

# KNJIGA SAŽETAKA

Stručno-znanstvena  
konferencija o urbanoj i  
periurbanoj prirodi  
2026.

*Maksimalno  
na strani prirode*

# Sadržaj

Usmena izlaganja		str.
U1	<b>#NekiToVoleNeuredno</b> Toni Koren, Ana Štih Koren, Biljana Janev Hutinec, Lana Jelić	7
U2	<b>Dobri susjedi koje (ne)volimo, a čuvaju nas i noću i danju</b> Daniela Hamidović, Mladen Zadavec, Vlatka Dumbović Mazal	9
U3	<b>Okolišna DNA kao alat za monitoring bioraznolikosti u urbanim ekosustavima</b> Matej Vucić, Thomas Baudry, Biljana Janev Hutinec, Lana Jelić, Irina Zupan, Željko Pavlinec, Ana Galov, Goran Klobučar, Dušan Jelić, Ana Birtić, Karmela Adžić	11
U4	<b>Analiza stanja šumskih sastojina na području SPA Maksimir i preporuke za daljnje upravljanje</b> Stjepan Mikac, Domagoj Trlin, Darko Bakšić, Marko Orešković, Iva Šikić Vargašević, Tajana Kruhac, Luka Prša, Laura Miketin	13
U5	<b>Dva desetljeća istraživanja ornitofaune Maksimira</b> Jelena Kralj, Vesna Tutiš, Davor Čiković, Sanja Barišić, Louie Taylor, Tomislav Klanfar	15
U6	<b>Između nasljeđa i sukcesije: krajobrazna studija kao alat upravljanja Značajnim krajobrazom Goranec</b> Kristina Komšo, Ema Grbčić, Zrinka Mesić, Tonko Megyery, Marta Rogošić, Ana Đanić, Nela Jantol, Ivan Tekić, Josipa Golomboš, Tena Birov, Dragan Bukovec	17
U7	<b>Integracija rješenja temeljenih na prirodi u strateške i upravljačke dokumente prilagodbe urbanih i peri urbanih cjelina klimatskim promjenama</b> Izidora Marković Vukadin, Mira Zovko, Leona Matotek, Hrvoje Matakovićw	19
U8	<b>Suvremena hortikultura i održavanje javnih zelenih površina u Berlinu (Njemačka)</b> Kruno Pekas	21
U9	<b>Planiranje i projektiranje urbane prirode Zagreba u studentskim projektima – Multidisciplinarna nastavna suradnja integracijom konceptata perivojnog oblikovanja i urbane ekologije</b> Tamara Zaninović, Ana Sopina, Mirela Sertić Perić	22
U10	<b>Kako posjetitelji koriste park Maksimir? Prostorna analiza na osnovu PPGIS-a</b> Silvija Krajter Ostoić, Martina Kičić, Dora Kosijer Gorički, Dijana Vuletić	24
U11	<b>Istraživanje travnjačkih staništa na periurbanom području Značajnog krajobraza Goranec i ekološke mreže HR 2001298 Vejalnica i Krč za potrebe obnove staništa</b> Zrinka Mesić; Tonko Megyery; Hrvoje Kutnjak, Marta Rogošić, Jelena Mlinarec, Nela Jantol	26
U12	<b>Ima li u gradu mjesta za njih?</b> Lana Jelić, Biljana Janev Hutinec, Irina Zupan, Saša Banić, Matej Vucić, Karmela Adžić, Ivana Maguire	28
U13	<b>Uklanjanje invazivnih crvenouhих kornjača (<i>Trachemys scripta elegans</i>) iz jezera Luščić u centru Karlovca</b> Krešimir Kuri, Goran Jakšić, Marijan Mrljak, Nikolina Boić, Margarita Maruškić Kulaš, Marin Jarnjak	30
U14	<b>Uspostava eDNA referentnog početnog stanja za upravljanje invazivnom crvenouhom kornjačom u Zagrebu</b> Matej Vucić, Thomas Baudry, Biljana Janev Hutinec, Lana Jelić, Irina Zupan, Goran Klobučar, Dušan Jelić, Ana Birtić, Iva Lovrić, Karmela Adžić	32

<b>Usmena izlaganja</b>		<b>str.</b>
<b>U15</b>	<b>Čiope u gradovima</b> Dubravko Dender, Iva Šoštarić, Zdravko Budimir, Melani Glavinić	34
<b>U16</b>	<b>Urbana zelena infrastruktura grada Zagreba – usporedba dviju gradskih četvrti</b> Klara Kranjčec, Perina Žanetić	36
<b>U17</b>	<b>Posljedice građevinskih radova u urbanim područjima na stabala u gradovima</b> Iva Šikić Vargašević, Iva Ištok Pandur, Vinko Paulić	38
<b>U18</b>	<b>Aktivne mjere očuvanja šumskih ekosustava u urbanim i periurbanim područjima Grada Zagreba</b> Damir Miškulin, Nives Salopek, Matea Vuković, Tihana Pavelić	40
<b>U19</b>	<b>Urbane šume Grada Zagreba na ispitu: Ocjena ekološkog stanja i bioraznolikosti šuma Novoselec i Zelengaj</b> Miha Jurić, Sara Essert, Biljana Janev Hutinec, Dario Hruševar	42
<b>U20</b>	<b>Važnost urbane biljne raznolikosti - primjer parka Maksimir</b> Božena Mitić, Suzana Buzjak, Renata Šoštarić, Mirjana Vrbek, Dario Hruševar	44
<b>U21</b>	<b>Učinci odgođene košnje cvjetnih livada na bioraznolikost biljaka i oprašivača u gradu Zagrebu</b> Lucia Perković, Jurica Tadić, Ivan Lakuš, Lara Božičević, Matko Bišćan, Barbara Tomičević	46
<b>U22</b>	<b>Planiranje očuvanja oprašivača u gradovima: ciljevi i prvi koraci projekta Zoo LIFE Pollinators</b> Maja Jurić, Ana Milković Opašić	48
<b>U23</b>	<b>Uloga šišmiša u urbanim ekosustavima pod utjecajem klimatskih promjena</b> Tea Hutten, Stjepan Renje, Marta Renje, Amalia Brkić, Mirna Mazija	50
<b>U24</b>	<b>Skriveni centri endemizma u subtermalnim podzemnim vodama grada Zagreba</b> Sanja Gottstein	52
<b>U25</b>	<b>Plitka urbana jezera i zooplankton: otpornost i mogućnosti oporavaka na okolišne stresore</b> Maria Špoljar, Tvrtko Dražina, Ivana Padovan, Matej Faller	54
<b>U26</b>	<b>Periurbane šume kao element urbanih klimatskih politika – ciljevi, smjernice i neki uspješni primjeri</b> Ivan Martinić	55
<b>U27</b>	<b>Prostorna analiza zagrebačkih srednjih škola i percepcija usluga ekosustava školskog okruženja među učenicima i nastavnicima</b> Ana Erić, Mirela Sertić Perić, Tamara Zaninović	57
<b>U28</b>	<b>Doživljeni park Maksimir: prostor, mjesto i praksa u iskustvu i percepciji zaposlenika i dionika</b> Nika Dolenc, Aleksandar Tomaš	59
<b>U29</b>	<b>Intervencije za hvatanje i izmještanje zmija u Hrvatskoj (2018. – 2025.)</b> Mladen Zadravec	61
<b>U30</b>	<b>Dugoročno očuvanje vukova u krajolicima Europe kojima dominiraju ljudi – razumijevanje što privlači vukove u urbana područja</b> Josip Kusak, Dario Hipolito, Krešimir Severin, Maja Popović, Daniel Špoljarić, Lana Pađen, Magdalena Palić, Neška Vukšić Končevski, Andrea Solić	63

Posterska izlaganja		str.
P1	<b>Kornjaši maksimirskih travnjaka: Između urbane dinamike i prirodne očuvanosti</b> Boris Lauš, Luka Petrokov, Tomislav Gojak, Anja Neduk, Ivona Burić	66
P2	<b>Procjena zajednice gljiva s naglaskom na mikorizu orhideja iz uzoraka tla na lokalitetima Goranec, Vejalnica i Krč</b> Matej Vucić, Karmela Adžić, Biljana Janev Hutinec, Irina Zupan, Lana Jelić, Thomas Baudry	68
P3	<b>Askomiceti kao mikobioindikator starih mezofilnih hrastovih šuma u Hrvatskoj</b> Neven Matočec, Ivana Kušan	70
P4	<b>Aktivnosti urbanih populacija divljači Parka Prirode Medvednica</b> Ivan Juraj Čehulić; Vid Šarić; Denis Tomić; Luka Hodak; Karlo Bukal; Linda Bjedov	72
P5	<b>Filogenetske i biološke značajke populacije potočnog raka u potoku Goranec (Zagreb)</b> Lana Jelić, Eva Janeković, Matej Vucić, Sandra Hudina, Biljana Janev Hutinec, Irina Zupan, Ivana Maguire	74
P6	<b>Preferencija stabala i staništa urbanih vrana u Zagrebu</b> Louie Taylor, Biljana Ječmenica, Katarina Horvat, Sanjin Hadžalić, Iva Šoštarić	76
P7	<b>Značajni krajobraz Savica: Preliminarni uvid u faunu kornjaša i važnost saproksilnih vrsta</b> Luka Petrokov, Boris Lauš, Ivona Burić	78
P8	<b>Detekcija sastava ihtiofaune korištenjem eDNA metabarkodiranja u jezerima Maksimir, jezerima Savica i rijeci Savi, Zagreb</b> Karmela Adžić, Thomas Baudry, Lana Jelić, Biljana Janev Hutinec, Željko Pavlinec, Ana Galov, Goran Klobučar, Dušan Jelić, Matej Vucić	80
P9	<b>Fauna ptica Značajnog krajobrazu Goranec</b> Tomislav Klanfar, Jelena Kralj, Vesna Tutiš, Davor Ćiković, Louie Thomas Taylor, Sanja Barišić	82
P10	<b>Ne broje se svi cvjetovi jednako: nadopuna rasprostranjenosti i prostorna koncentracija cvatnje vrste <i>Anemone sylvestris</i> u istočnom Prigorju</b> Mladen Zadravec, Vesna Zadravec, Mario Zadravec	84
P11	<b>Izgradi dobro i razmnožit će se: dugoročni odgovor šumske smeđe žabe (<i>Rana dalmatina</i>) na stvaranje umjetnih lokvi</b> Mladen Zadravec, Mario Zadravec, Vesna Zadravec	86
P12	<b>Zooplankton kao pokazatelj trofičkog stanja urbanih jezera grada Zagreba</b> Ivana Padovan, Tvrtko Dražina, Maria Špoljar	88
P13	<b>Ekološka obilježja urbanog poluprirodnog močvarnog sustava Savica (Zagreb): Makrozoobentos i sezonske promjene masnih kiselina bazalnih izvora hrane</b> Tomislava Bužan, Ivana Flanjak, Sanja Gottstein, Mirela Sertić Perić	90
P14	<b>Odumiranje stabala u urbanim šumama grada Zagreba: analiza trendova</b> Ivana Medved, Damir Ugarković, Kristijan Maričić, Maja Sabljak	92
P15	<b>Analiza uspješnosti sanacija vjetroizvala u državnim šumama na području Parka prirode Medvednica</b> Damir Miškulin, Nives Salopek, Dalibor Babić, Matea Vuković, Tihana Pavelić	94

<b>Posterska izlaganja</b>		<b>str.</b>
<b>P16</b>	<b>Primjena prirodnih mjera za zadržavanje vode u SPA Maksimir</b> Renata Vidaković Šutić, Irina Zupan, Biljana Janev Hutinec, Lana Jelić	96
<b>P17</b>	<b>RESTORIVER-Obnova riječnih obala i riparijskih područja duž Dunava i njegovih pritoka u Dunavskoj regiji izmijenjenih ljudskim intervencijama, s ciljem jačanja klimatske otpornosti i prirodnog zadržavanja vode</b> Ida Čarnohorski, Irina Zupan, Biljana Janev Hutinec, Snježana Malić Limari, Lana Jelić	98
<b>P18</b>	<b>Šume hrane - doprinos povećanju bioraznolikosti i smanjenju negativnih posljedica klimatskih promjena u urbanim sredinama</b> Petra Boić Petrač, Ida Čarnohorski, Snježana Malić Limari	100
<b>P19</b>	<b>Priroda u gradu</b> Tomica Štivić	102
<b>P20</b>	<b>Evolucija krajobraza Međimurja: primjeri aktualnih promjena u kontekstu zaštite prirode</b> Mihaela Mesarić	104
<b>P21</b>	<b>Nova perspektiva obnove staništa: Što donosi CLIMANATRES?</b> Miran Lanščak, Luka Basrek, Tatjana Masten Milek	105
<b>P22</b>	<b>Park prirode Medvednica – UNESCO Geopark</b> Tajana Ban Ćurić, Suzana Kavčić, Martina Belović Kelemen, Marina Popijač	107
<b>P23</b>	<b>Sudbina poljskog jasena: ima li nade?</b> Linda Bjedov, Jelena Kranjec Orlović, Marko Vucelj, Danko Diminić	109

# Usmena izlaganja



## #NekiToVoleNeuredno

## #SomeLikeItUntidy

**Toni Koren**<sup>1</sup>, Ana Štih Koren<sup>1</sup>, **Biljana Janev Hutinec**<sup>2</sup>, Lana Jelić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Udruga Hyla / Hyla Association, Lipovac I, br. 7, 10 000 Zagreb, Hrvatska; koren.toni1@gmail.com; ana.stih@hhdhyla.hr

<sup>2</sup>Javna ustanova Priroda Grada Zagreba / Public institution Zagreb City Nature, Maksimirski perivoj 1, 10000 Zagreb, Hrvatska; biljana.janev-hutinec@prirodazagreb.hr; lana.jelic@prirodazagreb.hr

Javna ustanova Priroda Grada Zagreba u Spomeniku parkovne arhitekture Park Maksimir provodi niz konkretnih mjera usmjerenih na očuvanje funkcionalne bioraznolikosti, uključujući režim odgođene košnje te ostavljanje i inventarizaciju mrtvih drvnih ostataka i veteranskih stabala. U uvjetima sve češćih ekstremnih vremenskih nepogoda i masovnih vjetroizvala, upravljanje parkom uključuje procjenu sigurnosti posjetitelja, dok se mrtvi drveni ostaci, neovisno o uzrocima nastanka, sustavno zadržavaju kao strukturni i funkcionalni element ekosustava, čime se osigurava i raznolikost staništa u urbanoj sredini. Analiza stavova posjetitelja Parka Maksimir pokazala je visoku razinu prepoznavanja i prihvaćanja ovih mjera. Tijekom 2025. provedeno je cjelovito istraživanje faune oprašivača na 19 lokaliteta u parku. Utvrđena je snažna negativna povezanost između intenziteta košnje i bogatstva vrsta dnevnih leptira, pčela i cvjetnih muha, uz istodobnu pozitivnu povezanost s raznolikošću cvatućih biljaka. Zabilježene su i rijetke saproksilne vrste cvjetnih muha, što dodatno potvrđuje važnost mrtvog drva i strukturne raznolikosti u gradskim ekosustavima. Rezultati potvrđuju da upravljačke mjere koje uključuju smanjen intenzitet košnje i zadržavanje mrtvih drvnih ostataka predstavljaju nužan preduvjet dugoročnog očuvanja bioraznolikosti u urbanim parkovima, dok istovremeno omogućuju sigurno i kvalitetno iskustvo posjetitelja. Ono što se ponekad doživljava kao “neuredno” pokazuje se ključnim za ekološku funkciju grada.

The conservation of biodiversity in urban and peri-urban areas requires management models that integrate visitor safety and high-quality recreational experiences with the preservation of natural processes. In the Monument of Park Architecture Park Maksimir, the Public Institution Nature of the City of Zagreb implements a range of concrete measures aimed at conserving functional biodiversity, including delayed mowing regimes as well as the retention and inventory of dead wood and veteran trees. Under conditions of increasingly frequent extreme weather events and large-scale windthrow, park management includes assessments of visitor safety, while dead wood, regardless of its origin, is systematically retained as a structural and functional element of the ecosystem, thereby ensuring habitat

diversity within an urban environment. An analysis of visitor attitudes in Park Maksimir has shown a high level of recognition and acceptance of these measures. In 2025, a comprehensive survey of pollinator fauna was conducted at 19 sites within the park. A strong negative relationship was identified between mowing intensity and species richness of butterflies, bees and hoverflies, alongside a positive relationship with the diversity of flowering plants. Rare saproxylic hoverfly species were also recorded, further confirming the importance of dead wood and structural diversity in urban ecosystems. The results demonstrate that management measures incorporating reduced mowing intensity and the retention of dead wood are a necessary prerequisite for the long-term conservation of biodiversity in urban parks, while simultaneously enabling a safe and high-quality visitor experience. What is sometimes perceived as “untidy” is shown to be essential for the ecological functioning of the city.

