prenosi naučeno.

**Ključne riječi:** edukacija, djeca školske dobi, Medvednica, škola u prirodi.

<sup>1</sup> Javna ustanova „Park prirode Medvednica“, Bliznec 70, 10 000 Zagreb

<sup>2</sup> Ulica Koste Vojnovića 29, 10 000 Zagreb  
info@pp-medvednica.hr / kri.duvnjak@gmail.com

## THE IMPORTANCE OF EDUCATIONAL PROGRAMS OF MEDVEDNICA NATURE PARK IN THE DEVELOPMENT OF SCHOOL-AGE CHILDREN

Sanja Končar<sup>1</sup>, Kristina Duvnjak<sup>2</sup>, Ivona Đuričković<sup>1</sup>

### ABSTRACT

The health benefits of children spending time outdoors are well known, but today's hectic lifestyles leave little time for it. Once children get into the habit of going and spending time outdoors, it is very likely that they will maintain this habit throughout their lives, which encourages the inclusion of such programs in education. Medvednica Nature Park is an ideal place for children to spend time outdoors in and around Zagreb. Education of visitors and appreciation for the preservation of the Park's natural and cultural values is one of the fundamental goals of Public Institution Nature Park Medvednica. Since 2005, the Park has been offering educational programs for the youngest visitors. During the implementation, the programs were upgraded and developed in accordance with the needs of school curricula, the interest of children, professors, teachers, educators and pedagogues who recognized Medvednica Nature Park as a suitable partner in the implementation of school programs and field classes. From 2015 to 2020, 4,713 children participated in the educational programs. New circumstances in 2020, caused by the SARS-CoV-2 pandemic, resulted in the cancelation of almost all field classes and outdoor schools. In response to the "new normal", Public Institution Nature Park Medvednica developed a new type of educational program in the form of interpretive walks that provide outdoor education while incorporating all epidemiological measures. Today, the Park offers educational programs called "Forest Around Us" that present topics related to forests, natural ecosystems, and ecology. The development of empathy about the importance of nature conservation and protected areas, appropriate and responsible behavior of visitors is an integral part of all educational programs. All educational programs are conducted outdoors, which presents

certain challenges as well as numerous benefits. In case of bad weather, the visits are usually cancelled as there has been no suitable indoor space for conducting the educational programs. The new multifunctional hall at Medvedgrad Visitor Center will solve this problem in the future, especially since the Center will offer two new educational programs that focus on the park's natural and cultural heritage. By recognizing children as excellent communicators of ecological messages, our Institution aims to motivate them to develop an ecological approach, which will subsequently have a positive impact on other children and adults to whom the child will pass on what he or she has learned.

**Keywords:** education, school-age children, Medvednica, school in nature.

<sup>1</sup> Public Institution Nature Park Medvednica, Bliznec 70, 10 000 Zagreb

<sup>2</sup> Ulica Koste Vojnovića 29, 10 000 Zagreb  
info@pp-medvednica.hr / kri.duvnjak@gmail.com



## TRENDOVI POSJEĆIVANJA ZAŠTIĆENIH PODRUČJA

Tajana Ban Ćurić<sup>1</sup>, Marina Popijač<sup>1</sup>, Ivona Đuričković<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Park prirode Medvednica, smješten na području triju županija - Zagrebačke, Krapinsko-zagorske i Grada Zagreba, tradicionalno je mjesto za odmor i rekreaciju lokalnog stanovništva. Procijenjeno je da Park godišnje posjeti milijun posjetitelja. Većina posjetitelja dolazi u Park vlastitim prijevozom i najčešće se zadržava u vršnoj zoni, što uzrokuje stvaranje gužvi, posebice u vrijeme skijaške sezone te vikendima u proljetnim i ljetnim mjesecima. Posljedično, dolazi do zastoja u odvijanju prometa, narušava se sklad prirode, ali i sigurnost samih posjetitelja.

U cilju nalaženja rješenja preopterećenosti vršne zone, Javna ustanova „Park prirode Medvednica“ provela je od 2017. do 2020. godine projekt „Ekoturizam srednje Europe: Alati za zaštitu prirode (Interreg Central Europe projekt CE 926 CEETO)“. U projekt je bilo uključeno 11 partnera iz 8 europskih država. Svi projektni partneri rješavali su slične probleme, među ostalim i preopterećenost posjetiteljima u zaštićenim područjima. Tijekom provedbe projekta, na području Parka, prihvaćeni su primjeri dobre prakse i realizirane pilot akcije: praćenje pritiska i utjecaja posjećivanja na prirodu i okoliš; ispitivanje strukture, navika i stavova posjetitelja; analiza podataka novopostavljenih brojača cestovnog prometa i nadzornih kamera. Nakon završetka projekta i dalje se provodi praćenje stanja okoliša i prirode, nadzire protok posjetitelja i vozila i odvijaju razne edukacije posjetitelja i dionika Parka. Provedbom navedenog želi se dodatno podići osviještenost javnosti o važnosti očuvanja prirode i okoliša koje će posljedično pridonijeti boljem ponašanju posjetitelja i smanjiti negativan utjecaj na prirodu.

Projekt CEETO polučio je zaključne dokumente, a među njima su „Smjernice za razvoj održivog turizma na zaštićenim područjima“ čiji je cilj ojačati održivost planiranja turizma i upravljanja njime. U tu svrhu izrađen je i CEETO „Priručnik o upravljanju održivim turizmom za

upravljače zaštićenih područja“. Navedeni dokumenti i stečeno iskustvo iz projekta pomoći će ne samo upraviteljima zaštićenih područja nego i oblikovateljima politika, odnosno stručnoj javnosti i dionicima, da u svakodnevnom radu napreduju u smjeru održivog turizma. Danas, uz pojavu svjetske opasnosti prouzročene pandemijom bolesti COVID-19, zaštićena područja u središtu su pozornosti javnosti koja zbog svoje otvorenosti i prirodnih obilježja poprimaju dodatni značaj te postaju jedan od glavnih faktora privlačnosti turističke potražnje.

**Ključne riječi:** zaštićena područja, preopterećenost, posjetitelji, CEETO, pilot akcije.

<sup>1</sup> Javna ustanova „Park prirode Medvednica“, Bliznec 70, 10 000 Zagreb  
info@pp-medvednica.hr



## TRENDS IN VISITING PROTECTED AREAS

Tajana Ban Ćurić<sup>1</sup>, Marina Popijač<sup>1</sup>, Ivona Đuričković<sup>1</sup>

### ABSTRACT

Medvednica Nature Park, which is located on the territory extending in three counties - Zagreb County, Krapina-Zagorje and the City of Zagreb, is a traditional place for breaks and recreation of the local population. It is estimated that the Park is visited by one million visitors annually. Most visitors come by their own means of transport and stay in the peak zone where crowds form, especially on weekends in spring and autumn and during the ski season. The regular flow of traffic is delayed, the experience and harmony of nature is disrupted, and the safety of visitors is compromised.

To find a solution to the congestion in the peak zone, Public Institution Nature Park Medvednica has implemented the project “Ecotourism of Central Europe: Tools for Nature Protection” (CEETO) from 2017 to 2020. 11 partners from 8 European countries participated in the project. Each country, i.e. 8 project partners, addressed a similar problem of visitor impact in the protected area. During the project implementation, examples of good practice were implemented and pilot actions were realized: monitoring of pressures and impacts of visits on nature and environment; study of structure, habits and attitudes of visitors; data analysis of newly installed traffic counters and surveillance cameras. After the completion of the project, the state of the environment and nature, as well as visitor and vehicle flows, will continue to be monitored, while various trainings for visitors and stakeholders of the park have been carried out. The implementation of the above measures aims to raise public awareness of the importance of protecting nature and the environment, which consequently contributes to better visitor behavior and reduces their negative impact on nature.

The CEETO project has provided a series of documents, including the “Guidelines for the Development of Sustainable Tourism in Protected Areas”, which aim to strengthen the sustainabil-

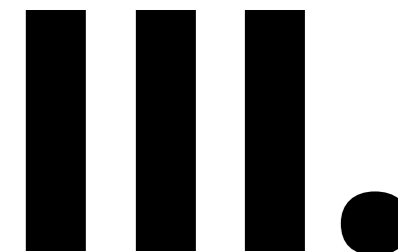
ity of tourism planning and management. To this end, the CEETO “Manual on Sustainable Tourism Management for Protected Area Managers” has been developed. These documents and the lessons learned from the project will help not only protected area managers but also policy makers, i.e. the professional public and stakeholders, to advance their daily work towards sustainable tourism. Today, with the emergence of the global threat of the SARS-CoV-2 pandemic, protected areas are at the center of public attention and gain additional importance due to their openness and natural characteristics, becoming one of the main factors in inviting tourism demand.

**Keywords:** protected areas, congestion, visitors, CEETO, pilot actions.

<sup>1</sup> Public Institution Nature Park Medvednica, Bliznec 70, 10 000 Zagreb  
info@pp-medvednica.hr



Slap Sopot / Sopot waterfall  
Izvor / Source: Arhiva JU PPM / Archive of PI NPM



---

**Klimatske promjene /  
Climate change**

---

Zemlja je lijepo mjesto  
za koje se vrijedi boriti  
– ERNEST HEMINGWAY

*The Earth is a fine  
place and worth fighting for*  
– ERNEST HEMINGWAY

## KAKVU JE BUDUĆNOST EUROPSKI ZELENI PLAN PREDODREDIO ŠUMSKIM EKOSUSTAVIMA?

Aljoša Duplić<sup>1</sup>, Gabrijela Šestani<sup>1</sup>, Ramona Topić<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Gubitak kopnenih i morskih staništa uslijed korištenja i prenamjene zemljišta jedan je od glavnih uzroka krize bioraznolikosti, ali i klimatske. Gubitak staništa, između ostaloga, uključuje deforestaciju i propadanje tresetišta, koji doprinose ukupnim emisijama CO<sup>2</sup> na svjetskoj razini s 10 – 15 % . Dio rješenja za ublažavanje klimatskih promjena je u prirodi. Naime, istraživanja ukazuju da bi rješenja temeljena na prirodi mogla osigurati do 37 % smanjenja emisija potrebnih da se porast temperature do 2030. godine zadrži ispod 2°C. Kopnena staništa poput šuma, travnjaka i močvara predstavljaju prirodne ponore ugljika. Zdravi šumski ekosustavi očuvane strukture učinkoviti su ponori i pohraništa ugljika uz istovremeno osiguravanje brojnih usluga za ljude.

Fokus Europskog zelenog plana s pratećim politikama u kontekstu šuma usmjeren je na obnovu, očuvanje i poboljšanje otpornosti šumskih ekosustava, promicanje usluga šumskih ekosustava, osobito kao ponora ugljika te u kružnoj bioekonomiji koja uključuje i smanjenje negativnog otiska ugljika na šume u svijetu. Strategija EU-a za bioraznolikost do 2030. godine predviđa strogu zaštitu čak 10 % kopnene površine EU-a. Za očekivati je da će veliki doprinos ovom cilju dati i šumski ekosustavi. U okviru utvrđivanja hrvatskog doprinosa ovom EU cilju od izuzetne je važnosti definirati kriterije za identifikaciju područja za strogu zaštitu (zajednički EU kriteriji) i detaljno kartirati ova područja, uključujući sve preostale primarne i sekundarne prašume. Ovo je ujedno i izravni doprinos ublažavanju klimatskih promjena.

**Ključne riječi:** bioraznolikost, šume, stroga zaštita, klimatske promjene.

<sup>1</sup> Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, Zavod za zaštitu okoliša i prirode, Radnička cesta 80, 10 000 Zagreb  
aljosa.duplic@mingor.hr / gabrijela.sestani@mingor.hr /  
ramona.topic@mingor.hr



## WHAT FUTURE DOES EUROPEAN GREEN PLAN ENVISION FOR FOREST ECOSYSTEMS?

Aljoša Duplić<sup>1</sup>, Gabrijela Šestani<sup>1</sup>, Ramona Topić<sup>1</sup>

### ABSTRACT

Terrestrial and marine habitat loss through land use and conversion is a major cause of the biodiversity crisis, as well as the climate crisis. Habitat loss includes deforestation and peatland degradation, which contribute to total global CO<sup>2</sup> emissions of 10-15 %. Part of the solution to mitigating climate change lies in nature. Indeed, research shows that nature-based solutions could reduce up to 37 % of the emissions needed to keep the temperature rise below 2°C by 2030. Terrestrial habitats such as forests, grasslands and wetlands are natural carbon sinks. Healthy forest ecosystems with maintained structure are efficient sinks and carbon stores while providing numerous services to humans. The focus of European Green Plan with accompanying policies related to forests is focused on restoring, maintaining and enhancing the resilience of forest ecosystems, promoting forest ecosystem services, especially as carbon sinks, and the circular bioeconomy, which includes reducing the negative carbon footprint. The EU Biodiversity Strategy to 2030 foresees the strict protection of up to 10 % of the EU's land area. It is expected that forest ecosystems will also contribute greatly to this goal. As part of determining Croatia's contribution to this EU target, it is extremely important to define criteria for identifying areas for strict protection (common EU criteria) and to map these areas in detail, including all remaining primary and secondary rainforests. This is also a direct contribution to mitigating climate change.

**Keywords:** biodiversity, forests, strict protection, climate change.

<sup>1</sup> Ministry of Economy and Sustainable Development, Institute for Environmental and Nature Protection, Radnička cesta 80, 10 000 Zagreb  
aljosa.duplic@mingor.hr / gabrijela.sestani@mingor.hr /  
ramona.topic@mingor.hr

## DIVLJI OPRAŠIVAČI ZAGREBA I PRILAGODBA KLIMATSKIM PROMJENAMA

Ana Ješovnik<sup>1</sup>, Igor Boršič<sup>1</sup>, Gabrijela Šestani<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Divlji oprašivači su raznolika skupina životinja čiji su važni predstavnici pčele (skupina Anthophila) i muhe lebdjelice (porodica Syrphidae). Važnost divljih oprašivača za dugoročni opstanak biljnih vrsta i sigurnost hrane je prepoznata na globalnoj razini, obzirom da je oprašivanje životinjama neophodno za opstanak 78-94 % biljnih vrsta. Uz pesticide, patogene i invazivne strane vrste, te gubitak staništa, jedna od glavnih prijetnji za oprašivače su klimatske promjene. Provođenjem Pilot projekta Cro Buzz Klima će se istražiti utjecaji i posljedice temperature i drugih ekoloških čimbenika koji utječu na raznolikost, brojnost i sastav zajednica oprašivača grada Zagreba i testirati metodologija njihovog praćenja. Jedan od glavnih ciljeva je prikupiti prve sustavne podatke o divljim oprašivačima i analizirati kako na oprašivače utječu promjene u klimi i drugi ekološki faktori te predložiti mjere za očuvanje oprašivača i povećanje klimatske otpornosti ekosustava. Zbog povišenih temperatura u gradskim jezgrama, ovim istraživanjem u gradu Zagrebu će se ustanoviti model praćenja utjecaja klimatskih promjena na bioraznolikost. Istraživanje urbane bioraznolikosti grada Zagreba važno je za utvrđivanje ekološke povezanosti urbanih zelenih površina (zeleno infrastruktura), a istraživati će se zajednice oprašivača unutar i izvan gradske jezgre kako bi se utvrdio utjecaj klimatskih i ekoloških značajki koje se odražavaju na oprašivače gradskih staništa. Definiranje ekoloških obilježja gradskih staništa koja podržavaju bogate zajednice oprašivača važan je korak u prilagodbi gradova na klimatske promjene.

**Glavne riječi:** divlje pčele, Anthophila, Syrphidae, urbana ekologija, toplinski otok, zelena infrastruktura.

<sup>1</sup> Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, Zavod za zaštitu okoliša i prirode, Radnička cesta 80, 10 000 Zagreb  
gabrijela.sestani@mingor.hr



## WILD POLLINATORS OF ZAGREB AND CLIMATE ADAPTATION

Ana Ješovnik<sup>1</sup>, Igor Boršič<sup>1</sup>, Gabrijela Šestani<sup>1</sup>

### ABSTRACT

Wild pollinators are a diverse group of animals, with bees (clade Anthophila) and hoverflies (family Syrphidae) being two of the most important groups. The importance of wild pollinators to the long-term survival of most plant species and food security has long been recognized worldwide, as animal pollination is necessary for the survival of 78 to 94 percent of plant species. In addition to habitat loss, pesticide use, pathogens, and invasive alien species, climate change is one of the greatest stresses on pollinator populations. As part of the implementation of the Cro Buzz Klima Pilot Project, the effects and consequences of temperature and other environmental factors affecting the diversity, number and composition of pollinator communities in the city of Zagreb will be studied and the methodology of their monitoring will be tested. One of the main objectives is to collect the first systematic data on wild pollinators and to analyze how pollinators are affected by climate change and other environmental factors, as well as to propose measures to conserve pollinators and increase climate resilience of ecosystems. Due to increased temperatures in urban centers, this research will establish a model for monitoring the effects of climate change on biodiversity in the city of Zagreb. The study of urban biodiversity in the city of Zagreb is important to determine the ecological connectivity of urban green areas (green infrastructure). In addition, pollinator communities inside and outside the city center will be studied to determine the effects of climatic and ecological characteristics on pollinators of urban habitats. Determining the ecological characteristics of urban habitats that support rich pollinator communities is an important step in adapting cities to climate change.

**Keywords:** wild bees, Anthophila, Syrphidae, urban ecology, urban heat island, green infrastructure.

<sup>1</sup> Ministry of Economy and Sustainable Development, Institute for Environmental and Nature Protection, Radnička cesta 80, 10 000 Zagreb  
gabrijela.sestani@mingor.hr

### SAŽETAK

Danas se u svijetu paralelno događaju dvije velike krize koje su međusobno povezane, a to su kriza bioraznolikosti i klimatske promjene. Mnogi svjetski stručnjaci uvjereni su da je nemoguće riješiti problem klimatskih promjena bez rješavanja krize bioraznolikosti i obrnuto. Zdravi ekosustavi prirodno pomažu smanjiti negativne utjecaje klimatskih promjena dok njihovim nestankom i degradacijom dolazi do sve bržih negativnih promjena u klimatskim uvjetima.

Zbog klimatskih promjena, dolazi do veće nesigurnosti, tj. manje predvidljivosti meteoroloških i klimatskih promjena. Ekstremni i nenađani vremenski uvjeti sve su češći što uzrokuje negativne posljedice za ekonomiju, osobito u šumarstvu i poljoprivredi. Dobar primjer je ranije listanje i cvjetanje voćkarica nakon čega može uslijediti iznenadni mraz. I ljudi i životinje koriste voće kao hranu, no za neke vrste nema alternative. One su potisnute na sjever ili veće nadmorske visine i njihov areal obitavanja se može drastično smanjiti.

Zdravi ekosustavi su otporniji na klimatske promjene te su u stanju pružiti nam niz usluga ekosustava o kojima ovisi naša dobrobit i opstanak. Narušeni ekosustavi primjerice gube svoju funkcionalnost zbog čega pružaju sve manje dobrobiti za sva živa bića, uključujući i čovjeka. Utjecaj klimatskih promjena na ekosustave imaće ogroman utjecaj na ekonomiju i društvo upravo kroz utjecaj na ekosustave. Zdravi ekosustavi u mogućnosti su primjerice primiti višak poplavnih voda, spriječiti eroziju obale ili tla prilikom ekstremnih meteoroloških prilika ili ublažiti utjecaj ekstremnih temperatura. Šume i oceani su glavni rezervoari ugljika najviše zbog životnih zajednica odgovornih za fiksaciju ugljika te svih procesa koji se događaju tako dugo dok je ekosustav funkcionalan. Njihovim nestankom, procesi kruženja tvari i fiksacije ugljika gotovo pa prestaju, a ugljikov dioksid otpušta se u atmos-

feru što doprinosi klimatskim promjenama. Zaštitom bioraznolikosti doprinosimo jačanju prirodnih sustava za obranu od klimatskih promjena. Osim klimatskih promjena, snažnom utjecaju na gubitak bioraznolikosti doprinose direktno uništavanje staništa, širenje stranih invazivnih vrsta (IAS), pretjerano iskorištavanje prirodnih resursa (neodrživo gospodarenje) te ispuštanje onečišćivača u okoliš.

Za dio vrsta su klimatske promjene pozitivne te se njihova brojnost i rasprostranjenost sve više povećava. To su uglavnom oportunističke vrste koje su eurivalentne, brzo se prilagođavaju na nove uvjete te se brzo razmnožavaju. Među njima treba istaknuti invazivne strane vrste koje se prema mnogim autorima smatraju drugom najvećom prijetnjom za bioraznolikost u svijetu. Zaključno, bez djelovanja na sve ove čimbenike, nemoguće je zaustaviti negativne promjene kojima smo danas svjedoci.