**Ključne riječi:** urbana bioraznolikost, Park Maksimir, intenzitet košnje, oprašivači

**Keywords:** urban biodiversity, Park Maksimir, mowing intensity, pollinators

## **Dobri susjedi koje (ne)volimo, a čuvaju nas i noću i danju**

### **Good neighbours that we (dis)like – but protect us night and day**

**Daniela Hamidović<sup>1</sup>, Mladen Zadravec<sup>1</sup>, Vlatka Dumbović Mazal<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Ministarstvo zaštite okoliša i zelene tranzicije, Zavod za zaštitu okoliša i prirode / Ministry of Environmental Protection and Green Transition, Institute for Environment and Nature, Radnička cesta 80, 10000 Zagreb, Hrvatska; daniela.hamidovic@mzozt.hr, mladen.zadravec@mzozt.hr; vlatka.dumbovicmazal@mzozt.hr

Urbani ekosustavi čine 22 % kopnene površine EU u kojima živi većina građana. Urbane zelene površine (urbane šume, parkovi i vrtovi, urbane farme, drvodredi uz ceste, gradske livade i živice, vodotoci, jezera) doprinose očuvanju bioraznolikosti, ublažavanju i prilagodbi klimatskih promjena, doprinose dobrobiti građana kroz smanjenje buke i svjetlosnog onečišćenja i poboljšanje kvalitete vode i zraka. Sukladno Uredbi o obnovi prirode Nacionalni planovi obnove uključuju urbane ekosustave. Jedna od važnih tema urbane ekologije u održivom razvoju grada uzima u obzir istraživanja niza skupina životinja i biljaka te uzroke i posljedice interakcije čovjeka i prirode. U ovoj preliminarnoj analizi stanja očuvanosti vrsta za razdoblje 2019. – 2024., kojima se neka od ključnih staništa nalaze u urbanim ekosustavima, obuhvatili smo populacije 27 vrsta ptica, po jednu vrstu gmaza i vodozemca te 27 vrsta sisavaca. Trendovi brojnosti za 25 % populacija vrsta ptica ukazuju na povoljno stanje očuvanosti, za 29 % populacija su u nepovoljnom stanju, dok je čak 52 % u nepoznatom stanju očuvanosti i nesigurnih trendova. Za preostale vrste (ne-ptice) stanje je u pravilu nepovoljno – loše (U2) ili nepovoljno – neodgovarajuće (U1). Pritisci su vezani za izoliranost te lošu kvalitetu staništa navedenih vrsta dok mjere očuvanja izostaju. Odabrani su primjeri vezani uz očuvanje ptica i šišmiša, kao i projekata (revitalizacija vodotokova, očuvanje oprašivača te uključivanje građana). Potrebno je dati prednost rješenjima temeljenima na prirodi, kako bismo osigurali i poboljšali stabilnost i očuvanje usluga urbanih ekosustava, pri tome vodeći računa da obuhvatimo i skupine životinja koje su ključne, a od kojih većina građana zazire (poput šišmiša i zmija).

Urban ecosystems make up 22% of the land area of EU. Urban green spaces (urban forests and farms, parks and gardens, tree lines, meadows and hedges, watercourses, lakes, ponds) contribute to biodiversity conservation, mitigation and adaptation to climate change, and the well-being of citizens through the reduction of noise and light pollution, and the im-

provement of water and air quality. The Nature Restoration Regulation also takes urban ecosystems into account. Foundational to urban ecology is the consideration of the status of knowledge regarding many species and human-nature interactions to ensure sustainable urban development. This preliminary analysis of 2019–2024 conservation status of selected groups, some of whose key habitats are in urban ecosystems, includes populations of 27 bird species, one reptile and amphibian and 27 mammal species. The trends for 25% of bird species populations indicate a favourable conservation status, 29% of indicate an unfavourable status, while the conservation status of 52% is unknown, and with uncertain trends. For the remaining non-bird species, the status is generally unfavourable–bad (U2) or unfavourable–inadequate (U1). Pressures are related to the isolation and poor quality of the habitats of the mentioned species, while conservation measures are absent. Examples pertaining to the conservation of birds and bats, as well as projects (revitalization of watercourses, conservation of pollinators and involvement of citizens) have been selected. It is necessary to give priority to nature-based solutions to ensure and improve the stability and conservation of urban ecosystem services, including groups of key animals that most citizens tend to dislike (such as bats and snakes).

**Ključne riječi:** urbani ekosustavi; status očuvanja; primjeri dobre prakse;  
Uredba o obnovi prirode

**Key words:** urban ecosystems, conservation status, best practices,  
Nature restoration regulation

## Okolišna DNA kao alat za monitoring bioraznolikosti u urbanim ekosustavima

### Environmental DNA (eDNA) as a Biodiversity Monitoring Tool in Urban Ecosystems

**Matej Vucić**<sup>1,2</sup>, Thomas Baudry<sup>3</sup>, Biljana Janev Hutinec<sup>4</sup>, Lana Jelić<sup>4</sup>, Irina Zupan<sup>4</sup>, Željko Pavlinec<sup>5</sup>, Ana Galov<sup>1</sup>, Goran Klobučar<sup>1</sup>, Dušan Jelić<sup>6</sup>, Ana Birtić<sup>2</sup>, Karmela Adžić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Biološki odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu / Department of Biology, Faculty of Science, University of Zagreb, Horvatovac 102a, Zagreb, Hrvatska; matej.vucic@biol.pmf.hr; ana.galov@biol.pmf.hr; goran.klobucar@biol.pmf.hr

<sup>2</sup>eDNAture d.o.o. / eDNAture Ltd, Braće Radića 128A, 43290 Grubišno Polje, Hrvatska; karmela.adzic@ednature.hr

<sup>3</sup>Université de Poitiers, Laboratoire Écologie et Biologie des Interactions, UMR CNRS 7267 Equipe Ecologie Evolution Symbiose, Poitiers Cedex, Francuska; thomas.baudry@univ-poitiers.fr

<sup>4</sup>Javna ustanova za upravljanje prirodnim vrijednostima Grada Zagreba – Priroda Grada Zagreba / Public Institution for Management of Natural Values of City of Zagreb—Zagreb City Nature, Maksimirski perivoj 1, 10000 Zagreb, Hrvatska; biljana.janev-hutinec@prirodazagreb.hr; lana.jelic@prirodazagreb.hr; irina.zupan@prirodazagreb.hr

<sup>5</sup>Akvarij Pula d.o.o., / Aquarium Pula Ltd., Verudela 33, 52100 Pula, Hrvatska; zeljkopavlinec@gmail.com

<sup>6</sup>BIOTA d.o.o. / BIOTA Ltd., Maksimirska Cesta 129/5, 10000 Zagreb, Hrvatska; jelic.dusan@gmail.com

Potrebni su inovativni pristupi okolišnom monitoringu kako bi se precizno obuhvatila raznolikost vrsta, osobito rijetkih i invazivnih. Okolišna DNA (eDNA) postala je popularna metoda monitoringa zbog svoje učinkovitosti i cijene. Uspješno je razvijena za detekciju skrivenih, rijetkih, endemskih, ugroženih te invazivnih vrsta u njihovim najranijim stadijima invazivnosti. Tijekom posljednjih godina Javna ustanova Priroda grada Zagreba provela je nekoliko projekata koji su uključivali primjenu eDNA metodologije. Godine 2024. eDNA je korištena za procjenu ribljih zajednica na osnovi uzoraka vode iz maksimirskih jezera, rijeke Save i jezera Savica. Procjena ribljih zajednica bila je u skladu s očekivanim nalazima, a pritom su zabilježene ciljane vrste iz mreže Natura 2000 kao i invazivne vrste. U Maksimiru su ovi rezultati tumačeni u kontekstu procjene stanja nakon restauracije, budući da su jezera Maksimir I i II prošla proces obnove i uklanjanja alohtonih vrsta 2021. godine, gdje je eDNA analiza ukazala na uspješno uklanjanje najmanje tri invazivne vrste riba. Jedan od glavnih izazova u upravljanju invazivnim vrstama jest procjena uspješnosti njihova uklanjanja. eDNA je uspješno ko-

rištena za detekciju invazivne vrste *Trachemys scripta* na području grada Zagreba iz uzoraka vode, i to primjenom metoda specifičnih za vrstu te metabarkodiranja. Tijekom projekta suočilo se s određenim izazovima, što je ukazalo na važnost testiranja terenskih metodologija i optimizacije protokola. eDNA se može detektirati iz različitih okolišnih izvora. Na Gorancu, Vejalnici i Krču analizirani su uzorci tla kako bi se procijenila raznolikost gljiva na osam poligona s uočenim razlikama u zajednicama orhideja. Značajne razlike u sastavu zajednica gljiva u tlu potvrđene su eDNA metodom, a buduća istraživanja usmjerena isključivo na mikorizne gljive mogla bi pomoći u razumijevanju ograničenja u rasprostranjenosti orhideja te potencijala za obnovu travnjaka bogatih orhidejama.

Innovative monitoring approaches are needed to accurately capture species diversity, especially rare and invasive species. Environmental DNA (eDNA) has become popular for monitoring due to its effectiveness and price. It has been successfully developed to detect cryptic, rare, endemic, vulnerable, and early-invading invasive species. In last years, several projects were conducted by the Public Institution Zagreb City Nature, which included the use of eDNA methodology. In 2024, eDNA was used to assess fish communities from water samples in Maksimir lakes, Sava River, and Savica lakes. Fish community assessment aligned with expected findings, detecting Natura 2000 targets as well as invasive species. In Maksimir these results were interpreted in the context of assessing the post-restoration state, as Maksimir I and II were subjected to restoration and non-native species removal in 2021, pointing to successful removal of at least three invasive fish species. One of the main challenges in invasive species management is removal success rate evaluation. eDNA was successfully used to detect invasive *Trachemys scripta* in the City of Zagreb from water samples, both through species-specific and metabarcoding detection. Challenges were faced through this project, pointing to importance of field methodology testing and protocol optimization. eDNA can be detected from various environmental sources. On Goranec, Vejalnica, and Krč soil samples were analyzed to assess fungi diversity on eight polygons with observed differences in orchid communities. Significant differences in soil fungi communities were confirmed through eDNA, and future research focusing solely on mycorrhizal fungi could help unearth the limitations for orchid distribution and potential for the restoration of orchid-rich grasslands.

**Ključne riječi:** analiza sastava ihtiofaune; monitoring invazivnih vrsta; molekularna ekologija; mikoriza i orhideje; urbana bioraznolikost  
**Keywords:** fish community assessment; invasive species monitoring; molecular ecology; orchid mycorrhiza; urban biodiversity

## **Analiza stanja šumskih sastojina na području SPA Maksimir i preporuke za daljnje upravljanje**

### **Analysis of forest stand condition in the monument of park architecture Maksimir with recommendations for future management**

Stjepan Mikac, **Domagoj Trlin**, Darko Bakšić, Marko Orešković, Iva Šikić Vargašević, Tajana Kruhac, Luka Prša, Laura Miketin

Sveučilište u Zagrebu Fakultet šumarstva i drvne tehnologije / University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology, Svetošimunska 23, 10 000 Zagreb, Hrvatska; dtrlin@sumfak.unizg.hr

Upravljanje zaštićenim područjima prirode suočava se s brzim i dalekosežnim globalnim promjenama koje obuhvaćaju biofizičke, socio-ekonomske i ekološke procese. U središtu ovih promjena nalaze se klimatske promjene definirane kao dugoročne modifikacije prosječnih klimatskih parametara i vremenskih obrazaca. U situaciji ubrzanog globalnog zagrijavanja monitoring više nije opcija nego temeljna obveza učinkovite zaštite prirode i održivog upravljanja šumama. U ovome istraživanju poseban naglasak dan je šumskim sastojinama na području SPA Maksimir s ciljem obrade sljedećih elemenata: (1) analiza kvalitativnog i kvantitativnog sastava stabala i grmlja po lokalitetima, (2) analiza strukture šumskih sastojina, (3) utvrđivanje prisutnosti i količine mrtvog drveta. Dobiveni podaci o debljinskoj i visinskoj strukturi, temeljnici, volumenu te raznolikosti vrsta pokazuju izraženu dinamiku šumskih sastojina te posljedice povijesnih događanja i prirodnog razvoja sastojina. Količina i struktura mrtvog drva u SPA Maksimir uvelike premašuju razine tipične za gospodarene nizinske šume u Europi te dostižu, a mjestimično i premašuju vrijednosti karakteristične za stare šume i prašumske sastojine. Visok volumen dubećih mrtvih hrastova, prisutnost svih klasa raspada čine Maksimir urbanim “hotspotom” za bioraznolikosti vezane za dubeća mrtva stabla. Istodobno ovakvo stanje zahtijeva pažljivo zonirano upravljanje kako bi se maksimalno očuvale usluge mrtvog drva uz istovremeno osiguranje sigurnosti posjetitelja.

Management of protected natural areas is confronted with rapid and far-reaching global changes encompassing biophysical, socio-economic, and ecological processes. Central to these changes are climate changes, defined as long-term modifications of average climatic parameters and weather patterns. Under conditions of accelerated global warming, monitoring is no longer an option but a fundamental obligation for effective nature conservation and sustainable forest management. In this study, special emphasis is placed on forest stands

within the monument of park architecture Maksimir, with the aim of addressing the following elements: (1) analysis of the qualitative and quantitative composition of tree and shrub species by site, (2) analysis of forest stand structure, and (3) assessment of the presence and quantity of deadwood. The obtained data on diameter and height structure, basal area, volume, and species diversity indicate pronounced dynamics of forest stands and reflect the effects of historical events and natural stand development. The quantity and structure of deadwood in Maksimir forest substantially exceed levels typical of managed lowland forests in Europe and reach, and locally even surpass, values characteristic of old-growth and primeval forest stands. A high volume of standing dead oak trees, together with the presence of all decay classes, makes Maksimir an urban biodiversity hotspot for species associated with standing deadwood. At the same time, such conditions require carefully zoned management in order to maximise the ecological functions of deadwood while ensuring visitor safety.

**Ključne riječi:** Maksimir, šumska sastojina, mrtvo drvo, bioraznolikost

**Key words:** Maksimir, forest stand, deadwood, biodiversity

## Dva desetljeća istraživanja ornitofaune Maksimira

### Two decades of research of the ornithofauna of Park Maksimir

**Jelena Kralj**, Vesna Tutiš, Davor Ćiković, Sanja Barišić, Louie Taylor, Tomislav Klanfar  
Zavod za ornitologiju Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti / Institute of Ornithology  
Croatian Academy of Sciences and Arts, Gundulićeva 24, 10000 Zagreb, Hrvatska; jkralj@hazu.hr

Područje SPA Maksimir osobito je značajno po šumskim sastojinama velike starosti, koje predstavljaju pogodno stanište za gniježđenje brojnih šumskih ptica. Kvantitativna istraživanja zajednica ptica gnjezdarica i strukturnih značajki šuma Maksimira provedena su 2006. godine, nakon čega je slijedio niz manjih istraživanja i praćenja pojedinih segmenata zajednica ptica, osobito djetlovki i sekundarnih dupljašica. Detaljna istraživanja ponovljena su 2025. godine, čime je omogućen pregled promjena ornitofaune tijekom gotovo dva desetljeća. Zabilježene promjene odgovaraju fluktuacijama tipičnim za populacije mnogih vrsta manjih ptica, no uočen je porast broja golubova grivnjaša i pojava crne žune kao nove gnjezdarice, te pad brojnosti nekih sekundarnih dupljašica. Tijekom 20 godina zabilježeno je smanjenje brojnosti stabala, osobito starih i mladih, uz porast broja srednjedobnih stabala. Bazalna površina hrasta je u opadanju, a graba u porastu. Znatne promjene u sastavu vrsta zabilježene su u ornitofauni najistočnijeg dijela Parka, gdje prisutnost vrsta ovisi o načinu gospodarenja otvorenim staništima. Nove gnjezdarice među močvaricama su siva čaplja i mandarinka. Najvažnija značajka zajednica ptica parka Maksimir je raznolikost i brojnost primarnih i sekundarnih dupljašica, koje i u šumama i u perivoju, zbog prisutnosti brojnih starih stabala hrastova nalaze odgovarajuće stanište. Od pet vrsta s Dodatka 1 Direktive o pticama koje se gnijezde u Maksimiru, četiri su dupljašice. Na području Parka Maksimir trebao bi se periodički nastaviti monitoring djetlovki i zajednice ptica gnjezdarica.

Park Maksimir is particularly significant for its old-growth forest stands, which provide suitable nesting habitat for numerous forest birds. Quantitative surveys of breeding bird communities and structural characteristics of forests in Maksimir were conducted in 2006, followed by a series of smaller surveys and monitoring of bird species groups (especially woodpeckers and secondary hole-nesters). A detailed survey was repeated in 2025, allowing an overview of changes in the ornithofauna over almost two decades.

The recorded changes correspond to fluctuations typical in many songbirds. However, an increase in the number of Wood Pigeons, the emergence of the Black Woodpecker as a new breeding species, as well as a decrease in the number of some secondary hole-nesters have been observed. Over the past 20 years, a decrease in the number of trees, especially mature

and young, has been recorded, with an increase in the number of middle-aged trees. The basal area of oak is decreasing, and hornbeam is increasing. Significant changes in the species composition have been recorded in the ornithofauna of the easternmost part of the Park, where the presence of species depends on the management of open habitats. Among water-birds, the Grey Heron and the Mandarin Duck have also appeared as new nesting species. The most important feature of the bird communities of Park Maksimir is the diversity and abundance of primary and secondary nesting birds, which find suitable habitat in old forests and park with numerous old oak trees. Of the five species breeding in Maksimir and listed in Annex 1 of the Directive, four are hole-nesters. Regular monitoring of woodpeckers and nesting bird communities should continue in the Park Maksimir area.

**Ključne riječi:** zajednica ptica, gnjezdarice, dupljašice

**Keywords:** bird community, breeding birds, hole-nesters

## Između nasljeđa i sukcesije: krajobrazna studija kao alat upravljanja Značajnim krajobrazom Goranec

### Between Heritage and Succession: Landscape Study as a Management Tool for the Protected Landscape Goranec

**Kristina Komšo, Ema Grbčić,** Zrinka Mesić, Tonko Megyery, Marta Rogošić, Ana Đanić, Nela Jantol, Ivan Tekić, Josipa Golomboš, Tena Birov, Dragan Bukovec  
Oikon d.o.o. - Institut za primijenjenu ekologiju / Oikon ltd. for Applied Ecology, Trg senjskih uskoka 1-2, 10000 Zagreb, Hrvatska; kkomso@oikon.hr

Područje Značajnog krajobraza Goranec zaštićeno je 1977. godine na području Grada Zagreba zbog svojih jedinstvenih krajobraznih obilježja nastalih dugogodišnjom interakcijom čovjeka i prirode, čime je prepoznato kao vrijedan kulturni krajobraz. Ipak, gotovo pola stoljeća nakon proglašenja zaštite, Goranec više ne predstavlja odraz naslijeđenog identiteta, već krajobraz u intenzivnoj transformaciji. Promjene u strukturi i funkcijama krajobraza, potaknute procesima napuštanja tradicionalnog načina života i prirodnom sukcesijom, dovele su do narušavanja odnosa prirodnih, kulturno-povijesnih i vizualno-doživljajnih vrijednosti zbog kojih je izvorno zaštićen te se dovodi u pitanje učinkovitost postojećeg modela zaštite. Zbog navedene problematike se pristupa izradi krajobrazne studije kao stručne podloge za daljnje upravljanje ovim područjem. Studijom je izvršena detaljna identifikacija i procjena karaktera krajobraza koja omogućava preciznu i objektivnu raščlambu prostora te detaljnu procjenu svih njegovih vrijednosti. Naposljetku je analizirano stanje ugroženosti, pritisaka, osjetljivosti ili degradiranosti prepoznatih vrijednosti. Kao konačni rezultat studije je izrađen atlas krajobraza Značajnog krajobraza Goranec te predložen niz općih i detaljnih smjernica za očuvanje, planiranje i upravljanje kako bi se ostvarili osnovni dugoročni ciljevi - očuvanje identiteta kulturnog krajobraza zbog kojeg je inicijalno i prepoznat kao značajan, očuvanje prirodnih vrijednosti te unaprjeđenje korištenja, dostupnosti i atraktivnosti prostora privlačenjem novih korisnika i razvojem dodatnih funkcija.