**Ključne riječi:** klimatske promjene, bioraznolikost, IAS.

### ABSTRACT

Today we are experiencing two major crises that are strongly intertwined: the biodiversity crisis and the climate crisis. Many leading experts argue that it is impossible to find a solution to just one of the two crises, and that they must be considered together. Healthy ecosystems, of course, help mitigate the undesirable effects of climate change. On the other hand, their degradation and disappearance lead to accelerated adverse changes in climate conditions.

Climate change leads to increased uncertainty, i.e. predictability of meteorological and climatic conditions. Extreme and unexpected weather events are becoming more frequent. This leads to negative consequences for the economy, e.g. for agriculture and forestry. A good example is an early flowering of fruit trees - including wild species - followed by a sudden frost. Both humans and wildlife use fruit for food, but for some species there is no alternative. Other species are pushed north or to higher elevations, and their range may be dramatically reduced.

Functional ecosystems are more resilient to climate change. Consequently, they can provide a wide variety of ecosystem services that are critical to our livelihoods and well-being. On the other hand, degraded ecosystems lose their functionality, resulting in reduced benefits for all living beings, including humans. Climate change is expected to have a major impact on the economy precisely because of its effects on ecosystems. Functional ecosystems can mitigate flooding and extreme temperatures or prevent soil erosion during extreme weather conditions. Oceans, forests, and soils are the most important carbon sinks, largely because of the biological communities that inhabit them and can sequester carbon. These processes can continue until the ecosystems are in full function. As they disappear or degrade, the cycling of materials can come to a near halt, causing carbon dioxide to re-enter the atmosphere

and contribute to climate change. In addition to climate change, the main causes of biodiversity loss are direct habitat destruction, the spread of invasive alien species, over-exploitation of natural resources (unsustainable economies) and pollution. Climate change can benefit some species by increasing their abundance and range. These are usually opportunistic and eurivalent species that can adapt quickly to new conditions. A subset of such species are classified as invasive alien species when they spread outside their natural range with the help of humans and negatively affect ecosystem services. According to some authors, invasive alien species are considered the second greatest threat to biodiversity in the world.

In summary, it is very unlikely that the negative changes we are seeing today can be reversed unless all of the above factors are addressed.

**Keywords:** climate change, biodiversity, invasive alien species.

<sup>1</sup> JU Zeleni prsten Zagrebačke županije, 151. samoborske brigade HV 1, 10 430 Samobor  
tatjana.masten.milek@zeleni-prsten.hr

<sup>1</sup> Zeleni prsten (Green Ring), Public Institution of Zagreb County, 151. samoborske brigade HV 1, 10 430 Samobor  
tatjana.masten.milek@zeleni-prsten.hr



## KLIMATSKE PROMJENE U 21. STOLJEĆU I RIZIK ZA FLORU I FAUNU (STUDIJA SLUČAJA: UTJECAJ NA MASLINU - *OLEA EUROPAEA* L. I MASLININU MUHU - *BACTROCERA OLEAE*)

Mario Bjeliš<sup>1</sup>, Vedran Poljak<sup>1</sup>, Anka Vladislavić<sup>2</sup>, Marijana Bjeliš<sup>3</sup>, Frane Strikić<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Klimatske promjene u posljednja dva desetljeća su značajno utjecale na floru i faunu u agro ekosustavima mediteranskih poljoprivrednih kultura u Hrvatskoj. Ova se pojava može prikazati na primjeru masline koja je karakteristična kultura primorske Hrvatske i maslininu muhu, najznačajnijeg gospodarskog štetnika plodova masline.

U razdoblju petnaestogodišnjeg praćenja, maslinina muha se javila svake godine ali u nejednako jakom intenzitetu. Najjači intenzitet zaraze plodova je zabilježen 2001., 2002. i 2014. godine. U 2004. i 2015. godini je zabilježen utjecaj ekstremnih temperatura koje su utjecale na značajno smanjenje populacije maslinine muhe pri čemu je izostala i zaraza plodova. Utvrđeno je da na rast populacije maslinine muhe najveći utjecaj ima temperatura tijekom zimskog razdoblja i tijekom razdoblja polaganja jaja od strane prve generacije. Od napada maslinine muhe je najviše ugrožena podregija Južna Dalmacija gdje se maslinina muha najranije javlja i gdje prva generacija može prepoloviti urod, te generalno južne i zaklonjene pozicije podregije Srednja Dalmacija i područja južne Istre u podregiji Istra i Kvarner. Nezaštićeni položaji i područja izložena nepovoljnim zimskim klimatskim uvjetima su generalno manje ugrožena, a maslinina muha se javlja kasnije i u manjoj populaciji te je uočeno da se ovaj štetnik prilagođava klimatskim promjenama širenjem u do sada manje zaražena područja.

**Ključne riječi:** klimatske promjene, maslinina muha, temperatura.

<sup>1</sup> Sveučilište u Splitu, Sveučilišni odjel za studije mora, Ruđera Boškovića 37, 21 000 Split

<sup>2</sup> Sveučilište u Splitu, Kemijsko-tehnološki fakultet, Ruđera Boškovića 35, 21 000 Split

<sup>3</sup> Srednja škola „Braća Radić“, Put poljoprivrednika bb, Kaštel Štafilić, 53 270 Nehaj

mario.bjelis@unist.hr / vedran.poljak@unist.hr / frane.strikić@unist.hr

## CLIMATE CHANGE IN THE 21<sup>ST</sup> CENTURY AND THE RISK TO FLORA AND FAUNA (CASE STUDY: IMPACT ON OLIVES - *OLEA EUROPAEA* L. AND OLIVE FLY - *BACTROCERA OLEAE*)

Mario Bjeliš<sup>1</sup>, Vedran Poljak<sup>1</sup>, Anka Vladislavić<sup>2</sup>, Marijana Bjeliš<sup>3</sup>, Frane Strikić<sup>1</sup>

### ABSTRACT

Climate change in the last two decades has significantly affected the flora and fauna in agro ecosystems of Mediterranean agricultural crops in Croatia. This phenomenon can be illustrated by the example of the olive, which is a characteristic culture of coastal Croatia, and the olive fly, the most important economic pest of olive fruit.

During the fifteen-year follow-up period, the olive fly appeared every year but at an unequally strong intensity. The highest intensity of fruit infestation was recorded in 2001, 2002 and 2014. In 2004 and 2015, the influence of extreme temperatures was recorded, which significantly reduced the population of the olive fly, thus the fruit infection was also absent. It was found that the growth of the olive fly population is most influenced by the temperature during the winter period and during the period of egg laying by the first generation. Considering olive fly attacks, the most endangered is the South Dalmatia subregion, where the olive fly occurs first and where the first generation can reduce the yield by fifty percent. Other endangered regions are generally the southern and sheltered positions of the Central Dalmatia subregion and southern Istria in the Istria and Kvarner subregion. Unprotected sites and areas exposed to unfavorable winter climatic conditions are generally less endangered, and the olive fly occurs later in a smaller population, and it has been observed that this pest adapts to climate change by spreading to less infested areas.

**Keywords:** climate change, olive fly, temperature.

<sup>1</sup> University of Split, University Department of Marine Studies, Ruđera Boškovića 37, 21 000 Split

<sup>2</sup> University of Split, Faculty of Chemistry and Technology, Ruđera Boškovića 35, 21 000 Split

<sup>3</sup> High school „Braća Radić“, Put poljoprivrednika bb, Kaštel Štafilić, 53 270 Nehaj

mario.bjelis@unist.hr / vedran.poljak@unist.hr / frane.strikić@unist.hr



Stanislav Gomboc<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Promjene u sastavu faune leptira Hrvatske uslijed klimatskih promjena, već su danas vidljive. Evidentan je porast broja stranih invazivnih termofilnih vrsta leptira a i drugih južnih vrsta koje dolaze u naše područje. Fauna leptira se mijenja iz godine u godinu i te su promjene sve izrazitije, posebno u kombinaciji s gubitkom prirodnih staništa. Brojne autohtone vrste nestaju ili se smanjuje areal njihovih staništa. Posebno su ugrožene kontinentalne vrste, koje su vezane na hladne i vlažne prostore. S druge strane, termofilne vrste prodiru sve dalje na sjever. Visoko planinske vrste, koje su već sad na najvišoj granici svojih areala jako su ugrožene, jer se zagrijavanje i podizanje vegetacijskih pojava u planinama brzo odvija. S druge strane, mediteranske i druge termofilne vrste šire areal svojih staništa. Posebno vrste koje su poznate kao štetnici šumskih i poljoprivrednih kultura, postaju sve brojnije i uzrokuju sve veće gospodarski značajne štete. Štetnici u toplijim uvjetima razvijaju veći broj generacija i svaka generacija je brojnija od prve. To se osobito može uočiti kod savijača čije gusjenice žive u plodovima. Istodobno sve veći problem postaju strane invazivne vrste leptira, kod kojih je povećana mogućnost preživljavanja u promijenjenim klimatskim uvjetima. Svake godine u državu se unose nove vrste, a s višim temperaturama i blagim zimama uvjeti za preživljavanje suptropskih i tropskih vrsta leptira se znatno poboljšavaju.

Ukoliko će i dalje ljeta imati duga vruća i sušna razdoblja, onda će najviše nastradati vrste leptira vezane uz vlažna staništa. Upravo u toj grupi leptira ima dosta zaštićenih vrsta prema Direktivi o staništima. Primjeri su kiseličin vatreni plavac, močvarna riđa, mala svibanjska riđa, čak i danja medonjica, kod kojih gusjenica treba vlažne uvjete za razvoj. Tako su uz visoko planinske vrste ugrožene i močvarne vrste leptira.

Još veći utjecaj na gubitak biodiverziteta

leptira od klimatskih promjena imaju šire društvene promjene, od proizvodnje hrane, urbanizacije, turizma, prometa do javne rasvjete. One drastično utječu na gubitak i promjenu strukture staništa. Staništa istodobno postaju sve manja i fragmentirana pa leptiri više nisu u mogućnosti pronalaziti druge dijelove staništa u kojima bi mogli preživjeti. Tako drastično gubimo livadne vrste leptira, posebno u kontinentalnom poljoprivrednom području i vrste koje obitavaju na rubovima šuma. Jako je važan i pritisak stranih invazivnih biljnih vrsta, koje istiskuju našu autohtonu vegetaciju i tako leptiri gube biljke domaćine. Iako leptiri lete, većina vrsta leti samo na kraće distance i upravo zato se brojne vrste nisu sposobne adaptirati na te drastične promjene. Zaključno, možemo očekivati zbog svih gore navedenih utjecaja gubitak većeg broja autohtonih vrsta leptira te dolazak novih vrsta, koje do sada nismo poznavali.

**Ključne riječi:** klimatske promjene, leptiri, invazivne vrste, staništa, Lepidoptera.

<sup>1</sup> Aricia, Raziskave in razvoj, Stanislav Gomboc S.P., Slovenija  
stanislav.gomboc@siol.net

Stanislav Gomboc<sup>1</sup>

### ABSTRACT

Changes in the composition of the butterfly fauna of Croatia due to climate change are already visible. There is an obvious increase in the number of foreign invasive thermophilic Lepidoptera species, as well as other southern species coming to our area. The Lepidoptera fauna is changing year by year and these changes are becoming more apparent, especially when combined with the loss of natural habitats. Many native species are disappearing or the area of their habitats is decreasing. Particularly at risk are the continental species that are tied to cold and damp areas. Thermophilic species, on the other hand, are advancing further and further north. High-mountain species, which are already at the uppermost limit of their range, are highly endangered due to rapid warming and uplift of the vegetation belts in the mountains. On the other hand, Mediterranean and other thermophilic species are expanding the range of their habitats. In particular, species known to be pests of forestry and agriculture are becoming more numerous and causing increasingly economically significant damage. Pests develop a greater number of generations under warmer conditions and each generation is more numerous than the previous. This is particularly noticeable in the case of tortricids whose caterpillars live in the fruit. At the same time, alien invasive Lepidoptera species are becoming an increasing problem because they have a higher chance of survival under changing climatic conditions. New species are being introduced every year, and with higher temperatures and milder winters, conditions for the survival of subtropical and tropical Lepidoptera species are improving significantly.

If summers continue to have long hot and dry periods, then Lepidoptera species associated with moist habitats will suffer the most. There are many protected species in this group of Lepidoptera at Habitats Directive. Examples include

the Large copper (*Lycaena dispar*), the Marsh fritillary (*Euphydryas aurinia*), the Scarce fritillary (*Euphydryas maturna*), and the Jersey tiger (*Euplagia quadripunctaria*), whose caterpillars require moist conditions for development. Thus, in addition to upland species, wetland Lepidoptera species are also threatened.

Widespread social changes, from food production to urbanization, tourism, transportation and public lighting have an even greater impact on Lepidoptera biodiversity loss than climate change. They are having a drastic effect on habitat loss and change. Habitats are becoming smaller and at the same time more fragmented, leaving butterflies and moths with no other habitat remnants in which to survive. Thus, we are drastically losing meadow butterfly species, especially in continental agricultural areas, and species that live along forest edges. Pressure from alien invasive plant species is also very important, they displace our native vegetation and so butterflies and moths lose their host plants. Although butterflies and moths fly, most species only migrate on short distances, so many species are unable to adapt to these drastic changes in a short time. In summary, due to all the above influences, we can expect the loss of a large number of native species and the arrival of new species that we have not known before.

**Keywords:** climate change, butterflies, moths, invasive species, habitats, Lepidoptera.

<sup>1</sup> Aricia, Research and Development, Stanislav Gomboc S.P., Slovenia  
stanislav.gomboc@siol.net



## KLIMATSKE PROMJENE I DIVLJAČ: ODGOVOR, PRILAGODBA I BUDUĆNOST

Nikica Šprem<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Klimatske prilike i globalno zatopljenje imaju veliki utjecaj na životinjske procese, dinamiku populacije i njihovo ponašanje, a mogu utjecati na rast, razvoj, plodnost i širenje. Promjene u temperaturi i oborinama, pojava nezavičajnih invazivnih vrsta, bolesti i dostupnost hrane mogu potencijalno izravno ili neizravno utjecati na populaciju divljih životinja. Međutim, odgovori divljih životinja na klimatske promjene nisu ujednačeni i razlikuju se ovisno o vrsti i tipu staništa. U ovom izlaganju osvrnut ću se na znanstvena istraživanja koja opisuju pozitivne i negativne posljedice klimatskih promjena na dvopapkare. Planinska staništa jedna su od ugroženijih budući da povećanje temperature i smanjenje snježnih dana imaju veliki utjecaj na biljnu fenologiju te kvalitetu dostupne hrane divljim preživčima. Provedena istraživanja na divokozi ukazuju da se radi o jednoj od najugroženijih vrsta u Europi. Rezultati provedenih istraživanja sugeriraju pad brojnosti apeninske divokoze, tijekom sljedećih 50 godina od oko 28 % do gotovo izumiranja vrste. Također, u Alpama je potvrđeno da su klimatske promjene i postupni porast prosječnih temperatura tijekom posljednjih 35 godina uvjetovali pad tjelesne mase divokoza od 25 %, što direktno utječe na plodnost, vitalnost i veličinu populacije. Klimatske promjene mogu imati i pozitivne učinke na neke vrste, a jedna od takvih je divlja svinja. Ova vrlo prilagodljiva vrsta u cijeloj Europi bilježi porast populacije tijekom posljednjih 150 godina, što je snažno povezano s porastom prosječnih zimskih temperatura. Također, za razliku od divokoze, kod divljih svinja utvrđeno je povećanje tjelesne mase, a povezano s time i plodnosti. Konačno, kada govorimo o klimatskim promjenama, treba sagledati više faktora, ali sezonalnost i lokalna prilagodba su bitni faktori za pokušaj predviđanja odgovora pojedine vrste na promjene.

**Ključne riječi:** globalno zatopljenje, divlja svinja, divokoza, dvopapkari.

<sup>1</sup> Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10 000 Zagreb  
nsprem@agr.hr



## CLIMATE CHANGE AND WILDLIFE: RESPONSE, ADAPTATION AND THE FUTURE

Nikica Šprem<sup>1</sup>

### ABSTRACT

*Climatic conditions and global warming have a major impact on animal processes, population dynamics, and behavior and can affect growth, development, fertility, and dispersal. Changes in temperature and precipitation, the emergence of non-native invasive species, disease, and food availability can directly or indirectly affect wildlife populations. However, wildlife responses to climate change are not uniform and vary by species and habitat type. This presentation will discuss scientific research describing the positive and negative effects of climate change, including on izbaciti ungulates. Mountain habitats are among the most vulnerable, as increases in temperature and decreases in snow days have a major impact on plant phenology and the quality of food supply for wild ruminants. Research conducted on chamois shows that they are one of the most endangered species in Europe. The research results indicate a numerical decline of the Apennine chamois - in the next 50 years from about 28 % to the practical extinction of the species. Moreover, in the Alps, it has been confirmed that climate change and the gradual increase in average temperatures over the last 35 years have led to a 25 % decrease in the body weight of chamois, which directly affects fertility, vitality and population size. Climate change may also have positive effects on some species, one of which is the wild boar. This highly adaptable species has experienced population growth across Europe over the last 150 years, strongly associated with an increase in average winter temperatures. Furthermore, unlike chamois, wild boar have been found to increase in body weight and associated fertility. Finally, when talking about climate change, several factors need to be considered, but seasonality and local adaptation are essential factors when trying to predict the response of a particular species to change.*

**Keywords:** global warming, wild boar, chamois, ungulates.

<sup>1</sup> University of Zagreb, Faculty of Agriculture, Svetošimunska cesta 25, 10 000 Zagreb  
nsprem@agr.hr

## <sup>137</sup>Cs U VODOVODNOJ VODI PODSLJEMENSKE ZONE

Tomislav Bituh<sup>1</sup>, Zdenko Franić<sup>1</sup>, Branko Petrincec<sup>1</sup>, Dinko Babić<sup>1</sup>, Mak Avdić<sup>1</sup>, Iva Franulović<sup>1</sup>, Milica Kovačić<sup>1</sup>, Jasminka Senčar<sup>1</sup>, Božena Skoko<sup>1</sup>, Ljerka Petroci<sup>1</sup>, Davor Rašeta<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Grad Zagreb leži na šljunkovitim aluvijalnim nanosima rijeke Save koje sadrže velike količine prirodno profiltrirane podzemne vode. Voda se crpi na 7 vodocrpilišta iz 30 zdenaca. Na području PP Medvednica nalazi se 8 vodospremnika koji opslužuju gornje vodoopskrbne zone Grada Zagreba.

Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, smješten nizvodno od Medvednice, provodi sustavno mjerenje koncentracija aktivnosti <sup>137</sup>Cs u vodovodnoj vodi. U ovom radu bit će prikazani rezultati praćenja stanja koncentracija aktivnosti <sup>137</sup>Cs tijekom višegodišnjeg perioda uzorkovanja (od Černobilske nesreće do danas), kao i izračun efektivne doze na čovjeka koja je posljedica konzumacije vodovodne vode Grada Zagreba. Uzorci su mjereni metodom visokorezolucijske gamaspektrometrije u energijskom rasponu 40 – 2000 keV koja je od 2010. godine akreditirana od Hrvatske akreditacijske agencije sukladno Normi HRN EN ISO / IEC 17025.

Koncentracije aktivnosti <sup>137</sup>Cs u vodovodnoj vodi kretale su se od  $17,68 \pm 6,61 \text{ Bq m}^{-3}$  u 1987. godini (godina nakon nuklearne nesreće u Černobilu) do  $0,27 \pm 0,03 \text{ Bq m}^{-3}$  u 2018. godini, dok su koncentracije aktivnosti u 2019. i 2020. godini bile ispod granice detekcije.

Efektivna doza na čovjeka (procjena za konzumaciju 730 L godišnje) kretala se od  $0,28 \mu\text{Sv}$  u 1987. godini do  $2,5 \mu\text{Sv}$  u 2018. godini. Ukupna efektivna doza na čovjeka u tom periodu iznosila je  $<1,4 \mu\text{Sv}$ . Može se zaključiti da vodovodna voda nije kritični put prijenosa <sup>137</sup>Cs kod čovjeka.

**Glavne riječi:** vodovodna voda, radioaktivnost, <sup>137</sup>Cs, efektivna doza.

<sup>1</sup> Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Ksaverska cesta 2, 10 000 Zagreb  
tbituh@imi.hr



## <sup>137</sup>Cs IN THE DRINKING WATER OF THE MOUNTAIN MEDVEDNICA AREA PODSLJEME

Tomislav Bituh<sup>1</sup>, Zdenko Franić<sup>1</sup>, Branko Petrincec<sup>1</sup>, Dinko Babić<sup>1</sup>, Mak Avdić<sup>1</sup>, Iva Franulović<sup>1</sup>, Milica Kovačić<sup>1</sup>, Jasminka Senčar<sup>1</sup>, Božena Skoko<sup>1</sup>, Ljerka Petroci<sup>1</sup>, Davor Rašeta<sup>1</sup>

### ABSTRACT

The city of Zagreb is located on the gravelly alluvial silts of the Sava River and contains large quantities of naturally filtered groundwater. The water is taken at 7 pumping stations from a total of 30 wells. In the zone of Medvednica Nature Park there are 8 water reservoirs, which serve the upper water supply of the city of Zagreb. The Institute for Medical Research and Occupational Health (IMROH) is located downstream of Medvednica Nature Park. Radiation Protection Unit of IMROH performs systematic measurements of activity concentrations of <sup>137</sup>Cs in drinking water. This paper presents the results of the long-term study of the activity concentrations of <sup>137</sup>Cs in drinking water in the city of Zagreb (from 1987, one year after the Chernobyl accident, until today) and the calculation of the annual effective doses received by the adult member of the Croatian population due to the intake of <sup>137</sup>Cs in drinking water.

The samples were measured by high-resolution gamma-ray spectrometry in the energy range 40 - 2000 keV. The method was accredited in 2010 by the Croatian Accreditation Agency according to HRN EN ISO / IEC 17025. Activity concentrations of <sup>137</sup>Cs in drinking water decreased exponentially after the Chernobyl accident from  $17.68 \pm 6.61 \text{ Bq m}^{-3}$  in 1987 to only  $0.27 \pm 0.03 \text{ Bq m}^{-3}$  in 2018. In 2019 and 2020, activity concentrations were below the detection limit. The annual effective dose received by an adult member of the population (estimated from 730 L of water consumption per year) ranged from  $0.28 \mu\text{Sv}$  in 1987 to  $2.5 \mu\text{Sv}$  in 2018, and the total effective dose during this period was  $1.4 \mu\text{Sv}$ , indicating that drinking water is not a critical pathway for the transmission of <sup>137</sup>Cs to humans.

**Keywords:** drinking water, radioactivity, <sup>137</sup>Cs, effective dose.

<sup>1</sup> Institute for Medical Research and Occupational Health, Ksaverska cesta 2, 10 000 Zagreb  
tbituh@imi.hr

## KOLIČINE IONA U UKUPNOJ TALOŽNOJ TVARI U ZRAKU GRADA ZAGREBA

Valentina Gluščić<sup>1</sup>, Iva Šimić<sup>1</sup>, Gordana Pehneć<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Ukupnu taložnu tvar (UTT) čine onečišćujuće tvari prisutne u zraku koje se, kroz određeno razdoblje, mehanizmima suhog (gravitacijsko) i mokrog (padaline) taloženja prenosi na tlo, vegetaciju, vodu, građevine i dr. Količina UTT izražava se kao ukupna masa onečišćujućih tvari u zraku po površini po danu. UTT je mjerilo vidljivog onečišćenja okoliša koje radi složenog kemijskog sastava može nepovoljno djelovati na biljke, životinje i čovjeka.

U razdoblju od kolovoza 2020. do veljače 2021. sakupljani su mjesečni uzorci (30±2 dana) UTT upotrebom uzorkivača tipa Bergerhoff na mjernim postajama na području grada Zagreba. Pozadinska mjerna postaja (PP-S) smještena je na području Parka prirode Medvednica (Bliznec), mjerna postaja RU-S u rezidencijskom dijelu grada Zagreba s umjerenom gustoćom prometa, a mjerna postaja RU-J u gusto naseljenom južnom dijelu grada s gustim prometom. Sadržaj aniona (kloridi (Cl<sup>-</sup>), nitrati (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), sulfati (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)) i kationa (natrij (Na<sup>+</sup>), amonij (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), kalij (K<sup>+</sup>), magnezij (Mg<sup>2+</sup>), kalcij (Ca<sup>2+</sup>)) u UTT određen je ionskom kromatografijom. Cilj istraživanja bio je odrediti raspodjelu aniona i kationa u UTT s obzirom na položaj i klasifikaciju mjerne postaje. Također, ovo su prvi rezultati mjerenja iona u ukupnoj taložnoj tvari na lokaciji Bliznec unutar Parka prirode Medvednica. Na svim mjernim postajama količine aniona (Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> i SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) u UTT kretale su se u rasponu od 0 mg / (m<sup>2</sup>d) do 16,58 mg / (m<sup>2</sup>d) dok su količine kationa (Na<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>) bile u rasponu od 0 mg / (m<sup>2</sup>d) do 12,12 mg / (m<sup>2</sup>d). Rezultati pokazuju da su značajno više srednje vrijednosti svih onečišćujućih tvari u UTT, osim za NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ion, izmjerene na mjernim postajama PP-S i RU-S u sjevernom dijelu grada Zagreba u odnosu na mjernu postaju RU-J na jugu grada. U promatranom razdoblju, na svim mjernim postajama, srednje vrijednosti količina aniona slijedile su

niz NO<sub>3</sub><sup>-</sup> > SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> > Cl<sup>-</sup>. Srednje vrijednosti količina kationa na mornoj postaji PP-S u Parku prirode Medvednica slijedile su niz K<sup>+</sup> > Ca<sup>2+</sup> > NH<sub>4</sub><sup>+</sup> > Na<sup>+</sup> > Mg<sup>2+</sup>, a na urbanim mjernim postajama RU-S i RU-J slijedile su niz Ca<sup>2+</sup> > Na<sup>+</sup> > Mg<sup>2+</sup> > K<sup>+</sup> > NH<sub>4</sub><sup>+</sup> te Ca<sup>2+</sup> > NH<sub>4</sub><sup>+</sup> > Na<sup>+</sup> > Mg<sup>2+</sup> > K<sup>+</sup>. Na svim mjernim postajama više vrijednosti količina iona u UTT izmjerene su u toplijim mjesecima (kolovoz-lipostopad) osim za ione Na<sup>+</sup> i Cl<sup>-</sup>, čije su razine bile najviše u hladnijim mjesecima (prosinac-veljača).

**Ključne riječi:** anioni, kationi, prostorna raspodjela, mjerna postaja.

## ION LEVELS IN THE TOTAL DEPOSITED MATTER IN ZAGREB AIR

Valentina Gluščić<sup>1</sup>, Iva Šimić<sup>1</sup>, Gordana Pehneć<sup>1</sup>

### ABSTRACT

Total deposited matter (TDM) consists of pollutants present in the air that are transferred over time as dry (gravity) and wet (precipitation) deposition to soil, vegetation, water, buildings, etc. The amount of TDM is expressed as the total mass of pollutants in the air per area per day. TDM is a measure of visible pollution and can harm flora, fauna and humans due to its complex chemical composition.

Samples of TDM (bulk deposition) were collected monthly (30±2 days) from August 2020 to February 2021 using a Bergerhoff deposition metre. The sampling sites were located in the urban area of Zagreb. The background sampling point PP-S was located in the north, in the area of Medvednica Nature Park (Bliznec), the sampling point RU-S was located in the northern residential area of Zagreb with moderate traffic density and numerous green areas, while the sampling point RU-J was located in the southern residential area of Zagreb with moderate to high traffic density. The content of anions (chlorides (Cl<sup>-</sup>), nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), sulphates (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)) and cations (sodium (Na<sup>+</sup>), ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), potassium (K<sup>+</sup>), magnesium (Mg<sup>2+</sup>), calcium (Ca<sup>2+</sup>)) in TDM was determined by ion chromatography. These are the first results of ion measurements in the whole deposited matter at the Bliznec site within the Medvednica Nature Park. The aim of this study was to determine the distribution of anions and cations in TDM in relation to the location and classification of sampling sites. At all sampling sites, the values of anions (Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> and SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) in TDM ranged from 0 mg / (m<sup>2</sup>day) to 16.58 mg / (m<sup>2</sup>day), while the values of cations ranged from 0 mg / (m<sup>2</sup>day) to 12.12 mg / (m<sup>2</sup>day). The results show that significantly higher mean values of all pollutants in the TDM, except NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ion, were determined at the sampling sites PP-S and RU-S, located in the northern part of Zagreb, compared to the sampling site RU-J, located in the southern

part of Zagreb. In the observed period, the mean values of anions at all sampling points were in the order NO<sub>3</sub><sup>-</sup> > SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> > Cl<sup>-</sup>. The mean values of cations were in the order K<sup>+</sup> > Ca<sup>2+</sup> > NH<sub>4</sub><sup>+</sup> > Na<sup>+</sup> > Mg<sup>2+</sup> at the sampling point PP-S in Medvednica Nature Park and in the order Ca<sup>2+</sup> > Na<sup>+</sup> > Mg<sup>2+</sup> > K<sup>+</sup> > NH<sub>4</sub><sup>+</sup> and Ca<sup>2+</sup> > NH<sub>4</sub><sup>+</sup> > Na<sup>+</sup> > Mg<sup>2+</sup> > K<sup>+</sup> at the urban sampling points RU-S and RU-J, respectively. The results show that higher levels of pollutants in TDM were determined at all sampling sites in the warmer months (August-October), except for the ions Na<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup>, whose higher levels in TDM were determined in the colder months (December-February).

**Keywords:** anions, cations, spatial distribution, sampling site.

<sup>1</sup> Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Ksaverska c.2, 10 000 Zagreb  
vgluscic@imi.hr

<sup>1</sup> Institute for Medical Research and Occupational Health, Ksaverska c.2, 10 000 Zagreb  
vgluscic@imi.hr



## <sup>137</sup>Cs I <sup>90</sup>Sr U MLIJEKU IZ PUŠĆE

Iva Franulović<sup>1</sup>, Branko Petrinc<sup>1</sup>, Davor Rašeta<sup>1</sup>, Tomislav Bituh<sup>1</sup>, Dinko Babić<sup>1</sup>, Milica Kovačić<sup>1</sup>, Jasminka Senčar<sup>1</sup>, Ljerka Petroci<sup>1</sup>, Mak Avdić<sup>1</sup>, Zdenko Franić<sup>1</sup>, Božena Skoko<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Prirodni i antropogeni radionuklidi prisutni su u našoj životnoj sredini. Prisutnost umjetno stvorenih radionuklida u okolišu posljedica je raznih događaja kao što su npr. nuklearna testiranja, te nuklearne i radiološke nesreće. Zbog toga se radionuklidi poput <sup>137</sup>Cs i <sup>90</sup>Sr mogu pronaći i u raznim namirnicama, uključujući mlijeko. Prisutnost tih radionuklida u mlijeku može biti potencijalno opasno za ljudsko zdravlje zbog njihovih dugih vremena poluraspada ( $T_{1/2}^{137\text{Cs}}=30,17$  god.;  $T_{1/2}^{90\text{Sr}}=28,78$  god.) te zbog njihove kemijske i metaboličke sličnosti s kalijem i kalcijem s kojima se lako zamijene u ljudskom organizmu. Za ljudsku prehranu najčešće se upotrebljava kravlje mlijeko koje predstavlja njen značajan dio. Ukoliko bi došlo do povećanih koncentracija aktivnosti <sup>137</sup>Cs i <sup>90</sup>Sr u toj namirnici ono bi predstavljalo značajan izvor kontaminacije radionuklidima putem hrane.

U Jedinici za zaštitu od zračenja Instituta za medicinska istraživanja i medicinu rada godinama se provode istraživanja radioaktivnosti u okolišu. Između ostalog, u Jedinici se radiokemijskim metodama određuje aktivnost radionuklida u različitim uzorcima iz okoliša, uključujući mlijeko. Mlijeko se uzorkuje skupljanjem dnevnih uzoraka koji se zatim spajaju u zbirni dvomjesečni uzorak. Uzorak se zatim uparava pod infracrvenim žaruljama do suhog. Takav uzorak se spaljuje na otvorenom plamenu i zatim u peći na 450°C. U dobivenom pepelu određuje se koncentracija aktivnosti <sup>137</sup>Cs gamaspektrometrijskom analizom. Za određivanje koncentracije aktivnosti <sup>90</sup>Sr uzorak mlijeka spaljuje se na 650°C i radiokemijskom metodom ekstrakcije TBP-om uz dodatak itrij nosača određuje se koncentracija aktivnosti <sup>90</sup>Sr kroz ravnotežu s <sup>90</sup>Y koji se mjeri antikoincidentnim beta brojačem niskog osnovnog zračenja.

Izmjerena prosječna vrijednost koncentracije

aktivnosti <sup>137</sup>Cs u mlijeku iz Pušće u 2020. godini iznosila je 27 mBq / L, a prosječna vrijednost koncentracije aktivnosti <sup>90</sup>Sr iznosila je 21 mBq / L.

Procijenjene efektivne doze zračenja odrasle populacije od unosa <sup>137</sup>Cs i <sup>90</sup>Sr mlijekom iz Pušće u 2020. godini iznosile su 35 μSv za <sup>137</sup>Cs te 58 μSv za <sup>90</sup>Sr i kao takve ne predstavljaju značajno opterećenje niti negativan utjecaj na ljudsko zdravlje.

**Ključne riječi:** mlijeko, <sup>137</sup>Cs, <sup>90</sup>Sr, Pušća, efektivna doza.

## <sup>137</sup>Cs AND <sup>90</sup>Sr IN MILK FROM PUŠĆA

Iva Franulović<sup>1</sup>, Branko Petrinc<sup>1</sup>, Davor Rašeta<sup>1</sup>, Tomislav Bituh<sup>1</sup>, Dinko Babić<sup>1</sup>, Milica Kovačić<sup>1</sup>, Jasminka Senčar<sup>1</sup>, Ljerka Petroci<sup>1</sup>, Mak Avdić<sup>1</sup>, Zdenko Franić<sup>1</sup>, Božena Skoko<sup>1</sup>

### ABSTRACT

Natural and anthropogenic radionuclides are present in our environment. The presence of artificial radionuclides in the environment is caused by various events such as nuclear tests and nuclear and radiological accidents. Consequently, radionuclides such as <sup>137</sup>Cs and <sup>90</sup>Sr can be found in various foods, including milk. The presence of these radionuclides in milk can be potentially hazardous to human health because <sup>137</sup>Cs and <sup>90</sup>Sr have relatively long half-life (30.17 years and 28.78 years, respectively). Because of their chemical and metabolic resemblance to Ca and K, they can replace them in the human organism. Milk constitutes a large part of the human diet (especially cow milk). Therefore, elevated activity concentrations of <sup>137</sup>Cs and <sup>90</sup>Sr in milk could be significant source of radionuclide contamination from the human diet.

Radiation Protection Unit of the Institute for medical Research and Occupational Health carries out the investigation of environmental radioactivity in Croatia. Radiochemical methods are used to determine activity concentrations of various radionuclides in environmental samples, including milk.

Milk is sampled daily and then combined into bi-monthly sample. The sample is evaporated under infrared lamps. The evaporated sample is burned with open flame and then ashed in the furnace at 450°C. The sample is measured in gamma-ray spectrometer to determine the activity concentration of <sup>137</sup>Cs. The sample is then ashed again at 650°C for radiochemical analysis of <sup>90</sup>Sr. The method is based on extraction with TBP (tributyl-phosphate) with the addition of yttrium carrier (<sup>90</sup>Y). The sample is measured in the anticoincidence low level beta multicounter. The average measured activity concentrations of <sup>137</sup>Cs and <sup>90</sup>Sr in milk from Pušća in the year 2020 were 27 mBq / L and 21 mBq / L, respectively.

The estimated annual effective doses of <sup>137</sup>Cs and <sup>90</sup>Sr from Pušća milk in 2020 for adult members of the public were 35 μSv and 58 μSv, respectively. The dose resulting from consumption is low and thus does not present any risk to the human health.

**Keywords:** milk, <sup>137</sup>Cs, <sup>90</sup>Sr, Pušća, effective dose.

<sup>1</sup> Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Jedinica za zaštitu od zračenja, Ksaverska c. 2, 10 000 Zagreb  
ifranulovic@imi.hr

<sup>1</sup> Institute for Medical Research and Occupational Health, Radiation Protection Unit, Ksaverska c. 2, 10 000 Zagreb  
ifranulovic@imi.hr



## <sup>137</sup>Cs i <sup>90</sup>Sr U OBORINAMA U ZAGREBU

Milica Kovačić<sup>1</sup>, Branko Petrinc<sup>1</sup>, Iva Franulović<sup>1</sup>, Davor Rašeta<sup>1</sup>, Jasminka Senčar<sup>1</sup>, Ljerka Petrović<sup>1</sup>, Mak Avdić<sup>1</sup>, Zdenko Franić<sup>1</sup>, Dinko Babić<sup>1</sup>, Božena Skoko<sup>1</sup>, Tomislav Bituh<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Kontaminacija ekosustava umjetno stvorenim radionuklidima događa se već desetljećima. Ispušteni radionuklidi (posljedica testiranja nuklearnog oružja i nuklearnih nesreća) vežu se na veće molekule i čestice koje se nalaze u zraku. Na njihovo rasprostiranje bitno utječu meteorološki parametri kao što su vjetar i oborine. Uz zrak i tlo, oborine su jedan od prvih pokazatelja kontaminacije u atmosferi. Radionuklidi kao što su <sup>137</sup>Cs i <sup>90</sup>Sr duže vrijeme se nalaze u okolišu zbog relativno dugog vremena poluraspada i potencijalni su izvor kontaminacije biote. Oborine se svakodnevno, u dane s oborinama, sakupljaju na lokaciji Instituta. Dnevni se uzorci spajaju u zbrojni tromjesečni koji se nakon toga uparava na volumen 1 L. Koncentracije aktivnosti <sup>137</sup>Cs izmjerene su gamaspektrometrijskim sustavom koji se temelji na ORTEC HPGe detektoru (FWHM 2,24 keV na 1,33 MeV <sup>60</sup>Co s relativnom efikasnošću od 74,2 % na 1,33 MeV <sup>60</sup>Co), spojenim s višekanalnim analizatorom. Za radiokemijsku analizu koncentracije aktivnosti <sup>90</sup>Sr, uzorak je uparen do suhog. Standardnom metodom ekstrakcije s tributil fosfatom uz dodatak itrijevog nosača ekstrahiramo <sup>90</sup>Sr temeljem radioaktivne ravnoteže s <sup>90</sup>Y. Uzorci su mjereni u antikoincidentnom beta brojaču niskog osnovnog zračenja model RISØ GM-25-5. Metode su akreditirane prema zahtjevima norme HRN EN ISO / IEC 17025.

Vrijednosti koncentracije aktivnosti <sup>137</sup>Cs u oborinama za 2020. godinu se kreću u rasponu od 0,52 Bq m<sup>-3</sup> do 3,15 Bq m<sup>-3</sup>. Srednja vrijednost je 1,3 Bq m<sup>-3</sup>. Vrijednosti koncentracije aktivnosti <sup>90</sup>Sr u oborinama za 2020. godinu se kreću u rasponu od 0,06 Bq m<sup>-3</sup> do 3,78 Bq m<sup>-3</sup>. Srednja vrijednost koncentracije aktivnosti <sup>137</sup>Cs iznosi 1,3 Bq m<sup>-3</sup>, dok srednja vrijednost koncentracije aktivnosti <sup>90</sup>Sr iznosi 1,19 Bq m<sup>-3</sup>. Srednja vrijednost koncentracije aktivnosti <sup>137</sup>Cs

izražena po m<sup>2</sup> pale oborine za 2020. godinu iznosi 0,21 Bq m<sup>-2</sup>, dok za <sup>90</sup>Sr iznosi 0,14 Bq m<sup>-2</sup>. Izmjerene koncentracije aktivnosti ne odstupaju značajno od izmjerenih vrijednosti prethodnih nekoliko godina. U radu je prikazan jedan dio sustavnih radioloških istraživanja koja Jedinica za zaštitu od zračenja Instituta za medicinska istraživanja i medicinu rada provodi na području Republike Hrvatske.