Protected Landscape Goranec was protected in 1977 within the territory of the City of Zagreb due to its unique landscape features shaped by the long-term interaction between humans and nature and was thus recognized as a valuable cultural landscape. However, almost half a century after its protection, Goranec no longer reflects its inherited identity, but rather a landscape undergoing intensive transformation. Changes in the structure and functions of the landscape, driven by processes of abandonment of the traditional lifestyle as well as natural succession, have led to the disruption of the relationship between the natural, cul-

tural-historical, and visual-perceptual values for which it was originally protected, thereby calling into question the effectiveness of the existing protection model. In response to these issues, a landscape study was undertaken as an expert basis for the future management of the area. The study involved a detailed identification and assessment of landscape character, enabling a precise and objective spatial analysis as well as a comprehensive evaluation of all its values. Finally, the level of endangerment, pressures, sensitivity, and degradation of the identified values was analyzed. As the final outcome of the study, a landscape atlas of the Protected Landscape Goranec was produced, along with a set of general and detailed guidelines for conservation, planning, and management. These aim to achieve the fundamental long-term objectives: preservation of the identity of the cultural landscape for which it was initially recognized as significant, conservation of the natural values, and enhancement of the use, accessibility, and attractiveness of the area by attracting new users and developing additional functions.

**Ključne riječi:** krajobrazna studija, Značajni krajobraz Goranec, sukcesija, kulturni krajobraz, procjena karaktera krajobraza

**Keywords:** Landscape Study, Protected Landscape Goranec, Succession, Cultural landscape, Landscape Character Assessment

## **Integracija rješenja temeljenih na prirodi u strateške i upravljačke dokumente prilagodbe urbanih i peri urbanih cjelina klimatskim promjenama**

### **The integration of nature-based solutions into strategic and policy frameworks for the climate change adaptation of urban and peri urban areas**

**Izidora Marković Vukadin**, Mira Zovko, Leona Matotek, Hrvoje Mataković

Institut za turizam / Institute for Tourism, Vrhovec 5, 10000 Zagreb, Hrvatska; izidora.markovic@iztztg.hr

Rješenja temeljena na prirodi (Nature-based Solutions, NbS) sve se češće navode kao ključni instrument prilagodbe urbanih cjelina klimatskim promjenama, no razina njihove stvarne integracije u lokalne strateške i upravljačke dokumente i dalje je nedovoljno empirijski istražena. Cilj ovog rada jest sustavno analizirati u kojoj su mjeri i na koji način NbS rješenja uključena u strateške, planske i upravljačke dokumente prilagodbe klimatskim promjenama na lokalnoj razini. Istraživanje se temelji na kvalitativnoj analizi sadržaja dokumenata, primjenom unaprijed definiranog analitičkog okvira i kodne sheme. Analizirani su relevantni strateški i sektorski dokumenti triju hrvatskih jedinica lokalne samouprave: Grada Krka, Općine Pakoštane i Općine Sveti Martin na Muri. NbS mjere evaluirane su prema nizu kriterija: (1) eksplicitna prisutnost NbS koncepta, (2) povezanost s identificiranim klimatskim rizicima, (3) razina operacionalizacije mjera, (4) integracija u postojeće upravljačke instrumente te (5) postojanje provedbenih i evaluacijskih mehanizama. Rezultati analize ukazuju na prevladavajuću prisutnost NbS rješenja na strateškoj i normativnoj razini, uz ograničenu razradu konkretnih provedbenih mjera, financijskih instrumenata i pokazatelja praćenja. Komparativna analiza dodatno upućuje na razlike u institucionalnim kapacitetima i razini sektorske integracije među analiziranim slučajevima. U završnom dijelu rada razmatraju se mogućnosti unapređenja operacionalizacije NbS rješenja u lokalnim upravljačkim okvirima, uz oslonac na modele implementacije i alate razvijene u okviru uspješnih europskih projekata, kao što su NaTour4CChange, ClimateAdapt i ARCADIA, s ciljem jačanja otpornosti urbanih cjelina na klimatske promjene.

Nature-based Solutions (NbS) are increasingly recognized as a key instrument for the climate change adaptation of urban areas; however, the extent of their actual integration into local strategic and governance documents remains insufficiently explored empirically. The aim of this paper is to systematically examine the degree and ways to which NbS are incorporated into strategic, planning, and governance documents for climate change adaptation at the local level. The research is based on a qualitative document content analysis, applying a predefined analytical framework and coding scheme. Relevant strategic and sectoral documents of three Croatian local government units were analyzed: the City of Krk, the Municipality of Pakoštane, and the Municipality of Sveti Martin na Muri. NbS measures were evaluated according to a set of criteria: (1) explicit recognition of the NbS concept, (2) alignment with identified climate risks, (3) level of operationalization, (4) integration into existing governance instruments, and (5) the presence of implementation and evaluation mechanisms. The results indicate a predominant presence of NbS at the strategic and normative levels, accompanied by a limited elaboration of concrete implementation measures, financial instruments, and monitoring indicators. The comparative analysis further reveals differences in institutional capacities and levels of sectoral integration among the analyzed cases. The concluding section discusses opportunities for improving the operationalization of NbS within local governance frameworks, drawing on implementation models and tools developed through successful European projects such as NaTour4CChange, ClimateAdapt, and ARCADIA, with the aim of strengthening the climate resilience of urban areas.

**Ključne riječi:** rješenja temeljena na prirodi, prilagodba klimatskim promjenama, strateški i upravljački dokumenti, lokalna razina, analiza sadržaja

**Keywords:** nature-based solutions, climate change adaptation, strategic and governance documents, local level, content analysis

**Acknowledgment:** The authors acknowledge that research was conducted within the scope of the research project COMMITMENT (Cro-Ris ID -9574) and Interreg-Med program project Natour4CChange.

## Suvremena hortikultura i održavanje javnih zelenih površina u Berlinu (Njemačka)

### Contemporary Practices in Horticulture and Public Green Space Maintenance in Berlin (Germany)

#### **Kruno Pekas**

Vrtlar Kruno, 52450 Vrsar, Hrvatska; kpekas@gmail.com; <https://facebook.com/vrtlarkruno>

Suvremena hortikultura i upravljanje urbanim zelenim površinama nadilaze estetiku te se usmjeravaju na održivost i zaštitu urbane bioraznolikosti i divljih gradskih oprašivača. Berlin je dobar primjer kroz mjere zaštite stabala, povećanje vodopropusnosti površina, uspostavu travnatih staništa s odgođenom i rubnom košnjom te pilot-projekte usmjerene na poticanje bioraznolikosti, oprašivača i integriranih sustava odvodnje oborinskih voda.

U javnim parkovima i uz gradska jezera štite se odabrani dijelovi obale radi obnove staništa i gnjezdilišta vodenih vrsta. Gradske divljine prepoznaju se kao vrijedne te se čuvaju kao parkovi prirode, uz minimalnu i nenametljivu infrastrukturu poput povišenih šetnica.

Društveni vrtovi predstavljaju važne urbane oaze bioraznolikosti. Sadnja u javnom prostoru sve se više temelji na suvremenim krajobraznim trendovima poput „New German Style“, koje odlikuje prirodna sadnja trajnica i ukrasnih trava, umjesto sezonskog cvijeća s malom vrijednošću za oprašivače.

Contemporary horticulture and the management of urban green spaces extend beyond aesthetics, focusing on sustainability and the protection of urban biodiversity and wild pollinators. Berlin provides a strong example through tree protection measures, increased surface permeability, grassland habitats with delayed and marginal mowing, and pilot projects supporting biodiversity, pollinators, and integrated stormwater management.

In public parks and around urban lakes, selected shoreline areas are protected to restore habitats and nesting sites for aquatic species. Urban wilderness areas are recognised as valuable and preserved as nature parks, with only minimal infrastructure such as elevated boardwalks. Community gardens function as important urban biodiversity oases. Public planting design increasingly follows the “New German Style”, characterised by naturalistic plantings of perennials and ornamental grasses, replacing seasonal flowers that provide little value to pollinators.

**Ključne riječi:** bioraznolikost; oprašivači; travna staništa; suvremena hortikultura; trajnice; gradske divljine

**Keywords:** Biodiversity; Pollinators; Grassland Habitats; Contemporary Horticulture; Perennials; Urban Wilderness

## **Planiranje i projektiranje urbane prirode Zagreba u studentskim projektima – Multidisciplinarna nastavna suradnja integracijom koncepata perivojnog oblikovanja i urbane ekologije**

### **Student projects in the planning and design of Zagreb urban nature – Multidisciplinary collaboration in integrating landscape architecture and urban ecology concepts**

**Tamara Zaninović<sup>1</sup>, Ana Sopina<sup>1</sup>**, Mirela Sertić Perić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sveučilište u Zagrebu, Arhitektonski fakultet, Katedra za urbanizam, prostorno planiranje i pejzažnu arhitekturu / University of Zagreb, Faculty of Architecture, Department of Urban Planning, Spatial Planning and Landscape Architecture, Fra Andrije Kačića Miošića 26, 10000 Zagreb, Hrvatska; tmaric@arhitekt.hr; asopina@arhitekt.hr

<sup>2</sup>Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek / University of Zagreb, Faculty of Science, Department of Biology, Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska; msertic@biol.pmf.hr

Studentski projekti planiranja i projektiranja urbane prirode grada Zagreba predstavljaju zajedničke multidisciplinarnе nastavne i istraživačke aktivnosti koje provode studenti i nastavnici Prirodoslovno-matematičkog fakulteta (PMF; Biološki odsjek) i Arhitektonskog fakulteta (AF; Katedra za urbanizam, prostorno planiranje i pejzažnu arhitekturu) Sveučilišta u Zagrebu. Suradnički studentski projekti razvijeni su na paralelnim radionicama i seminarskim zadacima u nastavi kolegija Studio 3 – Pejzažna arhitektura (AF) i Urbana ekologija (PMF) od 2021. godine. Na projektima za različite lokacije urbanog pejzaža grada Zagreba studenti povezuju principe urbane ekologije s pristupima urbanog dizajna i perivojnog oblikovanja. Za svaku lokaciju predlažu se kontekstualno specifične intervencije usmjerene na poboljšanje kvalitete života različitih korisnika i unapređenje zdravlja urbane prirode, pri čemu se obrađuju teme bioraznolikosti, klimatskih promjena, prostorne organizacije, urbane zelene i plave infrastrukture, kvalitete javnog prostora i/ili aktivnosti zajednice. Odabrani projekti omogućuju usporedbu planerskih i projektantski orijentiranih prostornih perspektiva studenata arhitekture i pristupa studenata biologije usmjerenog na bioraznolikost. Rezultati pokazuju da je multidisciplinarno obrazovno okruženje poticajno za razumijevanje i planiranje održivih urbanih preobrazbi i preoblikovanja javnih otvorenih prostora i urbanih parkova. Model suradničke nastave predstavlja uspješan primjer visokog obrazovanja usklađenog s ciljevima održivog razvoja te potiče širi akademski diskurs o budućim interdisciplinarnim i transdisciplinarnim obrazovnim praksama.

Student projects in the planning and design of Zagreb urban nature represent joint multi-disciplinary teaching and research activities carried out by students and professors from the Faculty of Science (PMF; Department of Biology) and the Faculty of Architecture (AF; Department of Urban Planning, Spatial Planning, and Landscape Architecture) at the University of Zagreb. The collaborative student projects have been developed through parallel workshops and seminar assignments conducted since 2021 within the courses Studio Design 3 – Landscape Architecture (AF) and Urban Ecology (PMF). Working on various urban landscape sites in the City of Zagreb, students integrate principles of urban ecology with urban and landscape design approaches. For each site, students propose context-specific interventions aimed at improving the quality of life for different users and enhancing urban nature health, by addressing biodiversity, climate change, spatial organisation, urban green and blue infrastructure, public space quality, and/or community activities. Selected projects enable comparison between the design-oriented spatial perspectives of architecture students and the biodiversity-focused approach of biology students. The results indicate that a multidisciplinary educational setting is stimulating and supportive for understanding and planning sustainable urban transformations and redesigns of public open spaces and public parks. The collaborative teaching model provides a successful example of higher education aligned with Sustainable Development Goals and encourages broader academic discourse toward future interdisciplinary and transdisciplinary educational practices.

**Ključne riječi:** bioraznolikost; urbani parkovi; javni prostor; Zagreb; interdisciplinarna nastava

**Keywords:** biodiversity; urban parks; public space; Zagreb; interdisciplinary teaching

## Kako posjetitelji koriste park Maksimir? Prostorna analiza na osnovu PPGIS-a How do visitors use Maksimir Park? Spatial analysis based on PPGIS survey

**Silvija Krajter Ostoić**, Martina Kičić, Dora Kosijer Gorički, Dijana Vuletić

Hrvatski šumarski institut / Croatian Forest Research Institute, Cvjetno naselje 41, 10450 Jastrebarsko, Hrvatska; silvijak@sumins.hr

Park Maksimir svake godine posjećuje više od 2 milijuna posjetitelja. Za kvalitetno upravljanje zaštićenim prostorom s velikom posjećenošću važan izvor informacija su obrasci kretanja posjetitelja. Javna ustanova Priroda Grada Zagreba, koja upravlja parkom Maksimir posjeduje informacije i vremenske trendove posjećivanja parka, ali kretanje posjetitelja po parku te njihove aktivnosti su slabije istražene. Javni participativni GIS - PPGIS (engl. Public Participatory GIS) je alat koji omogućava prikupljanje prostornih podataka od stvarnih korisnika prostora. U ljeto 2021. godine provedeno je istraživanje s posjetiteljima o korištenju parka Maksimir. Podaci o rutama kretanja kroz Maksimir, aktivnostima kojima se na tim rutama bave, kao i svi ostali podaci prikupljali su se pomoću PPGIS upitnika dvojako - licem-u-lice u parku i u obliku mrežnog upitnika. U istraživanju su ukupno sudjelovala 228 posjetitelja. Na temelju njihovih odgovora dat će se prikaz najčešće korištenih ruta kroz park Maksimir za različite aktivnosti. Nadalje, prikazat će se odnos aktivnosti i sociodemografskih karakteristika ispitanika. Prikupljeni prostorni podatci pokazuju trendove korištenja prostora parka, a analiza sociodemografskih karakteristika potvrđuje važnost Maksimira za različite skupine posjetitelja. PPGIS upitnik pokazao se kao kvalitetan alat za prikupljanje informacija od korisnika prostora koji je rezultirao vrijednim informacijama za održivo upravljanje parkom Maksimir i njegovim posjetiteljima.

Maksimir Park has more than 2 million visitors annually. For quality management of a highly visited protected area, information on visitor movement patterns is essential. The Public Institution Priroda of the City of Zagreb, which manages Maksimir Park, has information on time trends in park visits, but visitor movements in the park and their activities have been less explored. Public Participatory GIS (PPGIS) is a tool for collecting spatial data from actual users. In the summer of 2021, a survey was conducted with visitors on how they use Maksimir Park. Data on movement routes through Maksimir, the activities they engage in on these routes, and all other data were collected using the PPGIS survey by face-to-face interviews in the park and online. A total of 228 visitors participated in the survey. Based on their responses, an overview of the most frequently used routes through Maksimir Park for various activities will be provided. The relationship between activities and sociodemographic charac-

teristics of the respondents will be presented. The collected spatial data show trends in the park's use, and the analysis of sociodemographic characteristics confirms the importance of Maksimir for different visitor groups. The PPGIS proved to be a quality tool for collecting information directly from users, which resulted in valuable information for the sustainable management of Maksimir Park and its visitors.

**Ključne riječi:** PPGIS upitnik, prostorna analiza, upravljanje posjetiteljima

**Keywords:** PPGIS survey, spatial analysis, visitor management

## Istraživanje travnjačkih staništa na periurbanom području Značajnog krajobraza Goranec i ekološke mreže HR 2001298 Vejalnica i Krč za potrebe obnove staništa

### Research of grassland habitats in the peri-urban area of the Significant Landscape Goranec and the ecological network site HR2001298 Vejalnica and Krč for the purpose of habitat restoration

**Zrinka Mesić<sup>1</sup>**; Tonko Megyery<sup>2</sup>; Hrvoje Kutnjak<sup>3</sup>, Marta Rogošić<sup>2</sup>, Jelena Mlinarec<sup>2</sup>, Nela Jantol<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Veleučilište u Karlovcu / Karlovac University of Applied Sciences, Trg J.J.Strossmayera 9, 47000 Karlovac, Hrvatska; zmesic@vuka.hr

<sup>2</sup>Oikon d.o.o.– Institut za primijenjenu ekologiju / Oikon Ltd. - Institute of Applied Ecology, Trg senjskih uskoka 1-2; 10000 Zagreb, Hrvatska; tmegyery@oikon.hr

<sup>3</sup>Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet / University of Zagreb Faculty of Agriculture, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska; hkutnjak@agr.hr

Na dijelu jugoistočnog prigorja Medvednice na 300-400 m n.v., u sjeveroistočnom dijelu Grada Zagreba, nalazi se područje ekološke mreže Natura 2000 Vejalnica i Krč (HR2001298) te Značajni krajobraz Goranec. Područje se ističe po raznolikosti travnjačkih staništa među kojima dominiraju 6210 Suhi kontinentalni travnjaci (Festuco-Brometalia) koji su ujedno i cilj očuvanja ekološke mreže. Prethodno istraživanje iz 2015. godine pokazuje da je 41% ovog područja pod izrazitim sukcesijskim pritiskom (sa više od 15% obraslosti površine) što upućuje na potrebu provedbe mjera očuvanja i obnove suhih kontinentalnih travnjaka. Istraživanje je provedeno tijekom 2024. i 2025. s ciljem kartiranja staništa 6210 i procjene stanja očuvanosti stanišnog tipa, uključujući i stupanj sukcesije. Karta staništa izrađena je na temelju snimaka bespilotnom letjelicom prikupljenih RGB i multispektralnim sensorima. Na istraživanom području je kartirano 51,2 ha stanišnog tipa 6210, od čega je na području Natura 2000 Vejalnica i Krč 24,92 ha.