**Ključne riječi:** oborine, cezij, stroncij, Zagreb

<sup>1</sup> Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Ksaverska cesta 2, 10 000 Zagreb  
mkovacic@imi.hr

## <sup>137</sup>Cs and <sup>90</sup>Sr IN PRECIPITATION IN THE CITY OF ZAGREB

Milica Kovačić<sup>1</sup>, Branko Petrinc<sup>1</sup>, Iva Franulović<sup>1</sup>, Davor Rašeta<sup>1</sup>, Jasminka Senčar<sup>1</sup>, Ljerka Petrović<sup>1</sup>, Mak Avdić<sup>1</sup>, Zdenko Franić<sup>1</sup>, Dinko Babić<sup>1</sup>, Božena Skoko<sup>1</sup>, Tomislav Bituh<sup>1</sup>

### ABSTRACT

Contamination of ecosystems by artificially created radionuclides has been going on for decades. Radionuclides released into the environment (a consequence of nuclear weapons testing and nuclear accidents) bind to larger molecules and particles in the air. The distribution of radionuclides is significantly influenced by meteorological parameters such as wind and precipitation. Along with air and soil, precipitation is one of the first indicators of contamination in the atmosphere. Radionuclides with relatively long half-time, <sup>137</sup>Cs and <sup>90</sup>Sr, are a potential source of contamination of biota. Precipitation is collected daily at the Institute. The daily samples are combined into a quarterly composite sample, which is evaporated to a volume of 1 L. Activity concentrations of <sup>137</sup>Cs were measured using a gamma-ray spectrometry system based on an ORTEC HPGe detector (FWHM 2.24 keV and relative efficiency of 74.2 %, both at 1.33 MeV <sup>60</sup>Co) connected to a multichannel analyzer. Samples were evaporated to dryness for radiochemical analysis of activity concentrations of <sup>90</sup>Sr. Using a standard tributyl phosphate extraction method with the addition of yttrium support, <sup>90</sup>Sr is extracted on the basis of an equilibrium with <sup>90</sup>Y. Samples were measured using a low-level anticoincidence beta multiscaler system model RISØ GM-25-5. The methods are accredited according to the HRN EN ISO / IEC 17025 standard.

The activity concentrations of <sup>137</sup>Cs in precipitation for 2020 range from 0.52 Bq m<sup>-3</sup> to 3.15 Bq m<sup>-3</sup> and the mean value is 1.3 Bq m<sup>-3</sup>. The activity concentrations of <sup>90</sup>Sr in precipitation for 2020 are in the range from 0.06 Bq m<sup>-3</sup> to 3.78 Bq m<sup>-3</sup> and the mean value is 1.19 Bq m<sup>-3</sup>. The average activity concentration of <sup>137</sup>Cs expressed per m<sup>2</sup> of precipitation is 0.21 Bq m<sup>-2</sup>, while the value of <sup>90</sup>Sr is 0.14 Bq m<sup>-2</sup>. The measured activity concentrations do not differ significantly from those in

<sup>1</sup> Institute for Medical Research and Occupational Health, Ksaverska cesta 2, 10 000 Zagreb  
mkovacic@imi.hr



## ANALIZA RADIOAKTIVNOSTI U ZRAKU NA OBRONKU MEDVEDNICE U 2020. GODINI

Davor Rašeta<sup>1</sup>, Dinko Babić<sup>1</sup>, Branko Petrinc<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Jedinica za zaštitu od zračenja, ima dugu povijest bavljenja radioaktivnošću u okolišu. Od 1959. proučavamo i nadziremo radioaktivne tvari u okolišu u Hrvatskoj kroz niz znanstvenih i vladinih projekata. Među ostalim, kontinuirano uzorkujemo zrak na lokacijama u Hrvatskoj, uključujući i zrak u Zagrebu, radi kontrole radioaktivnih elemenata. Zrak se kontinuirano uzorkuje na lokaciji Ksaverska cesta 2, na obronku Medvednice, koristeći pumpu za zrak velikog protoka i mjeri se jednom mjesečno. Uzorci se mjere gamaspektrometrijskom metodom (analiza energija gama zraka radioaktivnog raspada). Mjere se na gama spektrometru Ortec Ge-Li, 18 % efikasnosti.

U uzorcima se nalaze prirodni radionuklidi (nestabilni izotopi podložni radioaktivnom raspadu i emisiji ionizirajućeg zračenja) te <sup>137</sup>Cs, fisijski produkt koji se u okolišu nalazi primarno kao posljedica atmosferskih testiranja nuklearnog oružja i nesreće u Černobilu. Prirodni radionuklidi prisutni u okolišu od formiranja Zemlje uključuju <sup>40</sup>K, prisutan i u većini živih organizama, lanac raspada <sup>238</sup>U, lanac raspada <sup>235</sup>U i lanac raspada <sup>232</sup>Th. Prirodni radionuklidi mogu biti i kozmogenog porijekla (<sup>7</sup>Be i <sup>14</sup>C).

Značajni radionuklidi koji se nalaze u zraku su <sup>40</sup>K, <sup>7</sup>Be, <sup>210</sup>Pb i <sup>137</sup>Cs. U 2020. godini su zabilježene vrijednosti <sup>40</sup>K između 3,15·10<sup>-6</sup> Bq / m<sup>3</sup> (u veljači) i 2,17·10<sup>-5</sup> Bq / m<sup>3</sup> (u travnju). Vrijednosti <sup>7</sup>Be su se kretale između 1,04·10<sup>-3</sup> Bq / m<sup>3</sup> (u prosincu) i 8,31·10<sup>-3</sup> Bq / m<sup>3</sup> (u lipnju). Vrijednosti <sup>210</sup>Pb su se kretale između 3,68·10<sup>-4</sup> Bq / m<sup>3</sup> (u veljači) i 1,17·10<sup>-3</sup> Bq / m<sup>3</sup> (u siječnju). Vrijednosti <sup>137</sup>Cs su bile ispod granice detekcije između lipnja i rujna (<1,7·10<sup>-7</sup> Bq / m<sup>3</sup>), a najveća vrijednost zabilježena u 2020. godini je bila u travnju, 1,39·10<sup>-6</sup> Bq / m<sup>3</sup>.

<sup>210</sup>Pb je značajan zato što se može koristiti kao detektor <sup>222</sup>Rn u zraku. <sup>222</sup>Rn je plin koji ima vrijeme poluraspada 3,8 dana i izlazi iz tla, zidova i drugih tvari koje sadrže <sup>238</sup>U. Odavno je prepoznat kao opasan plin u zatvorenim prostorima i povezan je s rakom pluća. Međunarodne preporuke kažu da bi u prostorima u kojima se boravi cijeli dan koncentracija <sup>222</sup>Rn trebala biti ispod 100 Bq / m<sup>3</sup>. Budući da su koncentracije <sup>210</sup>Pb 5 – 6 redova veličine manje, jasno je da opasnost od udisanja opasnih količina plina <sup>222</sup>Rn na Medvednici ne postoji.

<sup>137</sup>Cs je jedini radionuklid stvoren ljudskim djelovanjem kojeg se može detektirati u zraku. Posebnost detekcije u 2020. godini je da je najviša vrijednost postignuta u travnju, a sljedeće dvije najviše vrijednosti su bile u siječnju i ožujku. Najveći dio radionuklida <sup>137</sup>Cs dolazi u zrak sagorijevanjem krutih goriva, posebno drva koje je apsorbiralo <sup>137</sup>Cs deponiran u tlu nakon atmosferskih testova nuklearnog oružja te nesreće u Černobilu. Uobičajeno je da je koncentracija <sup>137</sup>Cs u zraku najveća u zimskim mjesecima. Moguće obrazloženje za povišene razine <sup>137</sup>Cs u ožujku i travnju je lockdown, kada je većina ljudi provodila vrijeme kod kuće, a ne u uredima, pa se i više koristilo grijanje na kruta goriva.

Sa stajališta radiološke sigurnosti, radioaktivnost u zraku na Medvednici je zanemariva.

**Ključne riječi:** radioaktivnost, radon, uzorkovanje zraka, cezij, lockdown.

<sup>1</sup> Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Ksaverska cesta 2, 10 000 Zagreb  
draseta@imi.hr

## ANALYSIS OF RADIOACTIVITY IN THE AIR AT MEDVEDNICA FOOTHILL IN 2020

Davor Rašeta<sup>1</sup>, Dinko Babić<sup>1</sup>, Branko Petrinc<sup>1</sup>

### ABSTRACT

The Institute for Medical Research and Occupational Health from Zagreb, Croatia, Radiation Protection Unit, has been dealing with environmental radioactivity for a long time. Since 1959 we have been monitoring environmental radioactivity in Croatia and studying it within the framework of numerous scientific and governmental projects. For example, we continuously take air samples at various locations in Croatia, including the air in Zagreb, to analyze them for radioactive elements. At the location Ksaverska cesta 2, at the foot of Medvednica, the air is sampled continuously, once a month, using a large-volume air pump. The samples are measured by gamma ray spectrometry, using the spectrometer Ortec Ge-Li (18 % efficiency).

The samples contain naturally occurring radionuclides and <sup>137</sup>Cs, a fission product present in the atmosphere as a result of atmospheric nuclear weapons testing and the Chernobyl accident. Naturally occurring radionuclides, present in the environment since the formation of the Earth, include <sup>40</sup>K, which is also present in most living organisms, the <sup>238</sup>U decay chain, the <sup>235</sup>U decay chain, and the <sup>232</sup>Th decay chain. Naturally occurring radionuclides may also be of cosmogenic origin (<sup>7</sup>Be and <sup>14</sup>C).

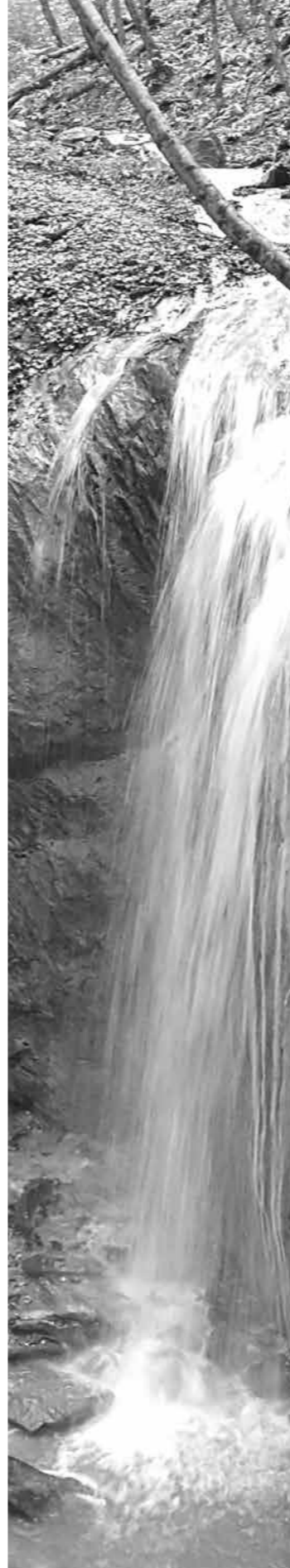
Significant radionuclides detected in air are <sup>40</sup>K, <sup>7</sup>Be, <sup>210</sup>Pb, and <sup>137</sup>Cs. In 2020 the measured values of <sup>40</sup>K were between 3.15x10<sup>-6</sup> Bq / m<sup>3</sup> (measured in February) and 2.17x10<sup>-5</sup> Bq / m<sup>3</sup> (measured in April). The measured values of <sup>7</sup>Be were between 1.04x10<sup>-3</sup> Bq / m<sup>3</sup> (measured in December) and 8.31x10<sup>-3</sup> Bq / m<sup>3</sup> (measured in June). The measured values of <sup>210</sup>Pb were between 3.68x10<sup>-4</sup> Bq / m<sup>3</sup> (measured in February) and 1.17x10<sup>-3</sup> Bq / m<sup>3</sup> (measured in January). The measured values of <sup>137</sup>Cs were below the detection limit between June and September (below 1.7x10<sup>-7</sup> Bq / m<sup>3</sup>), and maximum value was measured in April, 1.39x10<sup>-6</sup> Bq / m<sup>3</sup>.

<sup>210</sup>Pb is an important radionuclide because it can be used as an indicator of <sup>222</sup>Rn in the air. <sup>222</sup>Rn is a gas with half-life of 3.8 days, emanating from soil, walls or other <sup>238</sup>U containing matter. <sup>222</sup>Rn has long been known to be a dangerous indoor gas, associated with lung cancer. International recommendations state that the concentration of <sup>222</sup>Rn in areas where people live should be less than 100 Bq / m<sup>3</sup>. Since the measured concentrations are 5 to 6 times lower, it is obvious that there is no risk of inhalation of dangerous quantities of <sup>222</sup>Rn on Medvednica.

<sup>137</sup>Cs is the only anthropogenic radionuclide that can be detected in the air. The year 2020 is significant because the highest value was measured in April, and the next two highest values were measured in January and March. <sup>137</sup>Cs is mostly emitted into the air by burning solid fuel, especially wood which absorbed <sup>137</sup>Cs deposited in the soil after the atmospheric nuclear weapons tests and the Chernobyl accident. Normally, the concentration of <sup>137</sup>Cs is highest in the winter months. The possible explanation for the higher concentration of <sup>137</sup>Cs is the lockdown, when people spent all the time at home, so solid fuels were used more than usual. From the point of view of radiological safety, the radioactivity in the air at Medvednica is insignificant.

**Keywords:** radioactivity, radon, air sample, caesium, lockdown.

<sup>1</sup> Institute for Medical Research and Occupational Health, Ksaverska cesta 2, 10 000 Zagreb  
draseta@imi.hr



## UPOTREBA ELEKTROKEMIJSKIH SENZORA ZA PRAĆENJE KVALITETE ZRAKA U ZAGREBU

Silvije Davila<sup>1</sup>, Gordana Pehneć<sup>1</sup>, Ivan Bešlić<sup>1</sup>, Martina Jurjević Varga<sup>2</sup>

### SAŽETAK

Posljednjih godina povećava se broj istraživanja kvalitete zraka korištenjem elektrokemijskih senzora. U Republici Hrvatskoj u zadnjih godinu dana aktualna su dva projekta vezana uz upotrebu i pouzdanost senzora za praćenje kvalitete zraka. U sklopu projekta „Ekološka karta grada Zagreba“ nabavljeno je 8 senzorskih setova (tipa AQMeshPod) za mjerenje kvalitete zraka koji omogućuju praćenje plinovitih onečišćujućih tvari SO<sub>2</sub>, CO, NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> i O<sub>3</sub>, frakcija lebdećih čestica PM<sub>1</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, ukupnih lebdećih čestica kao i broja čestica te tlaka, temperature i vlage u zraku. Tijekom cijele 2018. godine jedan set senzora postavljen je na automatskoj mjernoj postaji na lokaciji Instituta za medicinska istraživanja i medicinu rada radi usporedbe s referentnim metodama za mjerenje kvalitete zraka. Na navedenoj postaji provode se mjerenja SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub> i PM<sub>2.5</sub> normiranim metodama, akreditiranim prema normi EN ISO / IEC 17025.

Usporedba rezultata dobivenih 2018. godine mjerenjem pomoću senzora s rezultatima dobivenim referentnim metodama ukazala je na preveliko raspršenje za sve određivane plinovite onečišćujuće tvari (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, CO). Usporedba rezultata određenih pomoću senzora s rezultatima određenim referentnim metodama za PM<sub>10</sub> i PM<sub>2.5</sub> frakcije lebdećih čestica ukazuje na zadovoljavajuće nisko raspršenje. Rezultati regresijske analize pokazali su izrazitu sezonsku ovisnost za sve onečišćujuće tvari. Promatrajući nefiltrirane podatke najviša korelacija dobivena je za CO i O<sub>3</sub>. Iz statističkih podataka vidljivo je da postoji značajna statistička razlika između referentne metode i senzora za cjelogodišnje razdoblje tako i u svim godišnjim dobima za sva plinovita onečišćenja kao i za lebdeće čestice PM<sub>10</sub>. Iako kod lebdećih čestica PM<sub>2.5</sub> ne postoji

značajna statistička razlika u cjelogodišnjem razdoblju niti u ljetnim mjesecima, u ostalim razdobljima postoji statistički značajna razlika. Godine 2020. u Zagrebu je započeo i drugi projekt vezan za senzore za praćenje kvalitete zraka. Projekt „Deployment of lower-cost ambient air quality sensor systems in urban environments“ je sufinanciran od strane Europske Unije, uključene su 4 zemlje (Italija, Belgija, Norveška i Hrvatska) te 4 institucije (JRC, VITO, NILU i IMI). U sklopu projekta ukupno je postavljeno 100 setove senzora (tipa AirsensEUR) u 4 grada (grad Zagreb 17 setova) kako bi se ispitala njihova pouzdanost i mogućnost mjerenja kvalitete zraka u različitim vremenskim uvjetima i na različitim lokacijama u Europskim gradovima. U Zagrebu je tijekom svibnja 2020. godine postavljeno 17 setova senzora na različito onečišćenim lokacijama. Jedan set senzora postavljen je u Parku prirode Medvednica, na lokaciji Bliznec. Ovo je prvo istovremeno mjerenje onečišćujućih tvari NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, CO, PM<sub>10</sub> i PM<sub>2.5</sub> u Parku prirode Medvednica. Rezultati mjerenja kvalitete zraka s ove pozadinske postaje usporedit će se s rezultatima dobivenim na urbanim lokacijama u Zagrebu. S obzirom na očekivane niske koncentracije onečišćujućih tvari na mjernoj postaji Bliznec, istraživanje će doprinijeti i boljim saznanjima o pouzdanosti senzora pri vrlo niskim koncentracijama.

**Ključne riječi:** AQMeshPod, AirsensEUR, senzori za praćenje kvalitete zraka.

<sup>1</sup> Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Ksaverska cesta 2, 10 000 Zagreb

<sup>2</sup> Javna ustanova „Park prirode Medvednica“, Bliznec 70, 10 000 Zagreb  
sdavila@imi.hr / info@pp-medvednica.hr

## USE OF ELECTROCHEMICAL SENSORS FOR AIR QUALITY MONITORING IN ZAGREB

Silvije Davila<sup>1</sup>, Gordana Pehneć<sup>1</sup>, Ivan Bešlić<sup>1</sup>, Martina Jurjević Varga<sup>2</sup>

### ABSTRACT

The number of air quality studies using electrochemical sensors has increased in recent years. In the Republic of Croatia, two projects dealing with the use and reliability of air quality sensors were carried out last year. Within the project “Ecological Map of the City of Zagreb”, 8 sets of sensors (type AQMeshPod) for air quality measurement were provided to enable monitoring of gaseous pollutants SO<sub>2</sub>, CO, NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> and O<sub>3</sub>, particulate matter PM<sub>1</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, total particles as well as number of particles and pressure, temperature and humidity. Throughout 2018, a set of sensors was installed at an automated monitoring station at the Institute for Medical Research and Occupational Medicine for comparison with reference methods for measuring air quality. At this station, measurements of SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> are performed according to standardized methods accredited by EN ISO / IEC 17025.

A comparison of the 2018 results using sensors with the results of reference methods indicated excessive dispersion of all certain gaseous pollutants (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, CO). Similar comparison of results for PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> fractions of suspended particles indicated a satisfactorily low dispersion. The results of the regression analysis showed a pronounced seasonal dependence for all pollutants. Considering the unfiltered data, the highest correlations were obtained for CO and O<sub>3</sub>. The statistics show that for all gaseous pollutants, as well as for PM<sub>10</sub> suspended particles, there was a significant statistical difference between the reference method and the sensors for the year-round period and in all seasons. Although for PM<sub>2.5</sub> suspended particles there is no significant statistical difference in the year-round period or in the summer months, there is a statistically significant difference in other periods.

The second project related to air quality sensors started in Zagreb in 2020. The project “Deployment of lower-cost ambient air quality sensor systems in urban environments” is co-funded by European Union and involves 4 countries (Italy, Belgium, Norway and Croatia) and 4 institutions (JRC, VITO, NILU and IMI). As part of the project, 100 sensor sets (AirsensEUR type) were installed in 4 cities (17 sets in the city of Zagreb) to test their reliability and ability to measure air quality in different weather conditions and locations. In May 2020, 17 sets of sensors were installed in Zagreb at different polluted locations. One set of sensors was installed in Medvednica Nature Park, at the Bliznec site. This is the first simultaneous measurement of pollutants NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, CO, PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> in Medvednica Nature Park. The results of air quality measurements at this background station will be compared with the results at urban sites in Zagreb. Given the expected low concentrations of pollutants at the Bliznec monitoring station, the study will also contribute to a better understanding of the reliability of very low concentration sensors.

**Keywords:** AQMeshPod, AirsensEUR, air quality monitoring sensors.

<sup>1</sup> Institute for Medical Research and Occupational Health, Ksaverska cesta 2, 10 000 Zagreb

<sup>2</sup> Public Institution Nature Park Medvednica, Bliznec 70, 10 000 Zagreb  
sdavila@imi.hr / info@pp-medvednica.hr



## ATMOSFERSKO TALOŽENJE POLICIKLIČKIH AROMATSKIH UGLJIKOVODIKA NA PODRUČJU PARKA PRIRODE MEDVEDNICA

Iva Šimić<sup>1</sup>, Gordana Pehneć<sup>1</sup>, Gordana Mendaš Starčević<sup>1</sup>, Marina Popijač<sup>2</sup>

### SAŽETAK

Zaštićeni dijelovi prirode kao i ljudska populacija kontinuirano su izloženi utjecaju atmosferskog onečišćenja putem suhog (gravitacijskog) taloženja i mokrog (oborinskog) taloženja onečišćujućih tvari. Policiklički aromatski ugljikovodici (PAU) su velika skupina organskih spojeva s dva ili više kondenziranih aromatskih prstenova. Dokazano je da imaju toksično djelovanje na čovjeka i okoliš koje između ostaloga može biti genotoksično, kancerogeno, teratogeno i fototoksično, a veću toksičnost pokazuju spojevi s više benzenskih prstenova u svojoj strukturi. U okoliš dopijevaju nepotpunim izgaranjem organskih tvari, tijekom šumskih požara i vulkanskih erupcija te industrijskih procesa, a nalaze se i u ispušnim plinovima automobilskih motora.

Cilj ovoga rada je prikazati onečišćenost atmosfere PAU-ima na području Parka prirode Medvednica te ispitati neposredni utjecaj blizine Zagreba i njegove gradske okoline na okoliš u zaštićenom području. Sakupljanje mjesečnih uzoraka ukupne taložne tvari provedeno je metodom otvorenog sakupljača (staklena boca i lijevak) u razdoblju od lipnja 2020. do veljače 2021. godine na lokaciji Bliznec, u dvorištu Javne ustanove „Park prirode Medvednica“. Analiza PAU je provedena metodom plinske kromatografije vezane na spektrometar masa s trostrukim kvadrupolom (GC-MS / MS). Određivani su fluoranten (Flu), piren (Pir), benzo(a)antracen (BaA), krizen (Kri), benzo(b)fluoranten (BbF), benzo(k)fluoranten (BkF), benzo(j)fluoranten (BjF), benzo(e)piren (BeP), benzo(a)piren (BaP), indeno(1,2,3-cd)piren (IP), dibenzo(ah)antracen (DahA) i benzo(ghi)perilen (BghiP). Izmjerene vrijednosti taloženja PAU uspoređene su s mjerenjima provedenim na mjernoj postaji na Institutu za medicinska istraživanja i medicinu rada (IMI) udaljenoj 4,7 km zračnom linijom od Blizneca.

Najveće ukupno atmosfersko taloženje  $\Sigma_{12}$ PAU na objema mjernim lokacijama zabilježeno je u hladnom dijelu godine (listopad-veljača) te je iznosilo 602 ng m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup> na postaji Bliznec i 899 ng m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup> na postaji IMI. U toplom dijelu godine (lipanj-rujan), prosječno atmosfersko taloženje  $\Sigma_{12}$ PAU iznosilo je 230 ng m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup> na postaji Bliznec te 405 ng m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup> na postaji IMI. Uspoređujući doprinose pojedinačnih PAU u ukupnoj masi  $\Sigma_{12}$ PAU uočena je znatna razlika u kemijskom sastavu ukupne taložne tvari između Blizneca i IMI. Neovisno o dobu godine i mjernoj postaji, najveći doprinos u ukupnoj masi  $\Sigma_{12}$ PAU čine fluoranten (20 – 38 %) i piren (11 – 23 %). Zabilježen je neočekivano visok udio BghiP u ukupnoj masi  $\Sigma_{12}$ PAU (12 %) na Bliznecu u toplom dijelu godine. Važnost dobivenih rezultata je iznimna s obzirom da za područje Parka prirode Medvednica ne postoje mjerenja PAU-a u ukupnoj taložnoj tvari. U budućim istraživanjima ispitat će se razine polikloriranih bifenila (PCB) u uzorcima ukupne taložne tvari na području Parka prirode Medvednica.

**Ključne riječi:** ukupna taložna tvar, PAU, zaštićeno prirodno područje.

<sup>1</sup> Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Ksaverska cesta 2, 10 000 Zagreb

<sup>2</sup> Javna ustanova „Park prirode Medvednica“, Bliznec 70, 10 000 Zagreb  
isimic@imi.hr / info@pp-medvednica.hr

## ATMOSPHERIC DEPOSITION OF POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS AT MEDVEDNICA NATURE PARK

Iva Šimić<sup>1</sup>, Gordana Pehneć<sup>1</sup>, Gordana Mendaš Starčević<sup>1</sup>, Marina Popijač<sup>2</sup>

### ABSTRACT

Protected parts of nature as well as human population are continuously exposed to the effects of atmospheric pollution through dry (gravitational) and wet (precipitation) deposition of pollutants. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) are a large group of organic compounds with two or more fused aromatic rings. They have been proven to have toxic effects on humans and the environment, which can be genotoxic, carcinogenic, teratogenic and phototoxic, whereas compounds with several benzene rings in their structure show even greater toxicity. They enter the environment through the incomplete combustion of organic matter, during forest fires, volcanic eruptions and industrial processes, and are also found in vehicles exhaust gases.

The aim of this paper is to show the pollution of the atmosphere by PAHs in the area of Medvednica Nature Park and examine the direct impact of the proximity of Zagreb and its urban environment on the environment of the protected area. The collection of monthly atmospheric deposition samples was carried out by an open bulk deposition collector (glass bottle and funnel) in the period from June 2020 to February 2021 at the location Bliznec, near the headquarters of the Public Institution Nature Park Medvednica. PAH analysis was performed by gas chromatography coupled to a triple quadrupole mass spectrometer (GC-MS / MS). Fluoranthene (Flu), pyrene (Pyr), benz(a)anthracene (BaA), chrysene(Kri), benzo(b)fluoranthene (BbF), benzo(k)fluoranthene (BkF), benzo(j)fluoranthene (BjF), benzo(e)pyrene (BeP), benzo(a)pyrene (BaP), indeno(1,2,3-cd)pyrene (IP), dibenzo (ah)anthracene (DahA) and benzo (ghi)perylene (BghiP) were determined. The measured values of PAHs in total deposited matter were compared with the measurements carried out at a measuring station at the Institute for Medical

Research and Occupational Medicine (IMROH), 4.7 km the air distance from Bliznec.

The highest atmospheric deposition rates of  $\Sigma_{12}$ PAHs at both locations was recorded during the cold part of the year (October-February) and amounted to 602 ng m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup> at Bliznec station and 899 ng m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup> at IMROH station. During the warm part of the year (June-September), the average atmospheric deposition rates of  $\Sigma_{12}$ PAHs were 230 ng m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup> at Bliznec station and 405 ng m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup> at IMROH station. Comparing the contributions of individual PAHs to the total mass of  $\Sigma_{12}$ PAHs, a significant difference in the chemical composition of the total deposited matters between Bliznec and IMROH was observed. Irrespective of the time of year and measuring station, the largest contribution in the total mass of  $\Sigma_{12}$ PAHs was made by fluoranthene (20 - 38 %) and pyrene (11 - 23 %). An unexpectedly high contribution of BghiP in the total mass of  $\Sigma_{12}$ PAHs (12 %) was recorded at Bliznec during the warm part of the year. The importance of the obtained results is exceptional considering that there have been no PAHs measurements in total deposited matter at Medvednica Nature Park. Future studies will examine the levels of polychlorinated biphenyls (PCBs) in atmospheric deposition samples at Medvednica Nature Park.

**Keywords:** total deposited matter, PAH, protected natural area.

<sup>1</sup> Institute for Medical Research and Occupational Health, Ksaverska cesta 2, 10 000 Zagreb

<sup>2</sup> Public Institution Nature Park Medvednica, Bliznec 70, 10 000 Zagreb  
isimic@imi.hr / info@pp-medvednica.hr



## HRVATSKO ŠUMARSTVO U SVJETLU KLIMATSKIH PROMJENA

Krešimir Žagar<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Posljedice klimatskih promjena osjećaju se u svim dijelovima svijeta. Polarne ledene ploče se tope, razina mora raste, sve češće dolazi do ekstremnih vremenskih uvjeta. Klimatske promjene događaju se vrlo brzo, a brojne biljne i životinjske vrste teško se prilagođavaju i izložene su povećanom riziku od izumiranja. Na mediteranskom području sve su sušniji uvjeti zbog čega je to područje još osjetljivije na šumske požare. Urbana područja također su izložena promjenama naročito s pojavom češćih toplinskih valova, poplavama ili u obalnom pojasu podizanju razine mora.

U kontekstu klimatskih promjena treba naglasiti važnost šuma i šumarstva Republike Hrvatske (RH) u prevenciji posljedica i s njima povezanih ekstremnih meteoroloških pojava i prirodnih nepogoda kao što su požari, poplave, smanjenje kvalitete vode, smanjenje dostupnosti vodnih resursa, suše, erozije tla, ledoloma, vjetro-loma, pojava i širenje novih biljnih bolesti te novih šumskih štetnika koji u posljednjih deset godina nanose nemjerljive štete šumama i šumskom zemljištu, a time i ekonomskoj, gospodarskoj i ekološkoj stabilnosti RH.

Klimatske promjene mogu imati pozitivne i negativne posljedice. S toplijom klimom rast drveća će se povećati što se može smatrati pozitivnim ishodom u pogledu proizvodnje drvene mase. One mogu utjecati i na granicu rasta šuma koja će se pomaknuti na višu nadmorsku visinu i prema sjeveru. Istovremeno, šume će biti izložene većem broju opasnosti u smislu patogena, bolesti, nametnika i invazivnih vrsta.

Stabilni šumski ekosustavi pomažu u očuvanju tla od erozije, dio su kružnog toka vode, štite biološku raznolikost, utječu na lokalnu klimu i obnovljivi su izvor energije, sekvenciraju ugljik, odnosno zdrave šume pretvaraju ugljični dioksid u kisik, a ugljik ugrađuju u vlastitu biomasu umanjujući negativne posljedice ispuštanja ugljičnog dioksida u atmosferu kao posljedice izgaranja fosilnih goriva.

Klimatske promjene globalni su izazov koji zahtijeva globalni odgovor, a održivo gospodarenje šumskim ekosustavima neophodno je za zdravlje šuma RH i Europe.

**Ključne riječi:** klimatske promjene, šume, šumarstvo, održivo gospodarenje.

## CROATIAN FORESTRY IN THE LIGHT OF CLIMATE CHANGE

Krešimir Žagar<sup>1</sup>

### ABSTRACT

The effects of climate change are being felt in all parts of the world. Polar ice sheets are melting, sea levels are rising, and extreme weather is becoming more frequent. Climate change is happening very fast, many plant and animal species are finding it difficult to adapt and are increasingly at risk of extinction. The climate in the Mediterranean region is becoming drier, making the area even more susceptible to forest fires. Urban areas are also exposed to changes, mainly due to the more frequent occurrence of heat waves, floods or rising sea levels in the coastal zone.

Considering climate change, the importance of forests and forestry of the Republic of Croatia (RH) in preventing the consequences and related extreme meteorological phenomena and natural disasters such as fires, floods, decreasing water quality, reduced availability of water resources, droughts, soil erosion, ice, wind breakage, the emergence and spread of new plant diseases and new forest pests, which have caused immeasurable damage to forests and forest areas and thus to the economic and ecological stability of the Republic of Croatia in the last decade.

Climate changes can have both positive and negative consequences. For example, a warmer climate will stimulate the growth of trees, which can be seen as a positive outcome in terms of wood mass production. It may also affect the limits of forest growth, which will shift to higher altitudes and northern position. At the same time, forests will be exposed to a greater number of threats in the form of pathogens, diseases, pests and invasive species. Sustainable forest ecosystems, as part of the hydrological cycle, help to protect soil from erosion, maintain biodiversity, influence local climate, and are a renewable energy source and carbon sink, i.e. healthy forests convert carbon dioxide to oxygen and incorporate carbon into their own biomass, reducing the negative consequences of carbon dioxide release into the atmosphere as a result of burning fossil fuels. Climate change is a global challenge that requires a global response, while the sustainable management of forest ecosystems is crucial for the health of forests in Croatia and Europe.

**Keywords:** climate change, forests, forestry, sustainable management.

<sup>1</sup> Hrvatske šume d.o.o., Direkcija Zagreb, Ulica kneza Branimira 1, 10 000 Zagreb  
kresimir.zagar@hrsume.hr

<sup>1</sup> Hrvatske šume, d.o.o., Directorate Zagreb, Ulica kneza Branimira 1, 10 000 Zagreb  
kresimir.zagar@hrsume.hr



## INVAZIVNE STRANE BILJNE VRSTE U ZAŠTIĆENIM PODRUČJIMA I KLIMATSKE PROMJENE

Nenad Novak<sup>1</sup>, Maja Novak<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Zaštićena područja visokih kategorija zaštite predstavljaju područja očuvane prirodne i kraj-obrazne vrijednosti s naglaskom na neizmijenjenost ili neznatnu izmijenjenost ekoloških sustava. Održivo upravljanje zaštićenim područjima podrazumijeva očuvanje izvornosti istih.

S druge strane, invazivne strane biljne vrste u područjima u kojima su unesene često pokazuju brzu prilagodbu uvjetima novog okoliša te izuzetnu sposobnost brzog samostalnog razmnožavanja, što rezultira velikom brojnošću i gustoćom. Zbog navedenih karakteristika, invazivne strane vrste na globalnoj razini predstavljaju jednu od najvećih prijetnji bioraznolikosti. Najveća šteta može biti počinjena upravo u izvornoj prirodi zaštićenih područja jer invazivne strane vrste brzim i agresivnim širenjem mijenjaju okoliš, narušavaju stabilnost ekosustava, izravno utječu na biološku raznolikost te nepovratno utječu na sastav prirodnih staništa. Glavni razlozi intenzivnog širenja invazivnih stranih vrsta su globalizacija i klimatske promjene. Intenzivnim putovanjima vrste se brzo i lako prenose između država i kontinenta, a klimatske promjene pogoduju opstanku i širenju brojnim vrstama iz toplijih područja na većim površinama novih područja.

U sklopu osmogodišnjeg Programa posebnog nadzora, bilježena je prisutnost i proširenost vrsta navedenih na EPPO Listi invazivnih stranih korovnih vrsta u Gradu Zagrebu i svih 20 hrvatskih županija. Pregledana su i brojna zaštićena područja različitih kategorija zaštite. U svakom od pregledanih područja zabilježena je poneka invazivna strana vrsta, od pojedinačnih jedinki do vrlo gustih sastojina na nekoliko desetaka hektara. Najveće štete uzrokovale su žljezdasti pajasen (*Ailanthus altissima* (Mill) Sw.), amorfa (*Amorpha fruticosa* L.), češka rejnutrija (*Reynoutria x bohemica* Chrtek et Chrtková) i japanski

dvornik (*Reynoutria japonica* Houtt.). U zaštićenim područjima Zagrebačke županije izdvaja se mirisavi bagrem (*Robinia pseudoacacia* L.). Sve nabrojane vrste su drvenaste, čime je znatno otežana njihova kontrola. Zabilježene su i brojne zeljaste vrste koje su znatno manjeg habitusa i čija kontrola je manje zahtjevna.

Održivo upravljanje zaštićenim područjima postaje sve veći izazov, a uključuje stalan monitoring u cilju otkrivanja novih te gospodarenje prisutnim populacijama invazivnih stranih korovnih vrsta.

**Ključne riječi:** bioraznolikost, monitoring, *Ailanthus altissima*, *Robinia pseudoacacia*.

<sup>1</sup> HAPIH-Centar za zaštitu bilja, Gorice 68 b, 10 000 Zagreb  
nenad.novak@hapih.hr

## INVASIVE ALIEN PLANT SPECIES IN PROTECTED AREAS AND CLIMATE CHANGE

Nenad Novak<sup>1</sup>, Maja Novak<sup>1</sup>

### ABSTRACT

Highly protected areas are areas with conserved natural and landscape values with an emphasis on unaltered or insignificant changes in ecological systems. Sustainable management of protected areas means preserving their authenticity.

On the other hand, invasive alien plant species in the areas to which they are introduced often show rapid adaptation to new environmental conditions and an exceptional ability to reproduce rapidly, resulting in large numbers and densities. Because of these characteristics, invasive alien species pose one of the greatest threats to biodiversity worldwide. The greatest damage can be done in the authentic nature of protected areas, as invasive alien species alter the environment, disrupt ecosystem stability, directly affect biodiversity and irreversibly change the composition of natural habitats. The main reasons for the intensive spread of invasive alien species are globalization and climate change. Intensive travel allows species to spread quickly and easily between countries and continents. Climate change allows many species from warmer climates to survive and spread to larger areas.

The eight-year Special Surveillance Program surveyed the occurrence and distribution of species on the EPPO List of invasive alien weed species in the city of Zagreb and all 20 Croatian counties. Numerous protected areas of different protection categories were included in the monitoring. Some invasive alien species were recorded in each of the visited protected areas. Some of them were recorded as single species and some as very dense populations on several tens of hectares. The greatest damage was caused by tree of heaven (*Ailanthus altissima* (Mill) Sw.), indigo bush (*Amorpha fruticosa* L.), Bohemian knotweed (*Reynoutria x bohemica* Chrtek et Chrtková) and Japanese knotweed (*Reynoutria japonica* Houtt.). In the protected areas of Zagreb County, the most important species is black locust (*Robinia*

*pseudoacacia* L.). All these species are woody, which makes their control much more difficult. Numerous herbaceous species have also been identified, which have a much smaller habitat and are less demanding to control.

Sustainable management of protected areas is becoming increasingly challenging and involves constant monitoring to detect new invasive alien weed species and control existing populations.

**Keywords:** biodiversity, monitoring, *Ailanthus altissima*, *Robinia pseudoacacia*.

<sup>1</sup> CAAF-Center for plant protection, Gorice 68 b, 10 000 Zagreb  
nenad.novak@hapih.hr



## STRATEGIJE ZAŠTITE BILJA OD ŠTETNIKA USLIJED KLIMATSKIH PROMJENA

Sandra Skendžić<sup>1</sup>, Dana Čirjak<sup>1</sup>, Marina Štrljčić<sup>1</sup>, Darija Lemić<sup>1</sup>, Ivana Pajač Živković<sup>1</sup>, Ivan Juran<sup>1</sup>, Martina Kadoić Balaško<sup>1</sup>, Helena Virić Gašparić<sup>1</sup>, Maja Čačija<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Klimatske promjene uzrokuju nejednoliku raspodjelu oborina, temperatura i pojavu klimatskih ekstrema širom svijeta. Brojni znanstvenici dokazali su da klimatske promjene značajno utječu na pojavu štetnih kukaca te smatraju da će one u budućnosti biti još izraženije. Globalno zagrijavanje i ostale klimatske promjene pokretači su značajnih promjena u populaciji štetnih kukaca, uključujući širenje njihovog geografskog areala, interakcije između fitofagnih kukaca i njihovih biljaka domaćina te prirodnih neprijatelja, kao i pojačanu opasnost od introdukcije invazivnih vrsta štetnika. Takve promjene mogu dovesti i do izumiranja osjetljivijih vrsta kukaca. Porast temperature utječe na pojačanu pojavu štetnih kukaca, intenzitet njihova napada kao i rast populacije, što predstavlja značajnu prijetnju za normalnu funkciju i održivost ekosustava. Navedene promjene u intenzitetu pojave štetnika popraćene su ozbiljnim ekološkim i ekonomskim posljedicama, a također mogu i umanjiti učin-

kovitost postojećih metoda i strategija zaštite biljnih vrsta od štetnika u raznim ekosustavima. Kako bi se ublažio rizik od negativnih posljedica utjecaja klimatskih promjena na štetne kukce, potrebno je identificirati nekoliko strategija zaštite. Te strategije uključuju: (I) identifikaciju osjetljivih područja na pojačan intenzitet napada štetnika; (II) evaluaciju učinkovitosti postojećih strategija zaštite; (III) uspostavljanje praćenja (monitoringa) pojave štetnih kukaca i populacijske dinamike za ranu detekciju i prevenciju njihova širenja; (IV) razvoj modela za predviđanje promjena u interakciji između biljnih vrsta, fitofagnih kukaca i njihovih prirodnih neprijatelja uslijed različitih scenarija promjena klime; (V) procjenu učinkovitosti te poboljšanje postojećih mjera integrirane zaštite bilja od štetnih kukaca za unaprjeđenje otpornosti ekosustava.

**Cljučne riječi:** klimatske promjene, štetni kukci, integrirana zaštita bilja, monitoring

## CLIMATE CHANGE AND PEST MANAGEMENT STRATEGIES

Sandra Skendžić<sup>1</sup>, Dana Čirjak<sup>1</sup>, Marina Štrljčić<sup>1</sup>, Darija Lemić<sup>1</sup>, Ivana Pajač Živković<sup>1</sup>, Ivan Juran<sup>1</sup>, Martina Kadoić Balaško<sup>1</sup>, Helena Virić Gašparić<sup>1</sup>, Maja Čačija<sup>1</sup>

### ABSTRACT

Climate change is causing shifts in temperature and precipitation patterns worldwide, as well as an increase in extreme weather events. Numerous scientists have proven that climate change significantly affects the appearance of harmful insects and believe that in the future they will be even more pronounced. Global warming and climate change are triggering significant changes in the diversity and abundance of insect pest species, including expansion of their geographic distribution, population dynamics, plant-herbivore interactions, increased risk of introduction of invasive insect species, natural enemy activity and abundance, and potential species extinctions. Rising temperatures will increase the occurrence of insect pests in various ecosystems, and the growth of insect pest populations poses a significant threat to ecosystem functions and services, as well as to global food security. Such changes in pest pressure are expected to be accompa-

nied by severe economic and environmental consequences and could also reduce the effectiveness of existing plant protection methods and practices. Several approaches could be identified to mitigate the negative impacts of climate change on pest management globally. These include: (I) identification of areas vulnerable to increased pest damage; (II) evaluation of existing plant protection measures; (III) establishment of a monitoring system for early detection and prevention of the establishment and spread of new insect pest species; (IV) model development for predicting climate-induced changes in the interaction between host plants, insect pests and their natural enemies; (V) revalidation of recommended integrated pest management strategies (IPM) to improve ecosystem resilience.