Na području Vejalnice i Krča je procijenjeno stanje staništa 6210 na temelju tri primarna pokazatelja: (1) florističkog sastava, (2) brojnosti orhideja i (3) stupnja sukcesije. Rezultati pokazuju da je 24 % u dobrom stanju, dok je 45% u nepovoljnom i lošem stanju, za 31 % površina je potrebna dodatna terenska validacija. Analiza nagiba terena pokazala je da su suhi kontinentalni travnjaci u lošem i nepovoljnom stanju povezani sa većim nagibima (> 20°), što upućuje na potrebu prilagođenih mjera obnove.

The study area comprises the Vejalnica and Krč Natura 2000 site and the Significant Landscape Goranec, located in the southeastern foothills of Mt. Medvednica at elevations of 300–400 m a.s.l., in the northeastern part of the City of Zagreb. The area is notable for its diverse grassland habitats, dominated by dry continental grasslands (Festuco-Brometalia), which are a conservation objective of the Natura 2000 ecological network. A 2015 survey showed that 41% of this area is under significant successional pressure (with more than 15% of the surface affected), and actions are needed to preserve and restore these dry continental grasslands. During 2024 and 2025, a survey of the grasslands in this area was conducted to define the locations of 6210 Dry continental grasslands (Festuco-Brometalia), assess the state of conservation of the habitat type, and determine the degree of succession. The habitat map was generated using UAS imagery collected with RGB and multispectral sensors. In the research area, 51.2 ha of habitat type 6210 were mapped, of which 24.92 ha are in the Natura 2000 area of Vejalnica and Krč.

The conservation status in the area of Vejalnica i Krč was evaluated based on three primary indicators (1) floristic composition, (2) orchid abundance and (3) degree of succession. Results reveal that only 24% of 6210 grasslands are in good condition, while 45% are in unfavourable condition (inadequate or poor) while 31% of the areas require further field validation. Analysis of the terrain slope in areas with dry continental grasslands shows that areas in poor and unfavourable condition are associated with steeper slopes (more than 20°), which requires a special approach to habitat restoration.

**Ključne riječi:** suhi kontinentalni travnjaci, Natura 2000, obnova staništa, procjena staništa, kaćuni

**Key words:** dry continental grasslands, Natura 2000, restoration, habitat assessment, orchids

## Ima li u gradu mjesta za njih? Is there a place for them in the city?

**Lana Jelić**<sup>1</sup>, Biljana Janev Hutinec<sup>1</sup>, Irina Zupan<sup>1</sup>, Saša Banić<sup>1</sup>, Matej Vucić<sup>2,3</sup>, Karmela Adžić<sup>3</sup>, Ivana Maguire<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Javna ustanova Priroda Grada Zagreba / Public institution Zagreb City Nature, Maksimirski perivoj 1, 10000 Zagreb, Hrvatska; lana.jelic@prirodazagreb.hr; biljana.janev-hutinec@prirodazagreb.hr; irina.zupan@prirodazagreb.hr; sasa.banic@prirodazagreb.hr

<sup>2</sup>Biološki odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu / Department of Biology, Faculty of Science, University of Zagreb, Horvatovac 102a, 10000 Zagreb, Hrvatska; matej.vucic@biol.pmf.hr; ivana.maguire@biol.pmf.hr

<sup>3</sup>eDNature, d.o.o. / eDNature, Ltd, Braće Radića 128A, 43290 Grubišno Polje, Hrvatska; karmela.adzic@ednature.hr

Barska kornjača (*Emys orbicularis*) ugrožena je europska vrsta, najviše zbog uništavanja i fragmentacije staništa te prisutnosti invazivnih vrsta. Urbane populacije pod većim su pritiskom nego periurbane ili prirodne, no pridonose urbanoj bioraznolikosti i mogu biti izvor gena strogo zaštićenih vrsta. U Zagrebu postoji niz vodnih tijela (umjetna jezera, retencije, lokve) pogodnih za ovu vrstu, a na nekima je i potvrđena njezina prisutnost. Cilj istraživanja je bio pregledati sva dostupna gradska vodna tijela i kartirati: potvrđene lokalitete, potencijalna staništa te lokalitete s invazivnom crvenouhom kornjačom. Rezultati ukazuju na visoku fragmentiranost i malu vjerojatnost komunikacije među subpopulacijama, uz dodatne pritiske kao što su uređenja obala, uklanjanje vodene vegetacije, uznemiravanje te zatrpavanje pojedinih vodnih tijela. Nekoliko najvećih subpopulacija barske kornjače u gradu Zagrebu pripada u periurbane subpopulacije, a trenutno najbrojnija je u ZK Savica i procjenjuje na oko 600 jedinki. Uz sprječavanje gubitka staništa, očuvanje kopnene zone gniježđenja i planiranje povezivanja i/ili razvoja novih povezanih staništa, gradovi mogu biti vektori povezivanja izoliranih urbanih i periurbanih subpopulacija te djelovati kao urbani refugij. Genetska istraživanja prioritet su za procjenu izolacije i protoka gena te usmjeravanje koridora i upravljanja ovom vrstom.

The European pond turtle (*Emys orbicularis*) is a threatened European species, primarily due to habitat loss and fragmentation and the presence of invasive species. Urban populations are under greater pressure than peri-urban or natural ones; however, they contribute to urban biodiversity and may serve as a genetic reservoir for this strictly protected species. In Zagreb, a range of aquatic habitats (artificial lakes, retention basins, ponds) are suitable for the species, and its presence has been confirmed at several sites. The aim was to survey all accessible urban waterbodies and map: confirmed localities, potential habitats, and sites with the invasive red-eared slider. The results indicate high habitat fragmentation and a low

likelihood of connectivity among subpopulations, together with additional pressures such as shoreline engineering, removal of aquatic vegetation, disturbance, and the infilling of certain waterbodies. Several of the city's largest subpopulations are nevertheless peri-urban and currently the most abundant is at Savica site, estimated at around 600 individuals. By preventing habitat loss and the terrestrial nesting area, as well as planning connections and/or development of new connected habitats, cities can act as corridors connecting isolated urban and periurban subpopulations/populations and serve as urban refuges. Genetic studies are a priority to assess isolation and gene flow and to guide corridor planning and species management. Vrh obrasca

**Ključne riječi:** urbano, periurbano, fragmentacija, pritisci, barska kornjača

**Keywords:** urban, peri-urban, fragmentation, pressures, European pond turtle

## Uklanjanje invazivnih crvenouhих kornjača (*Trachemys scripta elegans*) iz jezera Lušćić u centru Karlovca

## Removal of Invasive Red-Eared Slider Turtles (*Trachemys scripta elegans*) from Lušćić Pond in the Centre of Karlovac

**Krešimir Kuri**, Goran Jakšić, Marijan Mrljak, Nikolina Boić, Margarita Maruškić Kulaš,  
Marin Jarnjak

Javna ustanova AQUATIKA – slatkovodni akvarij Karlovac/ Public Institution AQUATIKA  
– Freshwater Aquarium Karlovac, Hrvatska; kkuri@aquariumkarlovac.com

Jezerce Lušćić nalazi se u gradskoj četvrti Lušćić u Karlovcu i nastalo je osamdesetih godina 20. stoljeća kao posljedica iskapanja temelja za nikada izgrađenu zgradu. U kišnim razdobljima puni se oborinskim i podzemnim vodama te predstavlja važno urbano slatkovodno stanište. Tijekom godina u jezerce su puštene invazivne crvenouhe kornjače (*Trachemys scripta elegans*), koje su nekadašnji vlasnici držali kao kućne ljubimce. Zbog dobre prilagodbe okolišu i obilja hrane, ova se vrsta uspješno razmnožila te počela ugrožavati autohtonu barsku kornjaču (*Emys orbicularis*) natjecanjem za prostor i hranu, te mjestom za sunčanje.

Radi zaštite autohtone vrste i očuvanja biološke raznolikosti, Javna ustanova Aquatika – slatkovodni akvarij Karlovac u suradnji s Ministarstvom gospodarstva i održivog razvoja započela je 2024. godine projekt BIOBLITZ – Alien SCI Bioblitz 2024. U sklopu projekta uklanjanje kornjača provedeno je pomoću zamke u obliku plutajućeg sunčališta. Tijekom 2024. i 2025. godine ulovljeno je 45 jedinki koje su obrađene i premještene u prihvatilište Aquatike, a 37 ih je trajno zbrinuto u Zoološkom vrtu Zagreb.

Lušćić Pond is located in the Lušćić district of Karlovac and was formed in the 1980s as a result of excavation works for a building that was never constructed. During rainy periods, it is replenished by rainwater and groundwater and represents an important urban freshwater habitat. Over the years, invasive red-eared slider turtles (*Trachemys scripta elegans*) were released into the pond by former pet owners. Due to their high adaptability and abundant food resources, this invasive species successfully reproduced and began to threaten the native European pond turtle (*Emys orbicularis*) through competition for space, food and basking place.

To protect the native species and preserve biodiversity, the Public Institution Aquatika – Freshwater Aquarium Karlovac, in cooperation with the Ministry of Economy and Sustain

able Development, launched the project BIOBLITZ – Alien SCI Bioblitz 2024 in 2024. As part of the project, invasive turtles were removed using a floating basking-platform trap enabling safe capture. During 2024 and 2025, 45 individuals were captured, measured, and transferred to Aquatika's shelter, with 37 permanently relocated to the Zagreb Zoo. These activities improve habitat conditions and represent an effective example of invasive species management in urban environments.

**Ključne riječi:** Jezerce Luščić, crvenouhe kornjače, barska kornjača, zamka

**Keywords:** Luščić Pond, red-eared slider turtles, European pond turtle, floating basking platform trap

## Uspostava eDNA referentnog početnog stanja za upravljanje invazivnom crvenouhom kornjačom u Zagrebu

### Establishing an eDNA Baseline for Managing Invasive Red-Eared Sliders in Zagreb

**Matej Vucić**<sup>1,2</sup>, Thomas Baudry<sup>3</sup>, Biljana Janev Hutinec<sup>4</sup>, Lana Jelić<sup>4</sup>, Irina Zupan<sup>4</sup>, Goran Klobučar<sup>1</sup>, Dušan Jelić<sup>5</sup>, Ana Birtić<sup>2</sup>, Iva Lovrić<sup>1</sup>, Karmela Adžić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek / Department of Biology, Faculty of Science, University of Zagreb, Horvatovac 102a, 10000 Zagreb, Hrvatska; matej.vucic@biol.pmf.hr; ana.galov@biol.pmf.hr; goran.klobucar@biol.pmf.hr

<sup>2</sup>eDNAture, d.o.o. / eDNAture, Ltd., Braće Radića 128A, 43290 Grubišno Polje, Hrvatska; karmela.adzic@ednature.hr

<sup>3</sup>Université de Poitiers, Laboratoire Écologie et Biologie des Interactions, UMR CNRS 7267 Equipe Ecologie Evolution Symbiose, Poitiers Cedex, Francuska; thomas.baudry@univ-poitiers.fr

<sup>4</sup>Javna ustanova Priroda Grada Zagreba / Public institution Zagreb City Nature, Maksimirski perivoj 1, 10000 Zagreb, Hrvatska; biljana.janev-hutinec@prirodazagreb.hr; lana.jelic@prirodazagreb.hr; irina.zupan@prirodazagreb.hr

<sup>5</sup>BIOTA d.o.o. / BIOTA Ltd., Maksimirska Cesta 129/5, 10000 Zagreb, Hrvatska; jelic.dusan@gmail.com

Invazivna crvenouha kornjača (*Trachemys scripta*) prijetnja je autohtonoj barskoj kornjači (*Emys orbicularis*) u vodnim tijelima Zagreba. U 2024–2025 provedeno je kombinirano praćenje (vizualna opažanja + eDNA) radi potvrde prisutnosti, mapiranja žarišta i uspostave „nultog stanja” za mjere uklanjanja. Voda je uzorkovana u terenskim triplikatima te analizirana metabarkodiranjem 12S-V5 i vrsno-specifičnim qPCR-om. Metabarkodiranje je detektiralo *T. scripta* na Savici (preljev) i na Četvrtom Maksimirskom jezeru u 2024., te na Prvom i Četvrtom Maksimirskom jezeru u 2025.; na Četvrtom jezeru u 2025. detektirana je i *Emys*. Single-target qPCR na razini Grada potvrdio je *T. scripta* na četiri lokaliteta (Sopnica–bara, Ježdovec–jezera, Jockey klub, Ontario), uz jedan upitan nalaz (Rijeka–Novo Brestje) i preporuku ponavljanja/optimizacije uzorkovanja. U kvantitativnoj eDNA studiji za procjenu uspješnosti uklanjanja (Maksimir i ZK Savica; VII–VIII 2025.) prisustvo je potvrđeno na 2 jezera u Maksimiru (4. i 5., transekti T2/T3) te na 4 od 6 postaja na Savici (kanal Ušće, Ušće sjever, Ciganska, Potkova), uz niske koncentracije eDNA (Ct ~36–40). Zaključno, qPCR se pokazao najpouzdanijim za monitoring niske biomase te kao osnova za praćenje trenda (promjene Ct) nakon izlova; predložen je lokalni protokol upravljanja uz integraciju eDNA u redovito praćenje.

The invasive red-eared slider (*Trachemys scripta*) poses a growing threat to the native European pond turtle (*Emys orbicularis*) in Zagreb's water bodies. In 2024–2025, we carried out integrated monitoring (visual surveys + eDNA) to confirm presence, map hotspots, and establish a baseline for targeted removal measures. Water was sampled in field triplicates and analysed using 12S-V5 metabarcoding and a species-specific qPCR assay. Metabarcoding detected *T. scripta* at Savica (spillway) and at the 4th Maksimir Lake in 2024, and at the 1st and 4th Maksimir Lakes in 2025; *Emys* was also detected at the 4th Lake in 2025. City-wide single-target qPCR confirmed *T. scripta* at four sites (Sopnica–pond, Ježdovec–lakes, Jockey Club, Ontario), with one ambiguous signal (Rijeka–Novo Brestje) and a recommendation to repeat/optimize sampling. In a quantitative eDNA study designed to evaluate removal success (Maksimir and Savica, July–August 2025), presence was confirmed at two Maksimir lakes (4th and 5th; transects T2/T3) and at four of six Savica stations (Ušće canal, Ušće north, Ciganska, Potkova), with low eDNA concentrations (Ct ~36–40). Overall, qPCR proved most reliable for low-biomass monitoring and provides a practical basis for trend tracking (Ct shifts) after trapping/removal, supporting a local management protocol with eDNA embedded in routine surveillance.

**Ključne riječi:** rana detekcija, upravljanje invazivnim vrstama, qPCR, metabarkodiranje, urbani ekosustavi

**Keywords:** early detection, invasive species management, qPCR, metabarcoding, urban ecosystems

## Čiope u gradovima

### Urban swifts

**Dubravko Dender**, Iva Šoštarić, Zdravko Budimir, Melani Glavinić  
Udruga Biom / Association Biom, Čazmanska 2, 10000 Zagreb, Hrvatska;  
dubravko.dender@biom.hr

Unutar porodice čiope (Apodidae) nalazimo ptičje vrste koje najveći dio svog života provode u zraku. To znači da u zraku mogu čak i spavati, međutim, tijekom perioda gniježdenja moraju redovito slijetati zbog gradnje gnijezda i brige o podmlatku. Na području Hrvatske dolaze tri vrste – bijela čiope (*Tachymarptis melba*), crna čiope (*Apus apus*) i smeđa čiope (*Apus pallidus*) i sve se one osim na prirodnim staništima – pukotine strmih stijena i litica, gnijezde u gradovima i drugim naseljima. Naše su vrste kolonijalne, a u urbanim sredinama gnijezda smještaju u različite šupljine na građevinama, bilo da je riječ o oštećenjima ili su one planirane prilikom izgradnje. Na primjeru Dubrovnika smo kroz posljednja dva desetljeća imali priliku utvrditi čitav niz građevinskih zahvata na spomeničkoj baštini, ali i modernoj infrastrukturi, koji su imali izrazito negativan utjecaj na populacije bijele i crne čiope u ovom gradu. Stoga je u posljednjih nekoliko godina proveden niz aktivnosti na području samog grada Dubrovnika čiji je cilj edukacija šire javnosti, ali i predstavnika drugih sektora o očuvanju čiope u gradovima. U tu je svrhu pripremljena karta s građevinama na kojima se nalaze kolonije čiope te dvije brošure na temu očuvanja ovih ptica u urbanim sredinama, odnosno šupljina na građevinama povoljnim za njihovo gniježđenje. Navedeni koraci predstavljaju osnovu za daljnji rad na integraciji mjera očuvanja čiope u upravljanje urbanim prostorom i spomeničkom baštinom na području čitave Hrvatske.

Within the swift family (Apodidae), there are bird species that spend the majority of their lives in flight. This means that they are even capable of sleeping while airborne; however, during the breeding period they must regularly land in order to build nests and care for their offspring. In Croatia, three species occur—the Alpine Swift (*Tachymarptis melba*), the Common Swift (*Apus apus*), and the Pallid Swift (*Apus pallidus*). In addition to natural habitats such as crevices in steep cliffs and rock faces, all three species also breed in cities and other settlements.

These species are colonial, and in urban environments they place their nests in various cavities within buildings, whether these cavities result from structural damage or were intentionally incorporated during construction. Using Dubrovnik as a case study, over the past two decades we have documented a wide range of construction interventions on cultural heritage buildings as well as on modern infrastructure, many of which have had a markedly negative impact on populations of the Alpine and Common Swift in the city. Consequently, in recent years a series of activities has been implemented within the city of Dubrovnik aimed

at educating the general public as well as representatives of other sectors about the conservation of swifts in urban areas. To this end, a map of buildings hosting swift colonies has been produced, along with two brochures addressing the conservation of these birds in urban environments and the preservation of building cavities suitable for their nesting. These steps provide a foundation for further work on integrating swift conservation measures into the management of urban space and cultural heritage across Croatia.

**Ključne riječi:** Apodidae, urbana gnijezdilišta, šupljine, Dubrovnik

**Key words:** Apodidae, urban nesting sites, cavities, Dubrovnik

## Urbana zelena infrastruktura grada Zagreba – usporedba dviju gradskih četvrti

### Urban Green Infrastructure in the City of Zagreb – A Comparison of Two Districts

**Klara Kranjčec<sup>1</sup>, Perina Žanetić<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Arhitektonski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Fra Andrije Kačića Miošića 26,  
10000 Zagreb, Hrvatska; kkranjcec@arhitekt.hr

<sup>2</sup>Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb,  
Hrvatska; peks2806@gmail.com

Urbana zelena infrastruktura jedan je od ključnih elemenata razvoja otpornih gradova. Planiranje postojećih i novih zelenih površina doprinosi kvaliteti života, ugodnoj mikroklimi i očuvanju bioraznolikosti. Ovaj rad bavi se usporedbom zelene infrastrukture dviju četvrti Zagreba (Maksimir i Trešnjevka Sjever) te ih interpretira u kontekstu ukupnog udjela zelenih površina u gradu. Analize se temelje na dostupnim prostornim podacima te se provode primjenom GIS alata. Poseban naglasak stavljen je na pristupačnost zelenih površina, njihovu prostornu povezanost i funkcionalne aspekte. Odabrane četvrti ističu se kao dva oprečna primjera: Maksimir se odlikuje velikim, međusobno povezanim zelenim sustavima, uključujući parkovne i šumske površine od gradske važnosti s prepoznatim kulturnim vrijednostima; dok Trešnjevku Sjever karakterizira visoka gustoća izgrađenosti, ograničena dostupnost većih javnih zelenih prostora i izražena fragmentiranost postojećih zelenih površina. Navedeno ukazuje na poseban značaj kontinuiteta zelenih prostora četvrti Maksimir, tzv. zelenih prstiju Medvednice, koja izostaje u četvrti Trešnjevka Sjever. Zaključno, rad doprinosi razumijevanju uloge kontekstualno prilagođenog planiranja urbane zelene infrastrukture na razini susjedstva kontekstualno te ističe mogućnosti očuvanja i unapređenja zelenih sustava kao osnovu za održivi razvoj Zagreba.

Urban green infrastructure is one of the key elements of resilient urban development. Planning of existing and new green areas contributes to the quality of life, comfortable microclimate and the conservation of biodiversity. This study focuses on a comparative analysis of the green infrastructure of two districts in Zagreb (Maksimir and Trešnjevka North) and interprets them in the context of the total share of green areas in the city. The analyses are based on available spatial data and are conducted using GIS tools. Particular attention is given to the accessibility of green areas, their spatial connection and functional aspects. The selected city districts represent two contrasting examples: Maksimir is defined by large, interconnected green systems, including park and forest areas of city-level significance with

recognized cultural values; while Trešnjevka North is characterized by high building density, limited accessibility to larger public green spaces and noticeable fragmentation of existing green areas. The above indicates the special importance of the continuity of green spaces in the Maksimir district, the so-called green fingers of Medvednica, which is absent in the Trešnjevka North district. In conclusion, the study contributes to understanding the role of contextually adapted urban green infrastructure planning at the neighbourhood level and highlights the possibilities of preserving and improving green systems as the basis for sustainable development of Zagreb.

**Ključne riječi:** Trešnjevka Sjever, Maksimir, urbane zelene površine, GIS, održivost

**Keywords:** Trešnjevka North, Maksimir, urban green areas, GIS, sustainability

## Posljedice građevinskih radova u urbanim područjima na stabala u gradovima

### Impacts of construction activities in urban areas on urban trees

**Iva Šikić Vargašević**, Iva Ištok Pandur, Vinko Paulić

Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije / University of Zagreb  
Faculty of Forestry and Wood Technology, Svetošimunska cesta 23, 10000 Zagreb,  
Hrvatska; isikic@sumfak.unizg.hr

Stabla u urbanim područjima jedan su od osnovnih elemenata urbanih mreža zelene infrastrukture koje pružaju brojne usluge i osiguravaju biološku raznolikost u gradovima. Urbana stabla sve su češće izložena građevinskim radovima u njihovoj neposrednoj blizini prilikom kojih dolazi do oštećenja korijenskog sustava. Specifična oštećenja nastaju zbog zamjene podzemne infrastrukture u zoni korijena kojima se dio korijena oštećuje i uklanja. Takvi zahvati za posljedicu mogu imati fiziološki stres, smanjenje stabilnosti i smanjeni rast. Dugoročno, posljedice za stablo mogu ishoditi kraćim životnim vijekom. Istraživanje je provedeno u park-šumi Dotrščina na dvanaest stabala hrasta kitnjaka (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl. Stabla su oštećivana kroz tri tretmana različitog intenziteta čime su simulirana oštećenja do kojih dolazi prilikom radova u neposrednoj blizini stabala u urbanim područjima. Ponovljenim poteznim testom ispitivan je utjecaja oštećivanja i uklanjanja korijena na stabilnost stabala, dok je metodom mikro izvrtaka ispitivan utjecaj oštećenja na anatomske karakteristike formiranja sekundarnog ksilema. Rezultati istraživanja utjecaja oštećenja na stabilnost stabala ukazuju da iskopi uz samo deblo značajno utječu na smanjenje stabilnosti, dok se s povećanjem udaljenosti iskopa od debla utjecaj na stabilnost smanjuje. Analizom izvrtaka (udio, promjer i površina lumena traheja) utvrđeno je da oštećivanja nisu statistički značajno utjecala na formiranje sekundarnog ksilema. Urbana stabla imaju važnu ulogu u kontekstu prilagodbe urbanih područja klimatskim promjenama. Primjena preventivnih mjera zaštite stabala pri izvođenju građevinskih radova ključna je za osiguravanje vitaliteta urbanih stabala.

Urban trees are one of the fundamental elements of urban green infrastructure networks, providing numerous ecosystem services and supporting biodiversity in cities. Urban trees are increasingly exposed to construction. Construction activities can damage above-ground and underground parts of the tree. Specific damage occurs due to the replacement of underground infrastructure with excavations in the root zone. Excavations can cause damage to the root system. Such interventions can result in physiological stress, reduced stability,

and reduced growth of the tree. In the long term, the consequences for the tree can result in a reduced lifespan. The research was conducted in the Dotrščina park-forest on twelve sessile oak trees (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.). The trees were damaged two meters from the trunk, one meter from the trunk, and tangential to the trunk. The impact on stability damaging the roots was investigated using a pulling test, while the impact on the formation of secondary xylem was investigated using the micro-core method. The results of the research on the impact on stability show that excavation tangential to the trunk significantly affects the stability, while increasing the distance of the excavation from the trunk reduces the impact. Analyzing the anatomical characteristics of the secondary xylem (area, diameter, and surface of the tracheal lumen) showed that root damage did not have a statistically significant effect on the formation of secondary xylem. Urban trees play an important role in the context of urban climate change adaptation. The implementation of preventive tree protection measures during construction activities is therefore crucial for maintaining the vitality and long-term functionality of urban trees.

**Ključne riječi:** Urbana stabla, iskop, potezni test, stabilnost stabla, metoda mikro izvrtaka, sekundarni ksilem, lumen traheja, zona korijena sažetak

**Keywords:** Urban trees, excavations, pulling test, tree stability, microcoring technique, secondary xylem, tracheal lumen, root zone, trenching abstract

## Aktivne mjere očuvanja šumskih ekosustava u urbanim i periurbanim područjima Grada Zagreba

### Active conservation of urban and peri-urban forest ecosystems in Zagreb

Damir Miškulin, Nives Salopek, **Matea Vuković**, Tihana Pavelić

Hrvatske šume d.o.o., UŠP Zagreb, Lazinska 41, 10000 Zagreb, Hrvatska; tihana.pavelic@hrsume.hr

Na području Grada Zagreba urbane i periurbane šume su pod iznimnim pritiskom urbanizacije kao što su fragmentacija staništa, ilegalno odlaganje otpada, pritisak javnosti i neposredan gubitak staništa. Pojedini se dijelovi tih šuma nalaze i pod zaštitom te su dio ekološke mreže Natura 2000.

Na urbanom i periurbanom području održivo gospodarenje šuma provodi se kroz šumsko-gospodarske planove, koji su na području ekološke mreže i zaštićenih područja usklađeni s planovima upravljanja, kako bi se gospodarenje prilagodilo ciljevima zaštite prirode. Ove su šume od iznimnog značaja za sve stanovnike Grada Zagreba jer im pružaju razne općekorisne funkcije, kao što su prostor za rekreaciju, pročišćivanje zraka, zaštita od erozije itd.

Cilj je ovog rada prikazati aktivne mjere očuvanja koje provode Hrvatske šume d.o.o. u urbanim i periurbanim šumama Grada Zagreba kako bi ova staništa očuvala svoju bioraznolikost i prirodnost. Prikazat ćemo i rezultate našeg rada u kojima je vidljivo kako je stanište i šumu moguće obnoviti i zadržati njegovu prirodnost.

Očuvanje svih općekorisnih i gospodarskih funkcija urbanih i periurbanih šuma iziskuje angažman i aktivnost svih nas koji djelujemo u tom prostoru – zaštita prirode, gospodarski subjekti, društvene zajednice i svaki građanin kao pojedinac. Samo zajedničkom suradnjom moguće je očuvati prirodna staništa za buduće generacije.

Urban and peri-urban forests in the City of Zagreb face significant pressures from urbanization, including habitat fragmentation, illegal waste disposal, public pressure, and direct loss of habitat. Certain forest areas are legally protected and form part of the Natura 2000 ecological network.

Sustainable management in these areas is implemented through forest management plans, which, in protected and Natura 2000 sites, are aligned with management objectives to ensure compatibility with conservation goals. These forests provide essential ecosystem services to Zagreb's residents, including recreational opportunities, air purification, and erosion control. This paper presents the active conservation measures undertaken by Croatian Forests Ltd. (Hrvatske šume d.o.o.) in Zagreb's urban and peri-urban forests to preserve biodiversity and

maintain the natural character of these habitats. The results demonstrate that forests and habitats can be effectively restored while retaining their ecological integrity. The preservation of both ecological and economic functions of urban and peri-urban forests requires the engagement of all stakeholders, including conservation authorities, economic actors, local communities, and individual citizens. Collaborative efforts are essential to safeguard these natural habitats for future generations.

**Ključne riječi:** urbane i periurbane šume, šumski ekosustav, mjere očuvanja

**Keywords:** urban and peri-urban forests, forest ecosystem, conservation measures

## **Urbane šume Grada Zagreba na ispitu: Ocjena ekološkog stanja i bioraznolikosti šuma Novoselec i Zelengaj**

### **Urban forests of Zagreb put to the test: Examination of the ecological condition and biodiversity of forests Novoselec and Zelengaj**

**Miha Jurić**<sup>1</sup>, Sara Essert<sup>1</sup>, Biljana Janev Hutinec<sup>2</sup>, Dario Hruševar<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek /  
University of Zagreb, Faculty of Science, Department of Biology,  
Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska; miha.juric@yahoo.com

<sup>2</sup>Javna ustanova Priroda Grada Zagreba / Public institution Zagreb City Nature, Maksimirski  
perivoj 1, 10000 Zagreb, Hrvatska; biljana.janev-hutinec@prirodazagreb.hr;

Urbane šume Grada Zagreba pozitivno utječu na zdravlje i kvalitetu života građana Zagreba kroz brojne usluge ekosustava, a predstavljaju i značajno stanište za mnogobrojne organizme. Sa ciljem utvrđivanja njihova stanja i načina pravilnog upravljanja, 2024. godine razvijene su Smjernice za praćenje ekološkog stanja i bioraznolikosti urbanih šuma Grada Zagreba. U svrhu njihova testiranja, iste su u ovome radu korištene za procjenu ocjene ekološkog stanja šuma Novoselec i Zelengaj u Zagrebu. Svaka šuma bila je predstavljena dvjema istraživačkim plohama gdje su korišteni brojni parametri za prikupljanje informacija o njihovim geografskim i okolišnim uvjetima, stanju bioraznolikosti i stanju šumskih sastojina. Na temelju prikupljenih podataka obavljeno je vrednovanje ekološkog stanja. Sve istraživane plohe dobile su dobru ocjenu ekološkog stanja (3 od 5). Najveća bioraznolikost zabilježena je na otvorenim dijelovima šumskog sklopa, ali su se isti pokazali i najpogodnijima za razvitak invazivnih stranih vrsta. Razlika u karakteristikama živućih stabala i mrtvog drveta, primarno u pogledu dostupnih mikrostaništa, najviše je ovisila o načinu gospodarenja šumama. Smjernice su se pokazale obećavajućim za budućnost ekoloških istraživanja te smo predložili poboljšanja.

Urban forests of Zagreb have a positive impact on the health and quality of life of the city's citizens through the ecosystem services they provide, but they also represent an important habitat for numerous organisms. With the aim of determining their condition and proper methods of management, the Guidelines for Monitoring the Ecological Condition and Biodiversity of Urban Forests in the City of Zagreb were developed in 2024. They were used in this study to assess the ecological condition rating of Zagreb forests Novoselec and Zelengaj. Each forest was represented by two research sites where numerous parameters were used

to collect information on their geographical and environmental conditions, state of biodiversity and state of forest stands. Based on the collected data, an evaluation of the ecological condition was carried out. All research plots received a good ecological condition rating (3 out of 5). Greatest biodiversity was recorded in canopy gaps, but they also proved to be the most suitable for the development of invasive alien species. The difference in the characteristics of living trees and deadwood, primarily in terms of available microhabitats, depended mostly on the way the forests were managed. The guidelines proved promising for the future of ecological research and we proposed improvement measures.

**Ključne riječi:** ekološko vrednovanje, šumska mikrostaništa

**Keywords:** ecological assessment, forest microhabitats

## Važnost urbane biljne raznolikosti – primjer parka Maksimir The importance of urban plant diversity – the example of Maksimir park

**Božena Mitić**<sup>1</sup>, Suzana Buzjak<sup>2</sup>, Renata Šoštarić<sup>1</sup>, Mirjana Vrbek<sup>2</sup>, Dario Hruševar<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, /  
University of Zagreb, Faculty of Science, Department of Biology, 10000 Zagreb, Hrvatska;  
bozena.mitic@biol.pmf.hr

<sup>2</sup>Hrvatski prirodoslovni muzej, Zagreb / Croatian Natural History Museum,  
10000 Zagreb, Hrvatska

S obzirom da su urbane šume „pluća“ gradova, ali i potencijalni bazeni za unošenje invazivnih stranih vrsta (IAS), cilj ovog istraživanja bio je utvrditi raznolikost vaskularnih biljaka najvećeg zagrebačkog urbanog „šumskog“ parka, Maksimira. Floristička istraživanja su provedena oko 252 ha (bez ZOO vrta i pokusnih poljoprivrednih površina), tijekom dvadesetogodišnjeg perioda (2002. do 2023.), u nekoliko kontinuiranih i brojnih sporadičnih navrata. Podaci su ugrađeni u bazu podataka Flora Croatica (<https://hirc.botanic.hr/fcd/>). U njoj je za cjelokupno područje parka navedeno preko 700 vaskularnih biljaka, a našim istraživanjima na suženom području zabilježeno je 418 svojti, koje su uvrštene u daljnju florističku analizu. Većina identificiranih svojti pripadala je porodicama Poaceae (8.9%), Asteraceae (8.0%), Fabaceae (6.7%), Lamiaceae (6.4%) i Rosaceae (5.5%). Analize su pokazale da dominiraju hemikriptofiti (56%), euroazijski geoelementi (35.5%) i kozmopolitske biljke (30.2%). Četiri biljne vrste pripadaju IUCN kategoriji VU prema Crvenoj knjizi vaskularne flore Hrvatske. Neofiti su bili zastupljeni s 25 svojti, a većina (23) ih pripada invazivnim stranim vrstama te su one komparirane s prethodnim istraživanjima invazivnih biljaka parka Maksimira. Iako je zabilježen udio invazivnih stranih biljaka (5.5%) relativno malen, taj se broj s godinama povećava pa je potrebno stalno praćenje, kontrola i iskorjenjivanje kako bi se spriječilo njihovo širenje u okolna područja. Dobiveni rezultati ukazuju na značajan doprinos florističkog bogatstva parka Maksimir ukupnoj biljnoj raznolikosti Zagreba i Hrvatske.

Given that urban forests are considered the “lungs” of cities, but also represent potential polls for the introduction of invasive alien species (IAS), the aim of this study was to assess the diversity of vascular plants in Zagreb’s largest forest urban park, Maksimir. Floristic surveys were conducted over an area of approximately 252 ha (excluding the ZOO and experimental agricultural plots) during a twenty-year period (2002 - 2023), through a combination of continuous surveys and numerous sporadic sampling events. The collected data were

incorporated into the Flora Croatica database. According to this database, more than 700 plants have been recorded across the entire park area, while our study documented 418 taxa within the surveyed area, which were included in further floristic analyses. Most of the recorded taxa belonged to the families Poaceae (8.9%), Asteraceae (8.0%), Fabaceae (6.7%), Lamiaceae (6.4%) and Rosaceae (5.5%). The analyses revealed a predominance of hemicryptophytes (56%), Eurasian geoelements (35.5%), and cosmopolitan taxa (30.2%). Four plant species are classified under the IUCN category VU according to the Red Book of the Vascular Flora of Croatia. A total of 25 neophytes were recorded, the majority of which (23) are IAS, and their occurrence was compared with previous studies on IAS in Maksimir Park. Although the proportion of IAS (5.5%) is relatively low, this number has been increasing over time, highlighting the need for continuous monitoring, control and eradication measures to prevent their spread into surrounding areas. The results obtained indicate that the floristic richness of Maksimir Park makes a significant contribution to the overall plant diversity of both Zagreb and Croatia.