**Keywords:** climate change, insect pests, integrated pest management, monitoring

<sup>1</sup> Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10 000 Zagreb  
sskenczic@agr.hr

<sup>1</sup> University of Zagreb, Faculty of Agriculture, Svetošimunska cesta 25, 10 000 Zagreb  
sskenczic@agr.hr





Šume Medvednice / Medvednica forests  
Izvor / Source: Arhiva JU PPM / Archive of PI NPM



# IV.

---

## Upravljanje šumama / Forest management

---

A u šumu idem, izgubiti razum i  
pronaći svoju dušu  
– JOHN MUIR

*And into the forest I go, to lose my  
mind and find my soul*  
– JOHN MUIR

### SAŽETAK

Šume i šumska zemljišta dobra su od posebnog interesa Republike Hrvatske, a prema Ustavu RH (članak 52.) uživaju posebnu zaštitu. Njihova uloga je naglašena u održavanju biološke raznolikosti, reguliranju klimatskih prilika, značajnom utjecaju na kvalitetu zraka i voda te u cjelini na održivost biljnih i životinjskih vrsta i nas ljudi.

Šume u RH pokrivaju 37 % ukupnog državnog teritorija i zajedno sa šumskim zemljištem čine jedinstveno šumskogospodarsko područje od 2.759.039 ha, što čini 49,3 % kopnene površine države, od čega je 76 % u državnom vlasništvu, a 24 % u privatnom, te je gotovo 50 % uključeno u ekološku mrežu Natura 2000. Šumama i šumskim zemljištima, neovisno o vlasništvu, upravlja Vlada Republike Hrvatske, preko tijela državne uprave nadležnoga za poslove šumarstva, određeno zakonskim aktom iz područja šumarstva.

Zakonodavno uređenje ima povijest dugu više od 250 godina, obzirom da je prvu zakonsku uredbu o šumama objavila Marija Terezija u prosincu 1769. godine, a Zakonom o šumama 1894. godine definirano je potrajno gospodarenje šumama. Promjene zakonskih propisa su kroz povijest isticale značaj općekorisnih funkcija šuma nad njihovom gospodarskom vrijednosti.

Iako na razini Europske unije ne postoji zajednička šumarska politika, zbog visokih ciljeva održivosti šuma, doneseni su različiti propisi i mjere koje štite šume, naročito iz područja zaštite od požara i atmosferskoga onečišćenja, zaštite ekološke mreže te zajedničke poljoprivredne, regionalne i razvojne politike i u novije vrijeme klimatske politike.

Upravljanje šumama u zaštićenim objektima prirode u RH prvi puta je definirano Odredbama Zakona o šumama (ZOŠ) 2005. godine, što je kroz izmjene ZOŠ-a nastavljeno i danas.

U zaštićenim područjima kategorije nacionalni park i strogi rezervat, izrađuju se Programi zaštite, njege i obnove; za provedbu je odgo-

vorna javna ustanova osnovana sukladno posebnom propisu o zaštiti prirode koja Program može i provoditi ukoliko posjeduje odgovarajuću licenciju Hrvatske komore inženjera šumarstva i drvne tehnologije (HKIŠDT).

**Ključne riječi:** upravljanje šumama, šumskogospodarski planovi, zaštićena područja, licencija, HKIŠDT.

### ABSTRACT

Forests and wooded areas are natural resources of special interest to the Republic of Croatia, and according to the Constitution of the Republic of Croatia (Article 52) they enjoy special protection. Their role is emphasized in the preservation of biodiversity, regulation of climatic conditions, significant influence on air and water quality and, in general, in the sustainability of plant and animal species and of us humans.

Forests in the Republic of Croatia cover 37 % of the total state territory and together with forest areas they form a unique forestry area of 2,759,039 ha. This is 49.3 % of the state territory, of which 76 % is state-owned and 24 % is privately owned. Almost 50 % of the forests are part of Natura 2000 Ecological Network. Forests and forest areas, regardless of ownership, are managed by the Government of the Republic of Croatia, through state administrative bodies responsible for forestry, determined by legal acts in the field of forestry.

Both legislation and organized administration have a long tradition of more than 250 years, as the first forest regulation was published on Maria Theresa in December 1769, and the Forest Act of 1894 defines sustainable forest management. Changes in legislation throughout history have emphasized the importance of the public functions of forests over their economic values.

Although there is no common forest policy at the level of European Union, due to the ambitious goals of forest sustainability, various regulations and measures have been adopted to protect forests, especially in the field of fire protection and air pollution, as well as the ecological network and common agricultural, regional and development policies, and more recently, especially climate policies.

Forest management in protected areas in the Republic of Croatia was first established in 2005 by the provisions of the Forest Act (Zakon o šumama, ZOŠ) and continues to exist today

through amendments to the Forest Act. In the category of protected areas, such as national parks and strict nature reserves, protection, maintenance and restoration programs are developed; the implementation is the responsibility of a public institution established in accordance with a special regulation on nature protection, which is allowed to implement the program if it has the appropriate license from the Croatian Chamber of Forestry and Wood Technology Engineers (HKIŠDT).

**Keywords:** forest management, forest management plans, protected areas, license, HKIŠDT.

<sup>1</sup> Hrvatska komora inženjera šumarstva i drvne tehnologije, Prilaz Gjуре Deželica 63, 10 000 Zagreb  
silvija.zec@hkisdt.hr

<sup>1</sup> Croatian Chamber of Forestry and Wood Technology Engineers, Prilaz Gjуре Deželica 63, 10 000 Zagreb  
silvija.zec@hkisdt.hr

Damir Miškulin<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Od ukupne površine Parka prirode Medvednica (17.938 ha) najveći dio površine zauzimaju šumska staništa (81 %). Površina državnih šuma iznosi 8.195 ha (56 %), a privatnih 5.988 ha (41 %), dok je 374 ha (3 %) u vlasništvu Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije i namijenjeno je istraživanju. Hrvatske šume d.o.o. gospodare državnim šumama unutar zaštićenog područja prema Programima gospodarenja propisanim za razdoblje od 10 godina, uz posebne uvjete i ograničenja obzirom na status zaštite u skladu s odredbama Zakona o šumama, Zakona o zaštiti prirode, Prostornim planom Parka prirode Medvednica i FSC standardima. U provedbi prirodnog održivog gospodarenja ulažu se veliki napori i sredstva za biološku obnovu šuma. Velika pozornost posvećena je područjima pogođenim vjetrom gdje se pomno prati razvoj nove šume. Na radove njege mladih sastojina u posljednjih 13 godina uloženo je približno 21.000.000 kn (uključeni i planirani radovi u 2021. godini) na površini cca 1.746 ha. Medvednica svojim položajem iznad glavnog grada zadobiva izuzetno veliku pozornost građana. Uz ekološke i ekološko-socijalne, do izražaja značajno dolaze socijalne opće korisne funkcije šume: turističke, rekreacijske, zdravstvene i estetske. Unutar PP Medvednica velika pozornost javnosti usmjerena je na gospodarenje šuma, a brojni upiti vezani su za biološku obnovu šuma koja uključuje i uklanjanje stabala. Učestalo je krivo shvaćanje šire javnosti o isključivo sanitarnom uklanjanju stabala koja se povezuje sa slikama panjeva na kojima nema tragova bolesti (kriteriji: osutost krošnje, gljive truležnice, otpadanje kore, potkornjaci). Posljedično, ulaže se veliki trud i sredstva u informiranje javnosti o svim šumskim radovima na području Medvednice kojoj se nastoje približiti načela šumarske struke i ukazati na svrhu organiziranog gospodarenja šumama. Jedino održivi

način gospodarenja koji provodimo omogućava održanje optimalnog stanja šumskih ekosustava kako bi se pratili zahtjevi prirode koja svakodnevno od nas traži veliki oprez u radu, razumijevanje prirodnih procesa i promjena. Šume na području PP Medvednica pretrpjele su nekoliko olujnih nevremena koji su ostavili veliki trag na krajobrazu ovog područja, gospodarenju šumama te strukturi i stabilnosti sastojina - ponajviše na području G.J. Sljeme - medvedgradske šume. Novonastale situacije utjecale su na planirano gospodarenje, te su izuzetni napori uloženi u sanacije vjetroizvala i nastavak daljnjeg potrajnog gospodarenja.

**Ključne riječi:** održivo gospodarenje šumama, Park prirode Medvednica, OKFŠ, javnost, vjetroizvale, sanacije.

<sup>1</sup> Hrvatske šume d.o.o., UŠP Zagreb, Lazinska 41, 10 000 Zagreb  
damir.miskulin@hrsume.hr

Damir Miškulin<sup>1</sup>

### ABSTRACT

Most of the total area of Medvednica Nature Park (17,938 ha) is covered by forest habitats (81 %). State forests cover the area of 8,195 ha (56 %), and private 5,988 ha (41 %), while 374 ha (3 %) are owned by the Faculty of Forestry and Wood Technology and used for research. Hrvatske šume d.o.o. manage the state forests within the protected area according to the Management Programs, which prescribes a period of 10 years, and according to specific requirements and restrictions regarding the protected status in accordance with the provisions of the Forest Act, the Nature Protection Act, Medvednica Nature Park Spatial Plan and FSC standards. Great efforts and resources are invested in the implementation of natural sustainable management for biological regeneration of forests. Great attention is paid to wind affected areas where the development of new forest is closely monitored. Over the last 13 years, approximately HRK 21,000,000 has been invested in the maintenance treatments of young stands (including plans for 2021) on an area of approximately 1,746 ha. With its location above the capital, Medvednica receives much public attention. In addition to the ecological and eco-social functions, the other, general, social and practical functions of the forest are also taken into account: tourist, recreational, health and esthetic functions. In relation to the Medvednica Nature Park, forest management receives a great deal of public attention, and numerous requests relate to biological forest regeneration, which includes the removal of trees. There is often a misconception among the public about the exclusively sanitary removal of trees, which is associated with images of stumps on which no traces of diseases can be seen (criteria: crown decay, rot fungi, falling bark, bark beetles). As a result, great efforts and resources are invested in informing the public about all forestry operations in the Medvednica area, trying to convey the principles

of the forestry profession and pointing out the purpose of organized forest management. The implementation of sustainable management allows us to maintain the optimal condition of forest ecosystems in order to monitor the requirements of nature, which requires very careful daily work and understanding of natural processes and changes. The forests of Medvednica Nature Park have suffered several storms, which have left great traces in the landscape of this area, as well as in the forest management and in the structure and stability of the stands - especially in the area of the forests G.J. (Management Unit) Sljeme - Medvedgrad. New situations have affected management plans and extraordinary efforts have been made to rehabilitate windthrows and continue with sustainable management.

**Keywords:** sustainable forest management, Medvednica Nature Park, non-market forest functions (NMFF), public, windthrows, restoration.

<sup>1</sup> Hrvatske šume d.o.o., Managing Unit Zagreb, Lazinska 41, 10 000 Zagreb  
damir.miskulin@hrsume.hr

### SAŽETAK

Cilj rada je prikazati sadržaj šumskogospodarskih planova na temelju kojih se gospodari šumama i šumskim zemljištima u područjima parkova prirode, a koji se smatraju i planovima upravljanja područjima ekološke mreže, uz osvrt na radove uređivanja šuma koje je potrebno obaviti prilikom njihove obnove.

Stupanjem na snagu Uredbe o ekološkoj mreži, svi parkovi prirode se od 2013. nalaze i unutar ekološke mreže. Izmjenama i dopunama Zakona o zaštiti prirode iz 2018. propisano je da se šumskogospodarski planovi smatraju i planovima upravljanja područjima ekološke mreže ako sadrže sljedeće elemente: analizu stanja, ciljeve upravljanja i mjere očuvanja za ciljne vrste i stanišne tipove područja ekološke mreže te aktivnosti za postizanje ciljeva i pokazatelje provedbe plana upravljanja.

Zbog usklađenja sa Zakonom o zaštiti prirode, iste godine donesen je novi Zakon o šumama i Pravilnik o uređivanju šuma, a temeljem njihovih odredbi propisan je sadržaj i način izrade Programa gospodarenja gospodarskom jedinicom s planom upravljanja područjem ekološke mreže. U Programu gospodarenja gospodarskom jedinicom s planom upravljanja područjem ekološke mreže navedeni su: popis područja ekološke mreže; analiza sadašnjeg stanja ciljnih stanišnih tipova i ciljnih vrsta područja ekološke mreže zastupljene u šumama i na šumskom zemljištu; usporedba sadašnjeg i prijašnjeg stanja; ciljevi i mjere očuvanja za ciljne vrste i stanišne tipove područja ekološke mreže; aktivnosti za postizanje ciljeva očuvanja za ciljne stanišne tipove i ciljne vrste područja ekološke mreže koje su zastupljene u šumi ili na šumskom zemljištu s pokazateljima provedbe aktivnosti te analiza utjecaja planiranih aktivnosti na ciljeve očuvanja i cjelovitost područja ekološke mreže.

Prilikom izvođenja terenskih radova propisana je obveza izrade karte stanišnih tipova po naci-

onalnoj klasifikaciji staništa, IV. razine za šume i III. ili IV. razine za šumsko zemljište te karte ciljnih vrsta područja ekološke mreže.

Za razliku od ostalih šumskogospodarskih planova za obnovljeni Program gospodarenja gospodarskom jedinicom s planom upravljanja područjem ekološke mreže ne provodi se ocjena prihvatljivosti za ekološku mrežu, već se isti dostavlja na suglasnost Ministarstvu nadležnom za poslove zaštite prirode. Redovito se obnavlja svakih deset godina.

**Ključne riječi:** šumskogospodarski plan, park prirode, ekološka mreža, šume i šumska zemljišta, ciljni stanišni tipovi, ciljne vrste.

<sup>1</sup> Hrvatske šume d.o.o., Ulica kneza Branimira 1, 10 000 Zagreb  
dubravko.janes@hrsume.hr / marko.radoševic@hrsume.hr

### ABSTRACT

The purpose of this paper is to present the content of forest management plans, considered as management plans for the ecological network, by which forests and forest areas within nature parks are managed, as well as an overview of the forest inventory procedures that must be carried out when they are renewed.

Since the regulation on proclamation of Ecological Network in 2013, all nature parks became a part of Natura 2000 Ecological Network. The amendments to the Nature protection Act in 2018 established that forest management plans can be considered as management plans for the ecological network if they contain the following elements: Status analysis, conservation objectives and measures for species and habitats of the ecological network, and activities to achieve the conservation objectives with indicators for the implementation of the management plan.

In order to be consistent with the Nature protection Act, the new Forest Act and Forest Management Policy were adopted in the same year, which regulate the content and procedures for the renewal of the Forest Management Plan for the Management Unit with Ecological Network Management Plan.

The Forest Management Plan for the Management Unit with Ecological Network Management Plan contains: a list of ecological network areas; an analysis of the current status of the species and habitats of the ecological network represented in the forests and forest lands; a comparison of the current status with the previous status; conservation objectives and conservation measures for the species and habitats of the ecological network areas; activities to achieve the conservation objectives for the species and habitats of the ecological network areas represented in the forests and forest lands, with the indicators of implementation and the analysis of the impact of the planned activities on the conservation objectives and the integrity of the ecological network.

<sup>1</sup> Hrvatske šume d.o.o., Ulica kneza Branimira 1, 10 000 Zagreb  
dubravko.janes@hrsume.hr / marko.radoševic@hrsume.hr



## PRIMJENA BIOSTIMULATORA U UZGOJU PAULOVNIJE

Božica Japundžić-Palenković<sup>1</sup>, Marijana Krišto<sup>2</sup>, Nataša Romanjek Fajdetić<sup>1</sup>, Mihaela Blažinkov<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Uzgoj brzorastućih biljnih vrsta osigurava nove energetske izvore koji omogućuju zaštitu šuma od sječe i posredno ublažavaju postojeće klimatske promjene. Paulovnja je drvenasta biljka značajna za proizvodnju biljne biomase koju odlikuje brzo nicanje i klijanje, rast i razvoj velike količine lisne i drvenaste mase u kratkom uzgojnom periodu. Radi brzine rasta i formiranja stabla ujednačene debljine, pogodna je za preradu te je jedna od osnovnih sirovina u drvoprerađivačkoj industriji, ali je pogodna i za upotrebu u energetske svrhe. Međutim, u početnim fazama rasta i razvoja, paulovnja je osjetljiva na povećanu vlažnost koja uzrokuje pojavu bolesti, štetnika i propadanje biljke. U svrhu prevladavanja potencijalnog stresa i osjetljivosti na vodni režim u razvoju presadnica paulovnije, preporuča se upotreba biostimulatora. Biostimulatori su fiziološke aktivne tvari koje biljkama pomažu pri rastu i razvoju, smanjuju štetne posljedice od suše, smrzavanja, mehaničkih i kemijskih oštećenja kao i posljedice od infekcija biljaka. Cilj istraživanja je utvrditi utjecaj primjene biostimulatora u različitom vremenskom periodu na rast i razvoj mladih biljaka paulovnije iz „in vitro“ proizvodnje. Pokus je postavljen s presadnicama koje su prihranjivane s biostimulatorom Delfan plus u količini 8 ml / 10 l vode. Prihranjivanje je obavljeno u tri različita tretmana: prihrana svakih 7, 14, 21 dan te kontrolni (bez prihrane) tretman. Tijekom praćenja rasta i razvoja paulovnije u periodu od dva mjeseca određivana je duljina nadzemnih dijelova biljaka, broj listova i dužina korijenja. Rezultatima istraživanja utvrđen je najveći porast nadzemnog dijela biljaka kao i veći broj listova nakon prihrane s biostimulatorom koja se vršila svakih 14 dana. Navedene presadnice imale su čvršći i razvijeniji korijen za razliku od presadnica na ostalim tretmanima. Najbolja iskoristivost svih elemenata sadržanih

u biostimulatoru uočena je na vanjskom izgledu presadnica koje su bile zdravog izgleda bez pojave bolesti i štetnika. Dobivenim rezultatima potvrđeno je da primjena biostimulatora olakšava i ubrzava proces uzgoja presadnica paulovnije namijenjenih u komercijalne svrhe.

**Ključne riječi:** paulovnja, biomasa, presadnice, biostimulator, period ishrane.

<sup>1</sup> Sveučilište u Slavonskom Brodu, Biotehnički odjel, Trg Stjepana Miletića 12, 35 000 Slavonski Brod

<sup>2</sup> Regionalni Centar za biotehnoška istraživanja i razvoj Brodsko-posavske županije, Ivana Cankara 76, 35 000 Slavonski Brod  
bjpalenkic@unisb.hr

## THE APPLICATION OF BIOSTIMULANTS IN PAULOWNIA TREES CULTIVATION

Božica Japundžić-Palenković<sup>1</sup>, Marijana Krišto<sup>2</sup>, Nataša Romanjek Fajdetić<sup>1</sup>, Mihaela Blažinkov<sup>1</sup>

### ABSTRACT

The cultivation of fast-growing plant species provides new sources of energy, enabling the protection of forests from deforestation and indirectly mitigating existing climate change. Paulownia is a woody species important for plant biomass production, characterized by rapid germination, plant growth, development of large amounts of leaves and woody mass in a short growing season. Due to its rapid growth and formation of uniformly thick trees, paulownia is suitable for processing and is one of the basic raw materials in the timber industry, but is also suitable for the purposes of energy production. However, in the early stages of paulownia growth and development, it has been found to be sensitive to elevated humidity, which causes the occurrence of diseases, pests and plant rots. To overcome the potential stress and sensitivity to water regime in the initial stages of transplant development, the use of biostimulants was recommended. Biostimulants are physiologically active substances that promote plant growth and development and reduce the harmful effects of drought, frost, mechanical and chemical damage, and the effects of plant infection. The aim of this study was to determine the influence of biostimulants applied in different periods of growth and development of Paulownia grafts from “in vitro” production. In the study, the transplants were treated with the biostimulant Delfan plus at the rate of 8 ml / 10 l of water. Plants were subjected to top dressing in three different treatments: top dressing every 7, 14, 21 days and control treatment (without top dressing). While observing the growth and development of the transplants in a period of two months, the length of above ground plant parts, number of leaves and length of roots were measured.