**Ključne riječi:** urbana šuma, raznolikost vaskularnih biljaka, autohtone biljke, invazivne strane biljke

**Key words:** urban forest, vascular plant diversity, native plants, invasive alien plants

## Učinci odgođene košnje cvjetnih livada na bioraznolikost biljaka i oprašivača u gradu Zagrebu

### Effects of delayed mowing of urban flower meadows on plant and pollinator biodiversity in the City of Zagreb

Lucia Perković<sup>1</sup>, **Jurica Tadić<sup>1</sup>**, **Ivan Lakuš<sup>1</sup>**, Lara Božičević<sup>1</sup>, **Matko Bišćan<sup>1</sup>**, **Barbara Tomičević<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>EKONERG – institut za energetiku i zaštitu okoliša d.o.o., Koranska 5, 10000 Zagreb, Hrvatska; matko.biscan@ekonerg.hr

<sup>2</sup>Gradski ured za mjesnu samoupravu, promet, komunalne poslove, civilnu zaštitu i sigurnost, Grad Zagreb, Ulica kneza Branimira 71b, 10000 Zagreb, Hrvatska

Grad Zagreb u 2024. proveo je pilot projekt „Cvjetne livade“ kojim se na odabranim javnim zelenim površinama uveo režim odgođene košnje kao mjera jačanja populacija divljih oprašivača i povećanja bioraznolikosti u urbanom prostoru. S obzirom na uspješno provedenu prvu sezonu projekta, projekt je nastavljen 2025. godine te je nastavljen monitoring flore i faune na 19 lokacija u 11 gradskih četvrti, uz usporedbu ploha u režimu kratke i duge cvatnje s kontrolnim travnjacima u uobičajenom režimu košnje. Florističkim istraživanjima na 38 ploha zabilježeno je ukupno 129 biljnih vrsta, pri čemu su plohe duge cvatnje imale najveći prosječan broj vrsta i najviše vrijednosti Shannon–Wienerova indeksa, dok su kontrolne plohe imale najmanje bogatstvo i raznolikost flore. Faunističkim istraživanjima zabilježeno je 50 vrsta divljih oprašivača, pri čemu su plohe kratke cvatnje imale najveći prosječan broj vrsta oprašivača i najviše vrijednosti Shannon–Wienerova indeksa, dok su kontrolne plohe bile najsiromašnije. Analize pokazuju snažnu pozitivnu vezu između broja vrsta oprašivača i broja cvatućih, entomofilnih biljnih vrsta, kao i statistički značajne razlike između režima košnje. Uz pozitivne ekološke učinke, provedeno je 11 edukativnih radionica i šetnji za djecu, predavanje za djelatnike Zrinjevca te su izrađeni edukativno–informativni plakati za gradske četvrti uključene u projekt, čime se projekt pozicionirao kao važan element očuvanja zelene infrastrukture i uključivanja lokalne zajednice u održivo upravljanje urbanim travnjacima s naglaskom na edukativnu komponentu.

In 2024, the City of Zagreb implemented the pilot project “Flower Meadows”, introducing delayed mowing regimes on selected public green areas as a measure to strengthen wild pollinator populations and increase biodiversity in the urban environment. Given the successful implementation of the first project season, the project was continued in 2025, and monitoring of flora and fauna was carried out at 19 sites in 11 city districts, comparing plots under

short- and long-flowering regimes with control lawns managed under conventional mowing. Floristic surveys on 38 plots recorded a total of 129 plant species, with long-flowering plots showing the highest mean species richness and the highest Shannon–Wiener diversity values, while control plots had the lowest floristic richness and diversity. Faunistic surveys recorded 50 wild pollinator species, with short-flowering plots supporting the highest mean number of pollinator species and the highest Shannon–Wiener values, whereas control plots were the poorest. The analyses indicate a strong positive relationship between the number of pollinator species and the number of flowering, entomophilous plant species, as well as statistically significant differences among mowing regimes. In addition to positive ecological effects, 11 educational workshops and walks for children were organized, a lecture was held for Zrinjevac staff, and educational–informational posters were produced for the city districts involved in the project, positioning the project as an important element in conserving green infrastructure and engaging the local community in sustainable management of urban grasslands, with a strong emphasis on the educational component.

**Ključne riječi:** urbana bioraznolikost, cvjetne livade, odgođena košnja, oprašivači, Grad Zagreb, edukacija

**Keywords:** urban biodiversity, flower meadows, delayed mowing, pollinators, City of Zagreb

## **Planiranje očuvanja oprašivača u gradovima: ciljevi i prvi koraci projekta Zoo LIFE *Pollinators***

### **Planning Pollinator Conservation in Cities: Objectives and First Steps of the Zoo LIFE *Pollinators* Project**

**Maja Jurić, Ana Milković Opašić**

Ustanova Zoološki vrt Grada Zagreba, Fakultetsko dobro 1, 10000 Zagreb, Hrvatska;  
ana.milkovic@zoo.hr

Oprašivači imaju ključnu ulogu u očuvanju bioraznolikosti, stabilnosti ekosustava i kvalitete života u naseljenim područjima, ali njihove su populacije pod snažnim pritiscima zbog fragmentacije i gubitka staništa, zagađenja i intenzivnog održavanja zelenih površina. Projekt Zoo LIFE *Pollinators*, koji okuplja partnere iz devet europskih zemalja, usmjeren je na razvoj integriranog pristupa očuvanju oprašivača u gradovima i njihovoj okolini kroz aktivne mjere zaštite prirode i snažno uključivanje građana.

U izlaganju će se predstaviti koncept projekta i njegovi glavni ciljevi, s naglaskom na ulogu zooloških vrtova i povezanih javnih zelenih prostora kao lokalnih središta za obnovu staništa, razvoj zelene infrastrukture i provedbu rješenja temeljenih na prirodi. Prikazat će se dosadašnje aktivnosti provedene u početnoj fazi projekta, uključujući izradu zajedničkih metodoloških okvira, pripremu edukacijskih i komunikacijskih alata te planiranje prilagodbi upravljanja zelenim površinama u korist oprašivača.

Zaključno će se dati pregled sljedećih koraka projekta, koji uključuju provedbu konkretnih restauracijskih zahvata, testiranje prirodi bliskih pristupa krajobraznom uređenju te daljnje jačanje sudjelovanja lokalnih zajednica u očuvanju bioraznolikosti. Projekt predstavlja primjer kako se očuvanje prirode može učinkovito integrirati u svakodnevno upravljanje prostorom i javne politike, uz istodobno povećanje svijesti i angažmana građana.

Pollinators play a crucial role in maintaining biodiversity, ecosystem stability and quality of life in urban environments. However, their populations are under significant pressure due to habitat fragmentation and loss, pollution, and the intensive management of green spaces. The Zoo LIFE *Pollinators* project, bringing together partners from nine European countries, aims to develop an integrated approach to pollinator conservation in cities and their surrounding areas through active nature conservation measures and strong public engagement. The presentation will introduce the project concept and its main objectives, with particular emphasis on the role of zoological gardens and associated public green spaces as local hubs for habitat restoration, the development of green infrastructure, and the implementation of nature-based solutions. It will also showcase activities carried out during the initial phase

of the project, including the development of shared methodological frameworks, the preparation of educational and communication tools, and the planning of adjustments to green space management practices to benefit pollinators.

In conclusion, an overview of the next steps of the project will be provided, including the implementation of concrete restoration actions, the testing of nature-friendly approaches to landscape management, and the further strengthening of local community involvement in biodiversity conservation. The project serves as an example of how nature conservation can be effectively integrated into everyday spatial management and public policies, while simultaneously raising awareness and increasing citizen engagement.

**Ključne riječi:** Oprašivači, urbana bioraznolikost, uključivanje građana, upravljanje zelenim površinama

**Keywords:** Pollinators, urban biodiversity, citizen engagement, green space management

## Uloga šišmiša u urbanim ekosustavima pod utjecajem klimatskih promjena

### The role of bats in urban ecosystems under climate change

**Tea Hutten**, Stjepan Renje, Marta Renje, Amalia Brkić, Mirna Mazija

Udruga za zaštitu šišmiša Tragus / Association for Bat Conservation Tragus, Planinska 5, 10000 Zagreb, Hrvatska; abc.tragus@gmail.com

Klimatske promjene uzrokuju pomake u rasprostranjenosti brojnih vrsta, pri čemu granice biogeografskih regija postaju sve manje jasne. Takvi su procesi posebno izraženi u urbanim sredinama, gdje ih dodatno ubrzavaju lokalno izmijenjeni mikroklimatski uvjeti koji pogoduju oportunističkim vrstama. Urbane zelene površine predstavljaju važna lovna i migratorna područja za šišmiše u gradskim sredinama, u kojima oni djeluju kao indikatori bioraznolikosti te pružaju važne usluge ekosustava regulacijom populacija kukaca. Tijekom 2025. godine provedeno je istraživanje faune šišmiša Parka Maksimir s ciljem prikupljanja podataka o prisutnosti pojedinih vrsta i usporedbe s prijašnjim istraživanjima. Aktivnost šišmiša je praćena akustičkim monitoringom stacionarno i duž linijskog transekta, a sastav vrsta dodatno je istražen hvatanjem šišmiša mrežama uz rub jezera, čime su potvrđene vrste koje je akustičkim metodama teško pouzdano razlikovati. Zabilježeno je nekoliko novih vrsta za faunu šišmiša Parka Maksimir, uključujući južnog potkovnjaka i primorskog šišmiša, vrste koje se uobičajeno vežu uz mediteransku biogeografsku regiju. Osim što je potvrđena velika raznolikost faune šišmiša Parka Maksimir i njegova važnost u očuvanju populacija šišmiša u urbanom krajobrazu, istraživanje ukazuje i na potencijal šišmiša u ublažavanju posljedica širenja alohtonih kukaca povezanog s klimatskim promjenama.

Climate change is causing shifts in the distribution of numerous species, leading to increasingly blurred boundaries between biogeographical regions. These processes are particularly pronounced in urban environments, where locally altered microclimatic conditions further accelerate changes and favour opportunistic species. Urban green spaces represent important foraging and migratory areas for bats inhabiting cities, where they serve as indicators of biodiversity and provide valuable ecosystem services through the regulation of insect populations. In 2025, a survey of the bat fauna of Maksimir Park was conducted with the aim of collecting data on species presence and comparing the results with previous surveys. Bat activity was monitored using acoustic methods with a stationary device from April to October, as well as through recordings along a linear transect. Species composition was further investigated by mist-netting bats on lake shore, which allowed confirmation of species that

are difficult to reliably distinguish using acoustic methods alone. Several bat species new to the fauna of Maksimir Park were recorded, including the Mediterranean Horseshoe Bat and the Savi's Pipistrelle, species typically associated with the Mediterranean biogeographical region. In addition to confirming the high diversity of bat fauna in Maksimir Park and the importance of the Park in maintaining bat populations within the urban landscape, this study highlights the potential of bats to mitigate the impacts of climate-change-driven spread of alien insect species.

**Ključne riječi:** Chiroptera, usluge ekosustava, urbana staništa, klimatske promjene

**Keywords:** Chiroptera, ecosystem services, urban habitats, climate change

## Skriveni centri endemizma u subtermalnim podzemnim vodama grada Zagreba

### Hidden centres of endemism in the subthermal groundwater of the city of Zagreb

**Sanja Gottstein**

Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek /  
Department of Biology, Faculty of Science, University of Zagreb, Horvatovac 102a,  
10000 Zagreb, Hrvatska; sanja.gottstein@biol.pmf.hr

Jugozapadne padine Medvednice bogate su geotermalnim vodama na izvorima Sutinskih vrela (Podsused) i Dubravice (Gornji Stenjevec). Plitka i hladna podzemna voda holocenskih sedimenata miješa se s ukliještenom geotermalnom vodom trijaskih dolomita, tvoreći specifične temperaturne uvjete koji su pogodovali preživljavanju, adaptaciji i specijaciji vodenih beskralježnjaka. Provedenim faunističkim i ekološkim istraživanjima u drugoj polovici XX. stoljeća utvrđena je raznolika i jedinstvena zajednica podzemne vodene faune. Recentnim istraživanjima cilj je bio rekognoscirati prethodne nalaze podzemne faune, utvrditi nove lokalitete i nalaze novih vrsta te fizikalno-kemijske parametre vode u subtermalnim izvorima, bušotinama i bunarima Sutinskih vrela i Dubravice.

Zabilježen je najmanji raspon temperature vode u izvoru Dubravica (17,5 do 18,3 °C), veći na izvorima Sutinskih vrela (14,5 do 24,1 °C) i najveći u bušotinama (11,9 do 23,9 °C). Vode su u rasponu od blago kiselih do blago alkalnih s visokim vrijednostima električne vodljivosti (563 do 932  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ). Zabilježeno je 18 stigobiontnih vrsta rakova iz skupina Copepoda, Syncarida, Isopoda i Amphipoda, od kojih je pet endemično za faunu Hrvatske. Toplovodna vodenabura *Protelsonia hungarica thermalis*, vodenabura *Balkanostenasellus skopljensis croaticus* i veslonožac *Acanthocyclops petkovskii* endemi su subtermalnih voda grada Zagreba.

Intenzivna urbanizacija, hidromorfološke promjene, nekontrolirano crpljenje i onečišćenje podzemnih voda trajno narušavaju fizičku i ekološku stabilnost subtermalnih izvora. Klimatske promjene i snižavanje vodonosnika te promjene u kapacitetu miješanja hladnih i visokotemperaturnih geotermalnih voda imaju dodatni negativni učinak.

The southwestern slopes of Medvednica are rich in geothermal waters at the springs of Sutinska vrela (Podsused) and Dubravica (Gornji Stenjevec). Shallow, cold groundwater from Holocene sediments mixes with trapped geothermal water in Triassic dolomites, creating specific temperature conditions favourable for the survival, adaptation, and speciation of aquatic invertebrates. Faunistic and ecological research conducted in the second half of the 20th century identified a diverse and unique community of subterranean aquatic fauna. The

aim of recent research was to verify previous records on underground fauna, identify new localities and new species, and determine the physical and chemical parameters of water in subthermal springs, boreholes, and wells at Sutinska vrela and Dubravica.

The lowest water temperature range was recorded at the Dubravica spring (17.5 to 18.3 °C), higher at the Sutinska vrela springs (14.5 to 24.1 °C), and highest in the boreholes (11.9 to 23.9 °C). The waters range from slightly acidic to slightly alkaline, with high conductivity values (563 to 932  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ). Eighteen species of stygobiont crustaceans from Copepoda, Syncarida, Isopoda, and Amphipoda were recorded, five of which are endemic to Croatia. The thermal water-louse *Protelsonia hungarica thermalis*, water-louse *Balkanostenasellus skopljensis croaticus*, and copepod *Acanthocyclops petkovskii* are endemic to the subthermal waters of the city of Zagreb.

Intensive urbanisation, hydromorphological changes, uncontrolled pumping, and groundwater pollution permanently damage the physical and ecological stability of subthermal groundwater. Climate change, aquifer depletion, and changes in the mixing capacity of cold and high-temperature geothermal waters have additional negative effects.

**Ključne riječi:** geotermalna voda, stigobionti, endemizam, Sutinska vrela, Dubravica

**Keywords:** geothermal water, stygobionts, endemism, Sutinska vrela, Dubravica

## Plitka urbana jezera i zooplankton: otpornost i mogućnosti oporavaka na okolišne stresore

### Shallow Urban Lakes and Zooplankton: Resilience and Recovery Potential to Environmental Stressors

**Maria Špoljar**<sup>1,2</sup>, Tvrtko Dražina<sup>1,2</sup>, Ivana Padovan<sup>1,2</sup>, Matej Faller<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek /  
Department of Biology, Faculty of Science, University of Zagreb, Horvatovac 102a,  
10000 Zagreb, Hrvatska; maria.spoljar@biol.pmf.hr

<sup>2</sup>Hrvatsko ekološko društvo/Croatian ecological Society, Rooseveltov trg 6, Zagreb, HR

Istraživanje zooplanktona provedeno je 2025. godine u šest plitkih jezera Značajnog krajobraza Savica, važnog urbanog močvarnog ekosustava grada Zagreba. Ciljevi istraživanja bili su utvrditi: (i) sezonske oscilacije brojnosti i raznolikosti zooplanktona i okolišnih čimbenika; (ii) procijeniti stupanj trofije plitkih jezera temeljem indeksa trofije i biocenoloških obilježja zooplanktona te (iii) predložiti mjere očuvanja ekosustava. Ukupno je zabilježena 71 svojta, pri čemu su Rotifera dominirali u raznolikosti (47 vrsta) i brojnosti. Carlsonov indeks stupnja trofije temeljen na okolišnim čimbenicima ukazao je na eutrofno stanje, dok su indeksi temeljeni na zooplanktonu upućivali na mezo-eutrofno stanje većine jezera. Struktura zooplanktona odražava umjereno do povišeno opterećenje hranjivim tvarima, uz izraženu predaciju riba i dominaciju detritivornih vrsta. Dobiveni rezultati naglašavaju važnost integriranog monitoringa bioloških i abiotičkih pokazatelja u procjeni stanja urbanih plitkih jezera te predstavljaju doprinos za buduće mjere upravljanja i očuvanja ekosustava Savice.

The zooplankton study was conducted in 2025 in six shallow lakes of the Savica Significant Landscape, an important urban wetland ecosystem of the City of Zagreb. The objectives of the study were to: (i) determine seasonal fluctuations in zooplankton assemblage as well as in environmental factors; (ii) assess the trophic status of the shallow lakes based on trophic state indices and the biocenological characteristics of zooplankton; and (iii) propose ecosystem conservation measures. A total of 71 taxa were recorded, with Rotifera dominating both in diversity (47 species) and abundance. The Carlson Trophic State Index based on environmental parameters indicated eutrophic conditions, whereas indices based on zooplankton suggested a meso-eutrophic state in most lakes. The zooplankton assemblage reflects moderate to elevated nutrient loading, with pronounced fish predation and dominance of detritivorous species. The obtained results highlight the importance of integrated monitoring of biological and abiotic indicators in assessing the status of urban shallow lakes and provide a contribution in future management and conservation measures of the Savica ecosystem.

**Ključne riječi:** indeksi stupnja trofije, Rotifera, Cladocera, Copepoda

**Keywords:** trope indexes: Rotifera, Cladocera, Copepoda

## Periurbane šume kao element urbanih klimatskih politika – ciljevi, smjernice i neki uspješni primjeri

### Periurban forests as an element of urban climate policies – goals, guidelines and some successful examples

**Ivan Martinić**

Centar za šumsku pedagogiju Silva.Rei, Trg Ivana, Antuna i Vladimira Mažuranića 11, 10000 Zagreb, Hrvatska; martinic.ivan@gmail.com

Globalno, važnost šuma u ublažavanju učinaka klimatskih promjena i onečišćenja u gradovima, a time i njihov pozitivan utjecaj na zdravlje i dobrobit građana raste. Ipak, kad su u pitanju klimatski doprinosi periurbanih šuma, taj je aspekt u Hrvatskoj primjetno zanemaren. Stavljanje potencijala periurbanih šuma u kontekst klimatskih politika predstavlja složeni izazov, ali snažno i prirodno rješenje za ublažavanje ekstremnih vrućina i stvaranje klimatski otpornijih i održivijih gradova. Ključno je uspostaviti model upravljanja koji će nadograditi sustav gospodarenja šumama koji provodi šumarski sektor novim mehanizmima upravljanja. U svrhu postizanja klimatskih doprinosa ključne smjernice za upravljanje šumama u gradskim zaleđima trebale bi uključiti:

- informiranje i podizanje svijesti vlasnika šuma
- organiziranje šumovlasnika za suradnju i povezivanje radi zajedničkog gospodarenja
- pomaganje vlasnicima šuma u gospodarenju
- otkup šuma, posebno onih visoke vrijednosti očuvanja
- organizaciju i usklađivanje radova pri provedbi preventivnih i hitnih mjera.

Neki od primjera uspješnog pristupa upravljanju periurbanim šumama su oni iz Zagreba, Celja, Ljubljane i drugih gradova. Za uspjeh gradskih klimatskih politika u odnosu na periurbane šume potrebna su integrirana rješenja i učinkovite strategije koje se moraju temeljiti na dokazano uspješnim i usporedivim rješenjima, posebno iz domaćih iskustava.

The significance of forests in mitigating climate change effects and urban pollution is increasingly recognized globally. However, their climate contributions remain neglected in Croatian policy frameworks. Integrating periurban forests into climate policies presents a complex yet effective nature-based solution for mitigating extreme heat and enhancing urban climate resilience. Current sector-based approaches must be supplemented with new mechanisms that recognize climate adaptation functions of these forests. Effective management requires multi-stakeholder coordination beyond traditional forestry practices.

To achieve expected climate contributions, key management guidelines for forests

in urban hinterlands should include:

- forest owner education and awareness;
- facilitation of owner cooperation for joint management;
- provision of management assistance;
- strategic acquisition of high conservation value forests; and
- coordination of preventive and emergency measures.

Several cities including Zagreb, Celje, and Ljubljana demonstrate successful periurban forest management approaches. Effective urban climate policies related to these forests depend on integrated strategies grounded in tested and comparable practices, particularly those adapted from comparable domestic experiences.

**Ključne riječi:** periurbane šume, klimatske promjene, gospodarenje šumama, vlasnici šuma  
**Keywords:** peri-urban forests, climate change, forest management, forest owners

## Prostorna analiza zagrebačkih srednjih škola i percepcija usluga ekosustava školskog okruženja među učenicima i nastavnicima

### Spatial analysis of Zagreb secondary schools and perceptions of ecosystem services in the school environment among students and teachers

**Ana Erić**<sup>1</sup>, Mirela Sertić Perić<sup>1</sup>, Tamara Zaninović<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek / University of Zagreb, Faculty of Science, Department of Biology, Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska; ana.eric@student.pmf.hr; msertic@biol.pmf.hr

<sup>2</sup>Sveučilište u Zagrebu, Arhitektonski fakultet, Katedra za urbanizam, prostorno planiranje i pejzažnu arhitekturu / University of Zagreb, Faculty of Architecture, Department of Urban Planning, Spatial Planning and Landscape Architecture, Fra Andrije Kačića Miošića 26, Zagreb; tmaric@arhitekt.hr

Urbani prostor ima važnu ulogu u oblikovanju svakodnevnih obrazaca kretanja i korištenja prostora, pri čemu prostorna konfiguracija može utjecati na način na koji korisnici doživljavaju i koriste javne objekte u gradu. Škole su sastavni dio urbane strukture te su u stalnoj interakciji s okolinom, osobito kroz korištenje vanjskih školskih prostora. Glavni cilj istraživanja je procijeniti prostornu uklopljenost zagrebačkih škola unutar gradske mreže i kvalitetu školskog okruženja u pogledu usluga ekosustava koje ti prostori pružaju učenicima i nastavnicima. Istraživanje se provodi na primjeru tri zagrebačke srednje škole – XV. gimnazije, Prirodoslovne škole Vladimira Preloga i Gimnazije Lucijana Vranjanina – odabranih zbog različitih položaja unutar grada te specifičnih prostornih i funkcionalnih obilježja. Primijenjen je mješoviti pristup koji kombinira prostornu analizu metodologijom sintakse prostora (*space syntax*) i anketno istraživanje među učenicima i nastavnicima. Prostorna analiza obuhvaća aksijalnu i segmentnu analizu kojom se kvantificiraju mjere integracije, povezanosti, izbora i entropije, dok anketni dio istražuje učestalost i način korištenja školskog okruženja, percepciju njegove dostupnosti i sigurnosti te osviještenost o uslugama ekosustava. Dobiveni rezultati mogu koristiti školama, lokalnoj zajednici i gradskim uredima u planiranju i unaprjeđenju školskog okruženja te njegovu oblikovanju u skladu sa stvarnim potrebama korisnika.

Urban space plays an important role in shaping everyday patterns of movement and space use, as spatial configuration can influence how users perceive and use public facilities within the city. Schools are an integral part of the urban structure and are in constant interaction with their surroundings, particularly through the use of outdoor school spaces. The main

aim of this research is to assess the spatial integration of Zagreb high schools within the city network and the quality of the school environment in terms of ecosystem services provided to students and teachers. The research is conducted on three secondary schools in Zagreb – XV Gymnasium, Vladimir Prelog School of Natural Sciences, and Lucijan Vranjanin Gymnasium – selected due to their different spatial positions within the city and their specific spatial and functional characteristics. A mixed-methods approach is applied, combining spatial analysis using space syntax methodology with a questionnaire survey conducted among students and teachers. The spatial analysis includes axial and segment analyses, through which measures of integration, connectivity, choice, and entropy are quantified. The survey examines the frequency and ways in which the school environment is used, perceptions of its accessibility and safety, and awareness of ecosystem services. The results may support schools, local communities, and city authorities in planning and improving school environments in line with the actual needs of their users.

**Ključne riječi:** prostorna povezanost; space syntax; škole; usluge ekosustava  
**Keywords:** spatial connectivity; space syntax; schools; ecosystem services

## Doživljeni park Maksimir: prostor, mjesto i praksa u iskustvu i percepciji zaposlenika i dionika

### Experiencing Maksimir Park: Space, Place, and Practice through Employees' and Stakeholders' Perspectives

Nika Dolenc, **Aleksandar Tomaš**

Javna ustanova Priroda Grada Zagreba / Public institution Zagreb City Nature,  
Maksimirski perivoj 1, 10000 Zagreb, Hrvatska; nika.dolenc@prirodazagreb.hr;  
aleksandar.tomas@prirodazagreb.hr

Park Maksimir, najstariji javni park jugoistočne Europe, istodobno je prirodno i kulturno dobro, planski oblikovan prostor i svakodnevno (radno) okruženje. Iako se često promatra kroz pravne, povijesne i upravljačke okvire, rjeđe se postavlja pitanje kako se taj prostor živi i doživljava u praksi. Polazeći iz fenomenološke i antropološke perspektive kulturne geografije, ovo istraživanje Maksimir promatra kao „mjesto“ koje nastaje kroz rutine, brigu, emocije i profesionalne prakse onih koji u Parku rade ili su s njim povezani.

Istraživanje se temelji na kvalitativnoj metodologiji – polustrukturiranim intervjuima s osam sugovornika: četiri zaposlenika Javne ustanove i četiri ključna dionika (Hrvatske šume, ugoštiteljstvo, koncesije i Zoološki vrt), analiziranim tematski s naglaskom na iskustva, značenja i afekte povezane s radom u Parku.

Rezultati pokazuju da park Maksimir postoji kao niz preklapajućih, katkad i proturječnih „mjesta“. Zaposlenici razvijaju snažan osjećaj skrbništva i pripadnosti, pri čemu je njihova profesionalna uloga često protkana brigom i emocionalnom vezanošću, dok dionici iskazuju ambivalentniji odnos u kojem se poslovni interesi isprepliću s osjećajem odgovornosti prema zaštićenom prostoru. Svakodnevne prakse – obilazak, održavanje i intervencije – ključne su za utjelovljenje brige i stvaranje emocionalnih geografija Parka.

Rad doprinosi razumijevanju urbanih zaštićenih područja kao živih prostora oblikovanih praksom, iskustvom i odnosima ljudi prema prirodi i institucijama. U teorijskom smislu produbljuje koncept mjesta u kulturnoj geografiji i antropologiji prostora, dok u praktičnom ističe važnost participativnog upravljanja koje uvažava iskustveno znanje zaposlenika i dionika.

Maksimir Park, the oldest public park in Southeast Europe, is both a natural and cultural heritage asset, a planned landscape, and a daily (working) environment. Although it is often examined through legal, historical, and governance frameworks, how this space is actually lived and experienced in practice is less often addressed. Drawing on phenomenological

and anthropological perspectives in cultural geography, this study approaches Maksimir as a “place” shaped through routines, care, emotions, and the professional practices of those who work in or are connected to the Park.

The research is based on a qualitative methodology using semi-structured interviews with eight participants: four employees of the public institution managing the Park and four key stakeholders (Croatian Forests, hospitality businesses, concessionaires, and the Zagreb Zoo). The interviews were analysed thematically, focusing on experiences, meanings, and affects related to work in the Park.

The findings show that Maksimir exists as a set of overlapping and sometimes conflicting “places”. Employees develop a strong sense of stewardship and belonging, while stakeholders express a more ambivalent relationship in which business interests intersect with responsibility for the protected area. Everyday practices – morning rounds, maintenance, and interventions – are key to embodying care and producing the Park’s emotional geographies. The study contributes to understanding urban protected areas as living spaces shaped by practice, experience, and relationships with nature and institutions. It deepens the concept of place in cultural geography and the anthropology of space, and highlights the importance of participatory governance that values experiential knowledge.

**Ključne riječi:** Park Maksimir, mjesto i prostor, antropologija mjesta, kvalitativno istraživanje, urbana zaštićena područja

**Keywords:** Park Maksimir, place and space, anthropology of place, qualitative research, urban protected areas

## Intervencije za hvatanje i izmještanje zmija u Hrvatskoj (2018. – 2025.) Snake rescue calls in Croatia (2018–2025)

### **Mladen Zadavec**

Ministarstvo zaštite okoliša i zelene tranzicije, Zavod za zaštitu okoliša i prirode / Ministry of Environmental Protection and Green Transition, Institute for Environment and Nature, 10000 Zagreb, Hrvatska; mladen.zadavec@mzozt.hr, mladen.z123@gmail.com

Jedan od načina rješavanja konfliktnih situacija ljudi i zmija koje se nađu u stambenim i poslovnim objektima, okućnicama i vozilima jest hvatanje i premještanje jedinki. U mnogim državama to provode specijalizirane službe i/ili educirani samostalni hvatači po pozivu građana. U Hrvatskoj intervencije provode (1) interventne službe, koje nisu obvezne ishoditi izuzeće od zabranjenih radnji sa strogo zaštićenim vrstama niti predavati posebna izvješća, te (2) pravne i fizičke osobe koje su ishodile izuzeće i obavezne su predavati izvješća za aktivnosti hvatanja i izmještanja zmija. U izlaganju se prikazuju rezultati aktivnosti druge skupine na temelju validiranih izvješća (2020. – 2025.; n = 209 intervencija). Intervencije su odrađivane u 18 županija, a najviše u Brodsko-posavskoj, Gradu Zagrebu te Zagrebačkoj županiji, te su izraženo sezonalne (vrhunac u svibnju i lipnju). Od 2023. nadalje bilježi se porast broja intervencija, vjerojatno povezan s rastom broja ovlaštenih hvatača i boljom informiranošću javnosti. Najčešće vrste su bjelica (*Zamenis longissimus*, 95/209) za neotrovnice te poskok (*Vipera ammodytes*, 32/209) za otrovnice. Budući da istraživanja upućuju na povišen rizik nepovoljnih ishoda za zmije nakon premještanja, nužno je postaviti jasne kriterije i standardizirati postupanja. Ključni problemi su neujednačene obveze između interventnih službi i ovlaštenih hvatača, nedostatak lokalno dostupnih službi za postupanje sa zmijama u većem dijelu Hrvatske, te izostanak sustavne edukacije hvatača i standardiziranog izvještavanja za obje skupine. Rezultati podupiru potrebu za koordiniranom mrežom hvatača, obukom i nacionalnim smjernicama za postupanje u urbanim i periurbanim područjima.

One approach to mitigating human–snake conflicts in residential and business settings, gardens, and vehicles is the safe catching and relocation of snakes. In many countries this is conducted by specialised services or trained snake catchers. In Croatia, such activities are carried out by two groups: (1) emergency and ranger services, which are not required to obtain derogations or submit reports, and (2) authorised business entities and private persons, who must report all snake catching and relocation actions. This contribution presents an overview of snake rescue activities by the latter group, based on validated reports (2020–2025; n = 209 snake rescues). Interventions were recorded in 18 counties, most frequently in Brod-Posavina, the City of Zagreb and Zagreb County, and showed strong seasonality with a

peak in May and June. Since 2023, an increase in rescue calls has been observed, likely linked to a higher number of authorised catchers and improved public awareness. The most frequently involved species were the Aesculapian snake (*Zamenis longissimus*, 95/209) among nonvenomous snakes and the nose-horned viper (*Vipera ammodytes*, 32/209) among venomous species. Given evidence of increased risk of unfavourable outcomes following snake relocation, clear criteria and standardised procedures are needed. Key problems include unequal obligations between the two groups, limited local availability of snake rescue services, and the lack of systematic training and standardised reporting. The results support the establishment of a coordinated snake catcher network, training programmes, and national guidelines for snake rescue in urban and peri-urban areas.

**Ključne riječi:** poskok; intervencije za zmije; hvatanje i izmještanje zmija; urbani ekosustavi; suživot ljudi i zmija

**Keywords:** nose-horned viper; snake rescue calls; catching and relocation of snakes; urban ecosystems; coexistence between people and snakes

## Dugoročno očuvanje vukova u krajolicima Europe kojima dominiraju ljudi – razumijevanje što privlači vukove u urbana područja

### Life Wild Wolf: A long-term conservation of wolves in human dominated landscapes of Europe – understanding what attract wolves to urban areas

**Josip Kusak**<sup>1</sup>, Dario Hipolito<sup>1</sup>, Krešimir Severin<sup>1</sup>, Maja Popović<sup>1</sup>, Daniel Špoljarić<sup>1</sup>, Lana Pađen<sup>1</sup>, Magdalena Palić<sup>1</sup>, Neška Vukšić Končevski<sup>2,3</sup>, **Andrea Solić**<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Veterinarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Heinzelova 55, 10000 Zagreb, Hrvatska, kusak@vef.hr; asolic@vef.hr

<sup>2</sup>Hrvatski lovački savez, Vladimira Nazora 63, Zagreb, Hrvatska,

<sup>3</sup>auric nature d.o.o., Vladimira Nazora 4, Gazije. Hrvatska

Projekt LIFE WILD WOLF ima za cilj održati vukove divljima u krajolicima kojima dominiraju ljudi i smanjiti sukobe diljem Europe. U Hrvatskoj je fokus bio na Dalmaciji, gdje su interakcije vuka, stoke i vuka i pasa česte. Aktivnosti su uključivale GPS i foto-zamke za praćenje, genetičko uzorkovanje i sustavno izvještavanje o susretima s vukom i štetama od pasa. Društvene intervencije uključivale su radionice, obuku inspektora šteta i stvaranje platforme dionika Dalmacije. Podijeljeno je više od 150 setova opreme za zaštitu pasa, što je rezultiralo smanjenjem šteta od vukova. Genetička analiza 282 uzorka potvrdila je da među njima nema hibrida vuka i psa prve generacije. Pilot program za zaštitne prsluke za lovačke pse pokazao je visoko prihvaćanje i smanjio ozljede od vukova i divljih svinja. Dalmatinska platforma poboljšala je komunikaciju među lovcima, poljoprivrednicima i vlastima, omogućujući brzu reakciju i uklanjanje primamljivih tvari. Razvijene su međunarodne smjernice o tome kako se ponašati kada se vukovi pojave u blizini naselja, uklanjati primamljive tvari, držati kućne ljubimce na uzici, izbjegavati hranjenje divljih životinja i prijavljivati viđenja. Ako je vuk blizu, ostanite mirni, govorite glasno i polako se udaljavajte. Vlasti bi trebale koristiti odvratanje ili hvatati vukove samo ako se smjelo ponašanje nastavi. Integrirano ekološko praćenje, preventivne mjere i angažman dionika značajno smanjuju sukobe. Projekt nudi ponovljiv model za očuvanje velikih zvijeri u Europi.