The research results revealed the greatest increase in the above ground portion of the plants, as well as a greater number of leaves after the biostimulant blanket dressing applied every 14 days. These transplants had firmer and better developed roots compared to seedlings in other treatments. The best utilization of all biostimulants was observed in transplants that looked healthy, without the presence of diseases and pests. The results obtained show that the use of biostimulants improves the process of growing paulownia grafts intended for commercial purposes, making the process easier and faster.

**Keywords:** paulownia, biomass, grafts, biostimulant, nutrition period.

<sup>1</sup> University of Slavonski Brod, Biotechnical Department, Trg Stjepana Miletića 12, 35 000 Slavonski Brod

<sup>2</sup> Regional Center for Biotechnical R&D Brodsko-Posavska County, Ivana Cankara 76, 35 000 Slavonski Brod  
bjpalenkic@unisb.hr

## INVAZIVNE BILJNE VRSTE NA PODRUČJU ZNAČAJNOG KRAJOBRAZA GAJNA

Slavica Antunović<sup>1</sup>, Josipa Živković<sup>2</sup>, Ljiljana Božić-Ostojić<sup>1</sup>,  
Edita Štefanić<sup>3</sup>, Krunoslav Miroslavljević<sup>1</sup>, Alen Čuljak<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Invazivne biljne vrste su strane, namjerno ili nena-  
mjerno unesene biljke na područje Republike Hrvat-  
ske. Prema podacima Svjetske udruge za zaštitu  
prirode one predstavljaju drugi glavni uzrok ugrože-  
nosti autohtonih vrsta, samim tim i bioraznolikosti.  
U Hrvatskoj je registrirano oko 614 alohtonih vrsta od  
čega je 70 invazivnih. Istočno od Slavonskog Broda  
uz rijeku Savu nalazi se 1500 ha poplavnog područja,  
od čega se na oko 280 ha prostire tipični slavonski  
naplavni pašnjak Gajna. Brodsko ekološko društvo je  
podnijelo zahtjev, a Republički zavod za zaštitu prirode  
prijedlog te je 14.9.1990. godine odlukom Skupštine  
općine Slavonski Brod, Gajna dobila status značajnog  
krajobraza. U sastavu bogate i raznolike flore ovog  
područja nalaze se i alohtone invazivne biljke. Cilj istra-  
živanja provedenog 2019. godine bio je utvrditi inva-  
zivnu floru, pratiti načine njihova rasprostranjivanja  
i predložiti strategije suzbijanja. Utvrđene su sljedeće  
invazivne vrste: ambrozija, amorfa, cigansko perje,  
kanadska hudoljetnica, jednogodišnja krasolika, perzij-  
ska čestoslavica i obalna dikica. Tarupiranjem i ispašom  
podolskim govedima, uspjelo se suzbiti amorfu, koja je  
do prije nekoliko godina predstavljala veliki problem,  
nakon čega je počela rasti i razvijati se prirodna flora  
što do tada nije bilo moguće. Trenutno je raširena  
i u velikom broju prisutna obalna dikica čiji se plodovi  
lako rasprostranjuju, a kako je Gajna naplavni prisavski  
pašnjak, sjemenke se još dodatno šire i vodom.

**Ključne riječi:** invazivne biljne vrste, značajni  
krajobraz Gajna, mogućnosti suzbijanja.

<sup>1</sup> Sveučilište u Slavanskom Brodu, Biotehnički odjel, Trg Ivane Brlić  
Mažuranić 2, 35 000 Slavonski Brod

<sup>2</sup> studentica Biotehničkog odjela Sveučilišta u Slavanskom Brodu,  
Trg Ivane Brlić Mažuranić 2, 35 000 Slavonski Brod

<sup>3</sup> Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agro-  
biotehničkih znanosti Osijek, Vladimira Preloga 1, 31 000 Osijek  
santunovic@unisb.hr



## INVASIVE PLANT SPECIES IN THE AREA OF SIGNIFICANT LANDSCAPE GAJNA

Slavica Antunović<sup>1</sup>, Josipa Živković<sup>2</sup>, Ljiljana Božić-Ostojić<sup>1</sup>,  
Edita Štefanić<sup>3</sup>, Krunoslav Miroslavljević<sup>1</sup>, Alen Čuljak<sup>1</sup>

### ABSTRACT

*Invasive plant species are alien, intentionally or uninten-  
tionally introduced plants on the territory of the Republic  
of Croatia. According to International Union for Nature  
Protection, they are the second most important cause  
of endangerment of native species and have a negative  
impact on biodiversity. Approximately 614 non-native  
species have been registered in Croatia, of which 70 are  
invasive. Along the Sava River, east of Slavonski Brod,  
there are 1500 ha of floodplain, of which about 280 ha is  
the typical Slavonian floodplain Gajna. The Brod Ecolog-  
ical Society submitted an application, and by the  
decision of the Municipal Assembly of Slavonski Brod  
Gajna received the status of a significant landscape on  
14.9.1990. The rich and diverse flora of this area includes  
allochthonous invasive plants. The aim of the work was  
to analyse the invasive flora during the 2019 growing  
season by determining the pathways of its spread and  
suggesting the ways of its control. The invasive species  
identified were: Common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*),  
False indigo bush (*Amorpha fruticosa*), Common  
milkweed (*Asclepias syriaca*), Horse chestnut (*Erigeron  
canadensis*), Goose cinquefoil (*Erigeron annuus*), Persian  
speedwell (*Veronica persica*) and Common persim-  
mon (*Xanthium strumarium*). Taruping and grazing by  
Podolian cattle have made it possible to control false  
indigo bush. This weed was a big problem until a few  
years ago. Nowadays, the natural flora started to grow  
and develop - which was not possible before. At present,  
common hellebore is widespread in Gajna, which has  
easily dispersed fruits. As it is an alluvial pasture, the  
seeds could be further easily dispersed by the water.*

**Keywords:** invasive plant species, significant landscape  
Gajna, control options.

<sup>1</sup> University of Slavonski Brod, Biotechnical Department, Trg Ivane  
Brlić Mažuranić 2, 35 000 Slavonski Brod

<sup>2</sup> student of Biotechnical Department, University of Slavonski Brod,  
Trg Ivane Brlić Mažuranić 2, 35 000 Slavonski Brod

<sup>3</sup> University „Josip Juraj Strossmayer“, Faculty of Agrobiotechnical  
Sciences Osijek, Vladimira Preloga 1, 31 000 Osijek  
santunovic@unisb.hr

## MEĐUOVISNOST RAZLIČITIH INDIKATORA VITALITETA STABALA I NJIHOV ODZIV NA KLIMATSKE UVJETE NA PLOHI OBIČNE BUKVE (*FAGUS SYLVATICA* L.)

Mladen Ognjenović<sup>1</sup>, Tom Levanič<sup>2</sup>, Nenad Potočić<sup>1</sup>, Damir Ugarković<sup>3</sup>, Krunoslav Indir<sup>1</sup>, Ivan Seletković<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Međuovisnosti različitih uobičajenih indikatora vitaliteta obične bukve (osutost krošnje, stanje ishrane, širina goda), kao i njihove moguće ovisnosti o klimatskim uvjetima, istraživani su tijekom razdoblja od dvanaest godina u zreloj i zdravoj sastojini bukve na plohi intenzivnog motrenja br. 103 (Sljeme). Ploha se nalazi u sastojini bukve i jele (*Festuco drymeiae* – *Abietetum* Vukelić et Baričević 2007) na Medvednici, na 954 m nadmorske visine i južnoj ekspoziciji. Naši rezultati potvrđuju važnost temperature za osutost, jer visoke temperature tijekom proljetnih i ljetnih mjeseci utječu na porast osutosti. Isti negativan utjecaj je zabilježen u slučaju visokih maksimalnih temperatura i niske količine oborina u ljeto prethodne godine. Bukva je bila osobito osjetljiva na sušne godine ili natprosječno tople godine koje se pojavljuju u nizu. Ishrana bukovih stabala fosforom, kalcijem i magnezijem lošija je

u slučaju visokih temperatura tijekom ljeta tekuće godine, a poboljšava se porastom oborina. Također, u našem istraživanju utvrdili smo negativnu korelaciju koncentracije kalija u lišću sa širinom godova. Smatramo kako se ne radi o negativnom učinku kalija na rast bukve, već o posljedici slabijeg usvajanja kalcija u sušnim godinama. Visoke temperature u svibnju tekuće godine pozitivno utječu na prirast, dok široki raspon minimalnih temperatura tijekom ožujka i lipnja ima negativan učinak. Nije utvrđen izravan utjecaj oborina na širinu goda. Ukratko, visoke ljetne temperature i niske količine oborina negativno utječu, izravno ili neizravno, na sve istraživane indikatore, a kod osutosti i ishrane taj efekt može biti značajan i u sljedećoj godini.

**Ključne riječi:** osutost, stanje ishrane, širina goda, suša, vitalitet.

## INTERRELATIONS OF VARIOUS TREE VITALITY INDICATORS AND THEIR REACTION TO CLIMATIC CONDITIONS ON A EUROPEAN BEECH (*FAGUS SYLVATICA* L.) PLOT

Mladen Ognjenović<sup>1</sup>, Tom Levanič<sup>2</sup>, Nenad Potočić<sup>1</sup>, Damir Ugarković<sup>3</sup>, Krunoslav Indir<sup>1</sup>, Ivan Seletković<sup>1</sup>

### ABSTRACT

The relationships between various common beech vitality indicators (crown defoliation, foliar chemistry, radial growth) and their possible dependencies on climatic conditions were studied over 12 years in a mature and healthy beech stand on Medvednica. Intensive observation plot 103 (Sljeme) is located in a beech and fir stand (*Festuco drymeiae* – *Abietetum* Vukelić et Baričević 2007) at 954 m a.s.l. and with a southern exposure. Our results confirm the importance of temperature variables for defoliation, as high temperatures during spring and summer months induce the increase in defoliation. The same negative influence was observed with high maximum temperatures and low precipitation during the summer months of the previous year. Phosphorus, calcium and magnesium supply to beech trees suffers from high temperatures in summer of the current year and improves with more precipitation. High temperatures in May of the current year have a positive effect on radial growth of beech, while a wide range of minimum temperatures in March and June has a negative effect. In conclusion, high summer temperatures and low precipitation were shown to have a negative effect on all vitality indicators, and with defoliation and nutrition, this effect may persist into the following year.

**Keywords:** leaf defoliation, foliar nutrition, radial growth, drought, vitality.

<sup>1</sup> Hrvatski šumarski institut, Cvjetno naselje 41, 10 450 Jastrebarsko

<sup>2</sup> Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1 000 Ljubljana

<sup>3</sup> Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Svetošimunska cesta 25, 10 000 Zagreb  
mladeno@sumins.hr



<sup>1</sup> Croatian Forest Research Institute, Cvjetno naselje 41, 10 450 Jastrebarsko

<sup>2</sup> The Slovenian Forestry Institute, Večna pot 2, 1 000 Ljubljana

<sup>3</sup> University of Zagreb, Faculty of Forestry and Wood Technology, Svetošimunska cesta 25, 10 000 Zagreb

mladeno@sumins.hr

## ŠUMSKE ZAJEDNICE I STANIŠTA PITOMOG KESTENA (*CASTANEA SATIVA* MILL.) NA MEDVEDNICI – DINAMIKA FLORNOG SASTAVA

Jasnica Medak<sup>1</sup>, Ivana Sirovica<sup>1</sup>, Sanja Perić<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Pitomi kesten, kao sporedna vrsta drveća, na Medvednici zauzima značajne površine u obliku monokultura, mješovitih sastojina ali i pojedinačno, odnosno u manjim grupama. Za razliku od uvriježenog shvaćanja vrste koja raste na izrazito kiselim, dubokim tlima, najčešće u čistim šumama-panjačama ili u mješovitim s hrastom kitnjakom, na Medvednici nalazimo kesten u više opisanih šumskih zajednica, odnosno subasocijacija. Ove šumske zajednice razlikuju se međusobno kako po flornom sastavu, tako i stanišnim uvjetima. Acidofilne kestenove šume (*Quercus-Castanetum sativae* Horvat 1938) rastu na Medvednici, iznad Šestina, u predjelima Gračec, Pustodol, Brebak, Baćunski breg, Mrzljak i dr. Uglavnom su termofilnog i acidofilnog karaktera, rastu na strmijim nagibima, južnim ekspozicijama i na visinama najčešće 200-500 mnv. Pod značajnim antropogenim utjecajem kroz posljednjih stotinjak godina mijenjale su svoju strukturu, stanišne karakteristike i florni sastav. Mješovite šume pitomog kestena s prasećim zeljem (*Aposeri foetidae-Castanetum sativae* Medak 2009) predstavljaju mezofilne kestenove šume, koje na Medvednici rastu često iznad 500 mnv, na sjevernim i istočnim ekspozicijama te na blažim nagibima. Ova je zajednica mješovitog karaktera i predstavlja terminalnu razvojnu fazu kestenovih šuma u kontinentalnoj Hrvatskoj. Na Medvednici posebno lijepe sastojine rastu na području Markuševačke gore. Šume bukve i pitomog kestena (*Castaneo sativae-Fagetum* Marinček & Zupančič 1995), subasocijacija s jelom, raste na Medvednici u Bistranskoj i Stubičkoj gori, na nadmorskim visinama 400 do 700 m, južnim ekspozicijama na višim, a sjevernim na nižim visinama. Mješoviti sastav sloja drveća: kesten, jela, bukva, kitnjak i grab većim je dijelom odraz gospodarskih aktivnosti.

**Cljučne riječi:** pitomi kesten, Medvednica, šumske zajednice, sindinamika

<sup>1</sup> Hrvatski šumarski institut, Cvjetno naselje 41, 10 450 Jastrebarsko  
jasnam@sumins.hr



## FOREST COMMUNITIES AND HABITATS OF SWEET CHESTNUT (*CASTANEA SATIVA* MILL.) ON MEDVEDNICA – PLANT SPECIES DYNAMICS

Jasnica Medak<sup>1</sup>, Ivana Sirovica<sup>1</sup>, Sanja Perić<sup>1</sup>

### ABSTRACT

Sweet chestnut covers a significant area on Medvednica, either as a monoculture, a mixed forest community or a group of individual trees. Contrary to the common perception of the species that it grows on extremely acid, deep soils, mostly in pure coppice forests or in mixed stands with sessile oak, the chestnut on Medvednica occurs in several forest communities. These associations differ from each other, both in flora composition and habitat conditions.

Acidophilus chestnut forests (*Quercus-Castanetum sativae* Horvat 1938) grow on Medvednica, at sites above Šestine, in areas of Gračec, Pustodol, Brebak, Baćunski breg, Mrzljak, etc. They are mainly formed by thermophilic and acidophilic species growing on steeper slopes, southern exposures, usually 200-500 m above sea level. Under great anthropogenic influence in the last hundred years they have changed their structure, habitat characteristics and floral composition.

Mixed mesophilus-chestnut forests (*Aposeri foetidae-Castanetum sativae* Medak 2009) on Medvednica often grow above 500 m above sea level on northern and eastern exposures and less steep slopes. This community has a mixed character and represents the final phase of chestnut forest communities in continental Croatia. On Medvednica, particularly beautifully developed stands grow in the area of Markuševačka gora.

Beech and sweet chestnut forests (*Castaneo sativae-Fagetum* Marinček & Zupančič 1995), sub-association with fir, grow on Bistranska and Stubička gora (Medvednica), at altitudes from 400 to 700 m above sea level, with southern exposures at lower altitudes and northern exposures at higher altitudes. The mixed composition of the tree layer (chestnut, fir, sessile oak, beech and hornbeam) is most likely the result of forest management activities.

**Keywords:** sweet chestnut, Medvednica, forest communities, sindynamics.

<sup>1</sup> Croatian Forest Research Institute, Cvjetno naselje 41, 10 450 Jastrebarsko  
jasnam@sumins.hr

## METODOLOŠKI KONCEPT IZRADE PLANOVA ZAŠTITE, NJEGE I OBNOVE ŠUMA ZA NACIONALNE PARKOVE BRIJUNI, PLITVIČKA JEZERA, PAKLENICA I MLJET

Ivan Ljubić<sup>1</sup>, Denis Stojsavljević<sup>2</sup>, Ana Đanić<sup>1</sup>, Nela Jantol<sup>1</sup>, Branimir Radun<sup>1</sup>, Ivona Žiža<sup>1</sup>, Ivan Tomljenović<sup>1</sup>, Andreja Neferanović<sup>1</sup>, Vladimir Kušan<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Za šume i šumska zemljišta zaštićena u kategoriji nacionalnog parka i strogog rezervata, dvama zakonskim aktima (Zakon o šumama i Zakon o zaštiti prirode), predviđena je izrada i usvajanje Programa zaštite, njege i obnove šuma. Riječ je o dokumentu kojim se za razdoblje od 10 godina utvrđuju zahvati u šumama te šumskim zemljištima i koji ujedno predstavlja plan upravljanja ekološkom mrežom zaštićenog područja. Obnavlja se svakih 10 godina.

Od uspostave područja zaštićenih u sustavu ekološke mreže Natura 2000, u nacionalnim parkovima i strogim rezervatima Republike Hrvatske, nisu izrađeni i usvojeni Programi zaštite, njege i obnove šuma.

Programi zaštite, njege i obnove šuma integriraju radove gospodarenja šumama te očuvanja i zaštite ciljnih vrsta i stanišnih tipova, s težnjom postizanja ciljeva očuvanja za stanišne tipove i ciljne vrste zastupljene na šumskom području obuhvaćenom ekološkom mrežom Natura 2000.

Među ishodišnim i ključnim aktivnostima u organizaciji i pripremi za izradu programa je uspostava komplementarne metodologije terenskih radova izmjere (uređivanja) šuma te inventarizacije stanišnih tipova i ciljnih vrsta Natura 2000 ekološke mreže. Tijek pripremi radova, terenskih radova izmjere i inventarizacije šumskih ekosustava te primjena protokola za prikupljanje podataka u sklopu usmjerenih terenskih istraživanja ključnih značajki staništa ciljnih Natura 2000 vrsta i stanišnih tipova, opisani su u ovom radu. Priprema i uspostava metodologije izvođenja terenskih radova, ključna je za kvalitetnu provedbu inventarizacije šumskih ekosustava nacionalnih parkova i područja ekološke mreže Natura 2000.

**Ključne riječi:** nacionalni park, program zaštite, njege i obnove šuma, ekološka mreža Natura 2000, inventarizacija, stanišni tipovi, ciljne vrste.

## THE METHODOLOGICAL CONCEPT OF DEVELOPMENT FOREST PROTECTION, CARE AND RESTORATION PROGRAMS FOR BRIJUNI, PLITVICE LAKES, PAKLENICA AND MLJET NATIONAL PARKS

Ivan Ljubić<sup>1</sup>, Denis Stojsavljević<sup>2</sup>, Ana Đanić<sup>1</sup>, Nela Jantol<sup>1</sup>, Branimir Radun<sup>1</sup>, Ivona Žiža<sup>1</sup>, Ivan Tomljenović<sup>1</sup>, Andreja Neferanović<sup>1</sup>, Vladimir Kušan<sup>1</sup>

### ABSTRACT

The development and approval of Forest Protection, Care and Restoration Program, for forests and forest areas protected in the categories National Park and Strict Reserve are prescribed by two legal acts (the Forest Act and the Nature Protection Act). It is a document that regulates interventions in forests and forest areas for a period of 10 years and serves as Management Plan of the ecological network in the protected area. It is renewed every 10 years. Since the establishment of areas protected by the Natura 2000 ecological network, National Parks and Strict Reserves of the Republic of Croatia, have not developed and approved the Forest Protection, Care and Restoration Programs. Forest Protection, Care and Restoration Programs integrate forest management, conservation and protection of target species and habitat types and try to achieve the conservation objectives for habitat types and target species represented in the forest areas of the Natura 2000. Among the first and

most important activities in the organization and preparation of the program is the definition of a complementary methodology for fieldwork to survey and inventory forests, habitat types and target species of the Natura 2000 ecological network. This paper describes the preparatory work, the surveying and inventorying of forest ecosystems through fieldwork and the application of data collection protocols in targeted fieldwork focusing on the most important habitat features of Natura 2000 target species and habitat types. The preparation and definition of the methodology for conducting fieldwork is crucial for the high quality implementation of the inventory of forest ecosystems of National Parks and areas of the Natura 2000 ecological network.

**Keywords:** National Park, Forest Protection, Care and Restoration Program, Natura 2000 ecological network, inventory, habitat types, target species.

<sup>1</sup> Oikon d.o.o. – Institut za primijenjenu ekologiju, Trg senjskih uskoka 1-2, 10 020 Zagreb

<sup>2</sup> Pro Silva d.o.o., Trg senjskih uskoka 1-2, 10 020 Zagreb  
iljubic@oikon.hr

<sup>1</sup> Oikon Ltd. – Institute of Applied Ecology, Trg senjskih uskoka 1-2, 10 020 Zagreb

<sup>2</sup> Pro Silva Ltd., Trg senjskih uskoka 1-2, 10 020 Zagreb  
iljubic@oikon.hr

## ŠUME CRNE JOHE S BLIJEDOŽUČKASTIM ŠAŠEM (*CARICI BRIZOIDIS-ALNETUM GLUTINOSAE* HT. 1938) U JUŽNOM DIJELU PARKA PRIRODE MEDVEDNICA

Ivana Plišo Vusić<sup>1</sup>, Joso Vukelić<sup>2</sup>

### SAŽETAK

U radu su predstavljeni rezultati istraživanja sastojina crne johe u južnom dijelu Parka prirode Medvednica. One se uglavnom rasprostiru uz više vodotoka, od Dubravice na zapadu do Kašine na istoku. Fitocenološka snimanja provedena su na lokalitetima Jambrišakovo vrelo te uz potok Bidrovec. Utvrdili smo da sastojine crne johe pripadaju asocijaciji *Carici brizoidis-Alnetum glutinosae* Ht. 1938, koja prema Nacionalnoj klasifikaciji staništa Republike Hrvatske odgovara tipu E.2.1.3. Budući da su stanišni tipovi određeni na fitocenološkim principima i predstavljaju šumske zajednice, u istraživanjima je korištena metodologija ciriško-monpelješke ili standardne srednjoeuropske škole (*Braun-Blanquet* 1964), na kojoj se zasniva i Nacionalna klasifikacija staništa Republike Hrvatske. Florni sastav asocijacije prikazan je na temelju 5 vlastitih snimaka u kojima je evidentirano 119 vrsta višega bilja. To je bogat i raznovrstan florni sastav jer u sebi uključuje vrste poplavnih i mokrih staništa, ali i mezofite s okolnih obronaka koji se spuštaju u sam stanišni tip. U sloju drveća crna joha apsolutno prevladava, a pojedinačno zastupljeni obični grab je češći od hrasta kitnjaka. S ekološko-sociološkog stajališta u ovom tipu su značajne dvije skupine vrsta: to su s jedne strane hidrofilne vrste vlažnih i povremeno plavljenih staništa (*Deschampsia cespitosa*, *Caltha palustris*, *Festuca gigantea*, *Cardamine impatiens*, *Filipendula ulmaria*, *Myosotis scorpioides*, *Cirsium oleraceum*, *Carex remota*, *Dryopteris carthusiana*, *Iris pseudacorus*, *Equisetum arvense*, *Carex pendula*, *Rumex sanguineus*, *Cardamine pratensis* i *Angelica sylvestris*) i s druge strane mezofilne vrste suših terena koje su obilnije rasprostranjene u zonalnoj vegetaciji i okolnim šumskim zajednicama (*Carpinus betulus*, *Acer campestre*,

*A. pseudoplatanus*, *Ligustrum vulgare*, *Asarum europaeum*, *Symphytum tuberosum*, *Anemone nemorosa*, *Hedera helix*, *Lamium galeobdolon*, *Cardamine bulbifera*, *Carex sylvatica*, *Pulmonaria officinalis* i druge). Ovaj stanišni tip pripada Natura 2000 kategoriji pod kodom 91E0\*. On je prioritetni europski stanišni tip, a obuhvaća šire rasprostranjena europska povremeno poplavna i mokra staništa na aluvijalnim nanosima s glavnim vrstama *Alnus glutinosa* i *Fraxinus excelsior*.

**Ključne riječi:** *Carici brizoidis-Alnetum glutinosae* Ht. 1938, NKS – E.2.1.3. tip, fitocenološke značajke, PP Medvednica

<sup>1</sup> Gradski ured za prostorno uređenje, izgradnju Grada, graditeljstvo, komunalne poslove i promet, Trg S. Radića 1, 10 000 Zagreb

<sup>2</sup> Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvene tehnologije, Svetošimunska 25, 10 000 Zagreb  
ipliso@gmail.com / jvukelic@sumfak.hr

## BLACK ALDER FORESTS WITH QUAKING SEDGE (*Carici brizoidis-Alnetum glutinosae* Ht. 1938) IN THE SOUTHERN PART OF MEDVEDNICA NATURE PARK

Ivana Plišo Vusić<sup>1</sup>, Joso Vukelić<sup>2</sup>

### ABSTRACT

This study included black alder forests in the southern part of Medvednica Nature Park, mainly along the watercourses of the studied area. They spread mainly along several watercourses, from Dubravica in the west to Kašina in the east. Phytocenological recordings were made at the localities of Jambrišakovo vrelo and along the Bidrovec stream. We found that the black alder forests belong to the association *Carici brizoidis-Alnetum glutinosae* Ht. 1938, which according to the National Habitat Classification of the Republic of Croatia corresponds to E.2.1.3. type. Since the habitat types are determined on phytocenological principles and represent forest communities, the survey was based on the methodology of Zurich-Montpellier or standard Central European school, which is the basis of National Habitat Classification of the Republic of Croatia. The surveys and descriptions of phytocenoses were carried out according to the principles of Central European Phytocenological School (*Braun-Blanquet* 1964), where vegetation units were represented according to the National Habitat Classification and other relevant classifications used in Europe. The floral composition of the association is presented on the basis of 5 personal records that documented 119 species of higher plants. It is a rich and diverse floral composition, as it includes types from flooded and wet habitats, but also mesophytes from the surrounding slopes that descend into the habitat type itself. In the tree layer, black alder is absolutely dominant, and the individually represented hornbeam is more common than sessile oak. From an ecological-sociological point of view, two groups of species are important in this type: firstly, hydro-fit species of wet and occasionally flooded habitats (*Deschampsia cespitosa*, *Caltha palustris*, *Festuca gigantea*, *Cardamine impatiens*,

*Filipendula ulmaria*, *Myosotis scorpioides*, *Cirsium oleraceum*, *Carex Dryopteris carthusiana*, *Iris pseudacorus*, *Equisetum arvense*, *Carex pendula*, *Rumex sanguineus*, *Cardamine pratensis* and *Angelica sylvestris*) and, on the other hand, mesophilous species of arid areas more abundant in the zonal vegetation and surrounding forest communities (*Carpinus betulus*, *Acerig pseplatumre*, *A. vulgare*, *Asarum europaeum*, *Symphytum tuberosum*, *Anemone nemorosa*, *Hedera helix*, *Lamium galeobdolon*, *Cardamine bulbifera*, *Carex sylvatica*, *Pulmonaria officinalis* and others). This habitat type belongs to the Natura 2000 category under code 91E0\*. It is a European preferred habitat type and includes widespread European intermittent floodplain and wetland habitats on alluvial deposits with the main species *Alnus glutinosa* and *Fraxinus excelsior*.

**Keywords:** *Carici brizoidis-Alnetum glutinosae* Ht. 1938, NHC – E.2.1.3. type, phytocenological characteristics, Medvednica Nature Park.

<sup>1</sup> City Office for Physical Planning, Construction of the City, Utility Services and Transport, Trg S. Radića 1, 10 000 Zagreb

<sup>2</sup> University of Zagreb, Faculty of Forestry and Wood Technology, Svetošimunska 25, 10 000 Zagreb  
ipliso@gmail.com / jvukelic@sumfak.hr

## MOGUĆNOST PRIMJENE BLIZUPREDMETNIH DALJINSKIH ISTRAŽIVANJA U GOSPODARENJU I UPRAVLJANJU ŠUMAMA

Luka Jurjević<sup>1</sup>, Ivan Balenović<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Metode daljinskih istraživanja danas predstavljaju jedan od najvažnijih načina prikupljanja prostornih podataka u mnogim gospodarskim djelatnostima. Primjenom metoda daljinskih istraživanja moguće je prikupiti veliku količinu prostornih podataka visoke kvalitete u vrlo kratkom vremenu, čime je moguće ostvariti značajne uštede u vremenu i novcu. Stoga je i u šumarskoj znanosti i praksi prepoznat potencijal metoda daljinskih istraživanja te se unazad dvadesetak godina provode brojna istraživanja. Konstantan napredak tehnologije, a ponajprije razvoj i minijaturizacija različitih vrsta senzora, u novije vrijeme je značajno utjecao i na razvoj tzv. blizupredmetnih daljinskih istraživanja. Za razliku od satelitskih ili avionskih daljinskih istraživanja, blizupredmetna daljinska istraživanja obuhvaćaju tehnologije prikupljanja podataka iz značajno manjih udaljenosti, poput bespilotnih letjelica (dronova) te različitih terestričkih platformi (mobilnih ili statičkih). Bespilotne letjelice trenutno zauzimaju veliki interes u šumarskoj znanosti i praksi diljem svijeta budući da iste predstavljaju potencijalno rješenje kada je u kratkom vremenu potrebno sakupiti pouzdane informacije s relativno malih površina. Naime, bespilotne letjelice opremljene kvalitetnim sensorima (GPS, RGB i multispektralne kamere, LiDAR) omogućavaju pridobivanje prostornih podataka visokih geometrijskih (prostornih) i spektralnih rezolucija. Iz prikupljenih podataka moguće je izraditi niz proizvoda (3D oblak točaka, digitalni modeli površine, reljefa i visine krošanja, digitalni ortofoto, razni vegetacijski indeksi, itd.) koji se potom mogu koristiti u različitim geoprostornim analizama šumskih sastojina, izmjeri šuma, procjeni zdravstvenog stanja itd. Nadalje, sve veću pozornost zauzimaju i terestrički laserski skeneri (npr. mobilni, ručni, statički) koji na brz i efektan

način prikupljaju veliku količinu visoko preciznih 3D podataka (oblak točaka) te omogućuju detaljnu rekonstrukciju i izmjeru pojedinačnih stabala. Svrha ovog predavanja je prezentirati različite tehnologije blizupredmetnih daljinskih istraživanja, te mogućnostima njihove primjene u upravljanju i gospodarenju šumama. Predavanje će se temeljiti na saznanjima i rezultatima provedenih i aktualnih znanstvenih i stručnih istraživanja.

**Ključne riječi:** *bespilotne letjelice, terestrički laserski skeneri, izmjera i monitoring šuma.*

<sup>1</sup> Hrvatski šumarski institut, Zavod za uređivanje šuma i šumarsku ekonomiku, Trnjanska cesta 35, 10 000 Zagreb  
ivanb@sumins.hr

## APPLICABILITY OF CLOSE-RANGE REMOTE SENSING TECHNOLOGIES IN FOREST MANAGEMENT

Luka Jurjević<sup>1</sup>, Ivan Balenović<sup>1</sup>

### ABSTRACT

Remote sensing is one of the most important technologies for acquiring spatial information that can be used in a wide range of applications. Remote sensing enables the acquisition of a large amount of high quality spatial data in a relatively short period of time, resulting in significant time and cost savings. The potential of remote sensing has been recognized by both forest science and practitioners and several studies have been conducted over the last twenty years. The continuous technological development and improvement of sensors and processing algorithms have resulted in bringing remote sensing technologies closer to the earth's surface, i.e. the development of the close-range remote sensing. Compared to satellite and aerial remote sensing, close-range remote sensing refers to technologies that aim to collect spatial data from significantly closer distances to the object of interest, such as Unmanned Aerial Systems (UAS) and various terrestrial Light Detection And Ranging (LiDAR) sensors. Unmanned aerial systems are currently the focus of forest science and practice worldwide, as they provide an efficient solution for data collection when reliable and highly accurate data are required. Indeed, UAS can be equipped with high-quality sensors (GNSS, RGB, multispectral, hyperspectral, thermal cameras and LiDAR) capable of acquiring data with high spatial and spectral resolution. UAS data enable the production of a variety of deliverables (3D point cloud, digital terrain and surface model, orthophoto, vegetation indices) that can be used in various geospatial analyzes of forest systems, forest inventory, health assessment and monitoring, etc. Moreover, in addition to UAS systems, terrestrial laser systems (e.g., mobile, handheld, static) are also recognized as an efficient approach to acquire 3D data (point clouds) with high quality and density, which can

be used for detailed reconstruction and assessment of three attributes. The aim of this presentation is to introduce different close range remote sensing technologies and their potential applications in forest management. The presentation is based on the findings and results of current and recent scientific and professional studies.

**Keywords:** *Unmanned Aerial Systems, terrestrial laser systems, forest mensuration and monitoring.*

<sup>1</sup> Croatian Forest Research Institute, Division for Forest Management and Forestry Economics, Trnjanska cesta 35, 10 000 Zagreb  
ivanb@sumins.hr

## PROMJENE U LISTANJU ŠUMA MEDVEDNICE U RAZDOBLJU 2000. - 2020. TEMELJENE NA SATELITSKIM OPAŽANJIMA NDVI POMOĆU MODIS-A

Hrvoje Marjanović<sup>1</sup>, Anikó Kern<sup>2</sup>, Mislav Anić<sup>3</sup>

### SAŽETAK

Početak listanja označava početak jednog od kritičnih razdoblja u rastu biljaka kontinentalnog pojasa zbog mogućnosti štete od mraza. Usljed globalnog zagrijavanja i smanjenja razlike između temperature ekvatora i polova, sjeverni polazni vrtlog slabi što dovodi do povećanog meandriranja polarne mlazne struje i učestalijih prodora vrlo hladnih zračnih masa na jug u proljeće. Klimatske promjene kojima su izložene šume Parka prirode Medvednica pojačava učinak urbanog toplinskog otoka područja grada Zagreba.

Cilj rada je utvrditi promjene u početku i dinamici listanja Medvednice u razdoblju 2000. – 2020. godine. Pri određivanju kritičnih trenutaka listanja korišten je NDVI indeks dobiven satelitskim opažanjima spektrometrom umjerene rezolucije (MODIS) u razlučivosti od 250 m. Početak vegetacijske sezone (SOS) definiran je trenutkom kada indeks NDVI dosegne 20 % iznad minimalne vrijednosti (NDVI20) pojedinog piksela i približno odgovara vremenu kada je najveći dio pupova otvoren, dok je kraj ozelenjavanja (EOG) definiran trenutkom kada je NDVI dosegnuo 80 % iznad minimalne vrijednosti (NDVI80) i odgovara vremenu kada je većina listova potpuno formirana.

U razdoblju 2000. - 2020. godine višestrukum linearnom regresijom analizirani su trendovi NDVI20, NDVI80, SOS, EOG i trajanja listanja (GUD) na području Medvednice uzimajući u obzir nadmorsku visinu i dominantnu vrstu drveća. Uz značajnost  $P < 0,01$ , rezultati pokazuju da je došlo do blagog porasta NDVI20 od 0,3 % godišnje, te 0,1 % godišnje za NDVI80, što ukazuje da Medvednica postaje više zelena tijekom kasne zime. Listanje u prosjeku započinje sve kasnije uz trend SOS od 0,12 dan god<sup>-1</sup>, ali isključivo

zbog obične bukve (*F. sylvatica*, 0,13 dan god<sup>-1</sup>), dok kod drugih listopadnih vrsta trend nije značajan. Kašnjenje u početku listanja možda se može pripisati smanjenju broja hladnih dana u vrijeme mirovanja vegetacije koji su potrebni za prekid dormantnosti i početak listanja, a do kojeg dolazi zbog zatopljenja. Nasuprot tome, kraj listanja kod svih promatranih vrsta drveća nastupa sve ranije uz prosječan trend EOG od -0,18 dan god<sup>-1</sup> (*F. sylvatica* and *Q. pubescens*, -0,17, *Q. cerris*, -0,21, *Q. petrea* i *Castanea sativa*, 0,23 dan god<sup>-1</sup>). Slijedom toga, vrijeme trajanja listanja se u promatranom 21-godišnjem razdoblju prosječno skratilo za 6,5 dana.

Dobiveni rezultati ukazuju na kompleksnost procesa listanja koji se razlikuje među pojedinim vrstama drveća. Modeli listanja koji se koriste u modeliranju učinaka promjene klime trebali bi u obzir uzeti uočene razlike među vrstama, ukoliko ih se koristi pri modeliranju pogodnosti buduće klime za određenu vrstu drveća na nekom području.

**Cljučne riječi:** fenologija, listanje, listopadne šume, klimatske promjene, MODIS, NDVI, Medvednica.

<sup>1</sup> Hrvatski šumarski institut, Cvjetno naselje 41, 10 450 Jastrebarsko

<sup>2</sup> Department of Geophysics and Space Sciences, Eötvös Loránd University, Pázmány P. st. 1 / A, Budapest H-1117, Hungary

<sup>3</sup> Državni hidrometeorološki zavod, Ravnice 48, 10 000 Zagreb  
hrvojem@sumins.hr

## CHANGES IN THE GREENING OF THE FORESTS OF MEDVEDNICA IN THE PERIOD 2000-2020 BASED ON THE SPACE-BASED OBSERVATION OF THE NDVI WITH MODIS

Hrvoje Marjanović<sup>1</sup>, Anikó Kern<sup>2</sup>, Mislav Anić<sup>3</sup>

### ABSTRACT

The onset of bud break marks the beginning of one of the critical periods in the growth of plants of the continental region due to the possibility of frost damage. Global warming and the reduction of the temperature difference between the equator and the poles led to a weakening of the northern circumpolar vortex, resulting in increased meandering of the polar jet stream and more frequent penetration of very cold air masses into the south in spring. The climate change to which the forests of Medvednica Nature Park are exposed is amplified by the urban heat island effect of the Zagreb metropolitan area.

The aim of this paper is to investigate the changes at the beginning and the dynamics of greening of the forests of Medvednica in the period 2000-2020. In determining the critical period of leaf development, we used the NDVI index obtained by satellite observations with the Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) at 250 m resolution. The beginning of the growing season (SOS) was defined as the time when the NDVI index reached 20 % above the minimum NDVI value (NDVI20) of each pixel, corresponding to a time when the majority of buds opened. End of greening (EOG) is defined by the time when NDVI reached 80 % above the minimum NDVI value (NDVI80), corresponding to a time when the majority of leaves have been fully formed. In the period 2000-2020, the trends of NDVI20, NDVI80, SOS, EOG, greening duration (GUD) of the forests of Medvednica were analysed by multiple linear regression, taking into account the altitude and the dominant tree species. With a significance of  $P < 0.01$ , the results show that there was a slight increase in NDVI20 of 0.3 % per year and 0.1 % in NDVI80, indicating that Medvednica becomes slightly greener in late

winter. On average, leaf begins later, with SOS trend of 0.12 days yr<sup>-1</sup>, but only due to common beech (*F. sylvatica*, 0.13 days yr<sup>-1</sup>), while for other deciduous species the trend is not significant. As a consequence of global and local warming, the delay in bud burst may be caused by the reduction in the number of cold days, resulting in a delay in meeting the cold demand required to terminate dormancy. In contrast, the end of budbreak occurs earlier in all species, with an average EOG trend of -0.18 days yr<sup>-1</sup> (*F. sylvatica* and *Q. pubescens*; -0.17; *Q. cerris*, 0.21; *Q. petrea* and *Castanea sativa*; -0.23 day yr<sup>-1</sup>). Consequently, the duration of leaf development was reduced by an average of 6.5 days during the 21 years of observation.

The results obtained confirm the complexity of the processes of bud burst and leaf development in trees, which differ among species. Phenology models used to model the effects of climate change should take into account the observed differences between species when used to model future climate suitability for a given tree species in a given area.

**Keywords:** phenology, bud break, deciduous forests, climate change, MODIS, NDVI, Mount Medvednica.

<sup>1</sup> Croatian Forest Research Institute, Cvjetno naselje 41, 10 450 Jastrebarsko

<sup>2</sup> Department of Geophysics and Space Sciences, Eötvös Loránd University, Pázmány P. st. 1 / A, Budapest H-1117, Hungary

<sup>3</sup> Croatian Meteorological and Hydrological Service, Ravnice 48, 10 000 Zagreb  
hrvojem@sumins.hr



REPUBLIKA HRVATSKA  
Ministarstvo gospodarstva  
i održivog razvoja



HRVATSKA KOMORA  
INŽENJERA ŠUMARSTVA  
I DRVNE TEHNOLOGIJE



ZELENI PRSTEN  
Zagrebačke županije



ZAGORJE  
ZELENO

IRMO

Institut za razvoj i međunarodne odnose  
Institute for Development and International Relations



Croatian Forest Research Institute  
HRVATSKI ŠUMARSKI INSTITUT



zagrebačka  
škola ekonomije  
i managementa  
zagreb school  
of economics  
and management



HRVATSKE  
ŠUME