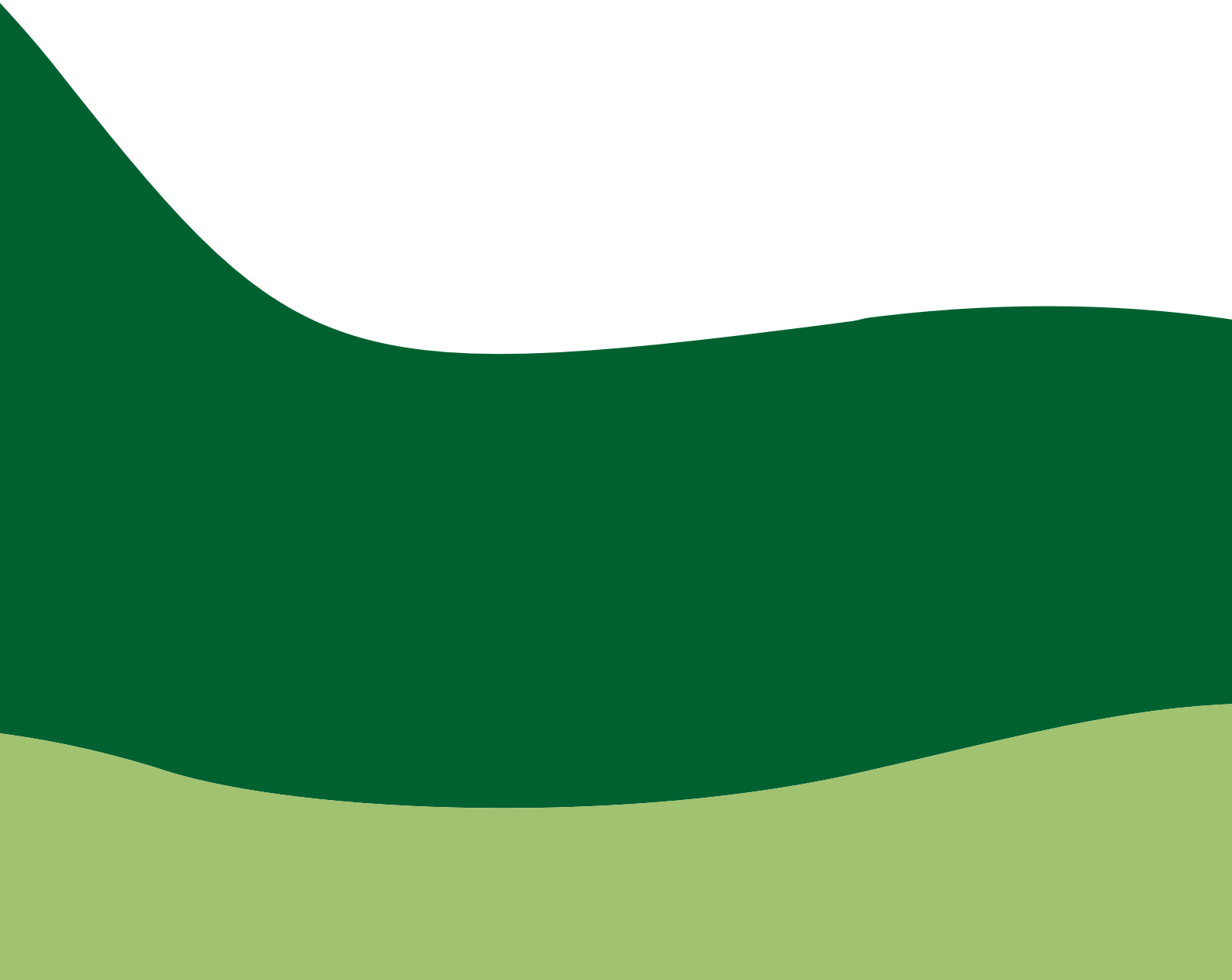
The LIFE WILD WOLF project aims to keep wolves wild in human-dominated landscapes and reduce conflicts across Europe. In Croatia, the focus was on Dalmatia, where wolf–livestock and wolf–dog interactions are frequent. Activities included GPS and camera-trap monitor-

ing, genetic sampling, and systematic reporting of wolf encounters and dog damages. Social interventions included workshops, training for damage inspectors, and the creation of the Dalmatian stakeholder platform. More than 150 dog protection systems were deployed, resulting in reduced wolf–dog damages. Genetic analysis of 282 samples confirmed no first-generation wolf–dog hybrids. A pilot programme for protective vests for hunting dogs showed high acceptance and reduced injuries from wolves and wild boars. The Dalmatian platform improved communication among hunters, farmers, and authorities, enabling rapid response and attractant removal. International guidelines were developed on how to behave when wolves appear near settlements, remove attractants, keep pets leashed, avoid feeding wildlife, and report sightings. If a wolf is close, remain calm, speak loudly, and back away slowly. Authorities should use deterrents or capture wolves only if bold behaviour persists. Integrated ecological monitoring, preventive measures, and stakeholder engagement significantly reduce conflicts. The project offers a replicable model for large carnivore conservation in Europe.

**Ključne riječi:** očuvanje vuka, smjelo ponašanje, suživot, Dalmacija, zaštita stoke

**Keywords:** wolf conservation, bold behaviour, coexistence, Dalmatia, livestock protection

# Posterska izlaganja



## Kornjaši maksimirskih travnjaka: Između urbane dinamike i prirodne očuvanosti

### Beetles of Maksimir grasslands: Between urban dynamics and natural preservation

**Boris Lauš**, Luka Petrokov, Tomislav Gojak, Anja Neduk, Ivona Burić

Udruga Hyla / Association Hyla, Lipovac I 7, 10000 Zagreb, Hrvatska; boris.laus@hhdhyla.hr

Spomenik parkovne arhitekture Park Maksimir ključna je sastavnica zelene infrastrukture Zagreba, no nedostaju sustavni podaci o fauni kornjaša. Cilj ovog istraživanja bio je analizirati sastav zajednica kornjaša na otvorenim staništima (travnjacima i mozaicima obradivih površina) te uspostaviti temelje za budući monitoring. Podaci o prisutnosti vrsta prikupljeni su pregledom dostupne literature, neobjavljenih osobnih podataka istraživača te terenskim istraživanjem. Ukupno je zabilježeno 414 vrsta kornjaša za cijeli Park, a analizirane su vrste potvrđene recentnim istraživanjem. Terenskim istraživanjem 2025. na deset lokaliteta, primjenom metoda kečiranja, talnih zamki i vizualnog pregleda, zabilježeno je 194 vrste kornjaša iz 2.745 jedinki. Chao1 procjenitelj ukazuje na potpunost uzorkovanja od 55,6 %, uz dominaciju vrste *Stelidota geminata* (34,2 %) te procjenjuje prisutnost 349,2±44,1 vrsta na otvorenim staništima. Alfa raznolikost varirala je od 20 do 81 vrste po lokaciji, ovisno o heterogenosti mikrostaništa i režimu košnje. Beta raznolikost ( $\sqrt{\text{SOR}}=0,834$ ) dominantno je određena izmjenom vrsta (92,7 %), što ukazuje na visoku unikatnost svake lokacije. Sezonska dinamika pokazuje vrhunac bogatstva u svibnju (88 vrsta), dok srpanj bilježi najveću brojnost uz pad ujednačenosti. Analize IndVal i SIMPER izdvojile su robusne diskriminatore (primjerice *Anthaxia salicis*) te brojne generaliste. Rezultati potvrđuju da mozaik različitih staništa i odgođena košnja izravno povećavaju bioraznolikost. Za očuvanje cjelokupne faune nužno je štititi sve tipove staništa, jer visoka stopa izmjene vrsta (*turnover*) znači da svaka lokacija doprinosi jedinstvenim vrstama zajednici kornjaša Parka.

Maksimir Park is a vital component of Zagreb's green infrastructure, yet systematic data on its beetle fauna has been lacking. This study aimed to analyse the composition of beetle communities in open habitats (grasslands and agricultural mosaics) and to establish a baseline for future monitoring. Data on species presence were gathered through a review of available literature, unpublished personal records, and through field survey. A total of 414 beetle species were recorded for the entire Park, with the analysis focusing on species confirmed by recent research. Field survey conducted in 2025 across ten localities using sweep-netting, pitfall traps, and visual survey recorded 194 species from 2,745 individuals. The Chao1 estimator indicates a sampling completeness of 55.6%, with *Stelidota geminata* as the dominant

species (34.2%), and estimates a presence of  $349.2 \pm 44.1$  species in open habitats. Alpha diversity ranged from 20 to 81 species per locality, depending on microhabitat heterogeneity and mowing regimes. Beta diversity ( $\lambda$ SOR=0.834) was primarily driven by species turnover (92.7%), highlighting the high uniqueness of each site. Seasonal dynamics showed peak richness in May (88 species), while July recorded the highest abundance with a decrease in evenness. IndVal and SIMPER analyses identified robust discriminators (e.g., *Anthaxia salicis*) and numerous generalists. The results confirm that a mosaic of diverse habitats and delayed mowing directly enhance biodiversity. To preserve the overall fauna, it is essential to protect all habitat types, as the high turnover rate implies that each location contributes unique species to the Park's beetle community.

**Ključne riječi:** kornjaši, bioraznolikost, urbana staništa, travnjaci, upravljanje.

**Keywords:** beetles, biodiversity, urban habitats, grasslands, management.

## Procjena zajednice gljiva s naglaskom na mikorizu orhideja iz uzoraka tla na lokalitetima Goranec, Vejalnica i Krč

### Assessing Fungi Community with Focus on Orchid Mycorrhiza from Soil Samples on Goranec, Vejalnica, and Krč

**Matej Vucić**<sup>1,2</sup>, Karmela Adžić<sup>2</sup>, Biljana Janev Hutinec<sup>3</sup>, Irina Zupan<sup>3</sup>, Lana Jelić<sup>3</sup>, Thomas Baudry<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Biološki odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu / Department of Biology, Faculty of Science, University of Zagreb, Horvatovac 102a, Zagreb, Hrvatska; matej.vucic@biol.pmf.hr

<sup>2</sup>eDNature d.o.o. / eDNature Ltd, Braće Radića 128A, 43290 Grubišno Polje, Hrvatska; karmela.adzic@ednature.hr

<sup>3</sup>Javna ustanova za upravljanje prirodnim vrijednostima Grada Zagreba – Priroda Grada Zagreba / Public Institution for Management of Natural Values of City of Zagreb—Zagreb City Nature, Maksimirski perivoj 1, 10000 Zagreb, Hrvatska; biljana.janev-hutinec@prirodazagreb.hr; irina.zupan@prirodazagreb.hr; lana.jelic@prirodazagreb.hr

<sup>4</sup>Université de Poitiers, Laboratoire Écologie et Biologie des Interactions, UMR CNRS 7267 Equipe Ecologie Evolution Symbiose, Poitiers Cedex, Francuska; thomas.baudry@univ-poitiers.fr

Mikorizne gljive jedne su od najvažnijih skupina organizama za ekologiju tla jer podržavaju rast i otpornost biljaka kroz svoj simbiotski odnos. Orhideje ovise o tom odnosu u svim fazama svojeg razvoja te ne mogu klijeti bez prisutnosti gljiva. Takve interakcije smatraju se glavnim uzrokom bioraznolikosti orhideja i obrazaca njihove rasprostranjenosti u prirodnom okruženju. Razlike u sastavu vrsta orhideja su uočene na osam poligona na Goranecu, Vejalnici i Krču, no sastav zajednice gljiva nije bio poznat. Kako bi se istražilo mogu li se razlike između poligona uočiti i u sastavu gljiva, tijekom 2025. godine prikupljeni su uzorci tla radi analize eDNA gljiva. U sklopu ovog pilot-projekta testirana je metodologija uzorkovanja — na svakom poligonu prikupljeno je pet poduzoraka, pri čemu je pet lokaliteta bilo pozitivno, a tri negativna na prisutnost orhideja. Za ekstrakciju eDNA korišteni su validirani protokoli, a amplifikacija PCR-om provedena je pomoću dva seta specifičnih početnica: fITS7 (za ITS regiju gljiva općenito) i Tul1F (specifične za porodicu Tulasnellaceae). Sekvenciranje je provedeno na Illumina platformi, obrada sekvenci obavljena je pomoću DADA2, a taksonomska anotacija izvršena prema bazama podataka MIDORI i Mothur. Ukupno je pomoću fITS7 de-

tektirano 525 taksona gljiva, dok Tul nije dao rezultate, što je i očekivano budući da su Tulasnellaceae mikorizne gljive koje ne žive slobodno u tlu. Rezultati su pokazali značajne razlike između uzoraka s različitih poligona, kao i između pozitivnih i negativnih lokaliteta. Projekt je potvrdio da se uzorci tla mogu koristiti za procjenu sastava gljivičnih zajednica primjenom eDNA metabarkodiranja. Buduća istraživanja usmjerena na raznolikost Tulasnellaceae mogla bi pomoći u razumijevanju temeljnih uzroka opaženih obrazaca rasprostranjenosti orhideja te usmjeriti njihovo buduće očuvanje i upravljanje.

Mycorrhizal fungi are one of the most important organisms for soil ecology, supporting plant growth and resistance through their symbiotic relationship. Orchids depend on this relationship at every stage of their development and are unable to germinate without fungi. These interactions are considered the main cause for orchid biodiversity and distribution patterns in their natural habitat. These differences were observed on eight polygons monitored for orchids on Goranec, Vejalnica, and Krč, but fungi community was unknown. To investigate whether differences on these polygons can be seen in fungi as well, soil samples were collected in 2025 to test for fungi eDNA. For this pilot project sampling methodology was tested—five subsamples were collected on each polygon, with five localities being positive and three negative for orchids. Validated protocols were used for eDNA extraction, PCR amplification was done using two sets of fungi-specific primers: fITS7 (general fungi ITS) and Tul1F (Tulasnellaceae specific). Sequencing was performed on Illumina platforms, sequence denoising was done with DADA2, and taxonomy was annotated against MIDORI and Mothur databases. In total, 525 fungi taxa were detected with fITS7 while Tul1F did not yield results. This was expected since Tulasnellaceae are obligated mycorrhizal fungi and are not soil free roaming. The results proved there are significant differences between samples polygons, as well as positive and negative localities. This project proved soil samples can be used to assess soil community through eDNA metabarcoding. Future studies focusing on Tulasnellaceae diversity should help determine the underlying reasons for observed orchid distribution and guide their future management.

**Ključne riječi:** Grad Zagreb; okolišna DNA (eDNA); metabarkodiranje; upravljanje zaštićenim područjima; Tulasnellaceae

**Keywords:** City of Zagreb; environmental DNA (eDNA); metabarcoding; protected area management; Tulasnellaceae

## Askomiceti kao mikobioindikator starih mezofilnih hrastovih šuma u Hrvatskoj

### *Ascomycetes as mycobioindicators of old mesophilic oak forests in Croatia*

**Neven Matočec**<sup>1,2</sup>, **Ivana Kušan**<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorij za biološku raznolikost, Institut Ruđer Bošković / Laboratory for Biological Diversity, Ruđer Bošković Institute, Bijenička cesta 54, 10000 Zagreb, Hrvatska; nmatocec@irb.hr, ikusan@irb.hr

<sup>2</sup>ADIPA - Društvo za istraživanje i očuvanje prirodoslovne raznolikosti Hrvatske / ADIPA – Society for the Research and Conservation of Croatia's Natural Diversity, Orehovečki ogranak 37, 10090 Zagreb, Hrvatska

Biološke vrste koje su ograničene samo na stare šume ili prašume, a izostaju u sastojinama u kojima je usljed eksploatacije drvene mase došlo do snažne ekološke redukcije primarnih prašuma, posebno u onima koje se periodički podvrgavaju jakom prorjeđivanju ili golosjeku, smatraju se indikatorima starih šuma. U kontekstu šumskih staništa, općenito najvažnijih za bioraznolikost gljiva, upravo su europske stare sastojine mezofilnih hrastova u blizini svojeg klimaksa danas svedene na rascjepkane posljednje ostatke vrlo malih površina. Među gljivljim indikatorskim vrstama ističu se saprotrofi na veteranskim stablima (VT), te krupnim drvnim ostacima (CWD). Iako su gljive iz odjeljka *Ascomycota* (askomiceti) vrlo rijetko uzimane u obzir kod ocjenjivanja lokaliteta sa starim šumama i prašumama, u ovom istraživanju, askomiceti su pokazali mnoge prednosti u odnosu na bazidiomicete (*Basidiomycota*). Njihova općenito bitno manja i brzorastuća plodišta javljaju se na skrivenim mjestima u mikrostaništu i daleko su manje podložna klimatskim ekstremima od bazidiomiceta. K tome, plodišta bazidiomiceta su podložna propadanju ili nestaju prije sporulacije zbog čestih napada mikofagnih organizama (člankonošci, sitni sisavci, ljudi, bakterije). Temeljem istraživanja mikobioraznolikosti askomiceta na pet primjernih lokaliteta, izdvojene su vrste koji nisu nalažene u gospodarskim hrastovim sastojinama u kojima VT i CWD elementi izostaju. Analizom podataka vidljivo je da prema više kriterija maksimirska šuma vodeći lokalitet, i to: (1) prema broju indikatorskih vrsta askomiceta, ali i bazidiomiceta, (2) prema stabilnosti njihove sporulacije i (3) prema broju „pomoćnih vrsta“ (npr. rijetke vrste ili one s disjunktним populacijama).

Biological species restricted to old-growth or virgin forests which are absent from stands where a significant ecological reduction of primary forests has occurred due to timber exploitation, especially in stands periodically subjected to heavy thinning or clear-cutting, are considered indicators of older forest stands. In the context of forest habitats, which are generally the most important for fungal biodiversity, European old-growth stands of mesophilic oaks near their climax are now reduced to fragmented last remnants covering very small areas. Fungal indicator species mostly include saprotrophs on veteran trees (VT) and coarse woody debris (CWD). Although ascomycetous fungi have rarely been considered in the assessment of old-growth and virgin forest sites, in this study, the group showed many advantages over basidiomycetes. Their generally much smaller and faster-growing fruitbodies occur in hidden places within the microhabitat and are far less susceptible to climate extremes than those of basidiomycetes. In addition, basidiomycete fruitbodies are susceptible to decay or may disappear before sporulation due to frequent attacks by mycophagous organisms (arthropods, small mammals, humans, bacteria). Based on research into ascomycete biodiversity at five exemplary localities, species absent from commercial oak stands lacking VT and CWD elements were isolated. Data analysis shows that Maksimir Forest is the leading locality in this regard according to several criteria: (1) the number of indicator species of ascomycetes, but also basidiomycetes, (2) the stability of their sporulation, and (3) the number of “auxiliary species” (e.g. rare species or those with disjunct populations).

**Ključne riječi:** Ekologija gljiva, kvaliteta staništa, šumska staništa, zaštita prirode

**Keywords:** fungal ecology, habitat quality, forest habitats, nature conservation

## Aktivnosti urbanih populacija divljači Parka Prirode Medvednica

### Activities of urban wildlife populations in Medvednica Nature Park

**Ivan Juraj Čehulić**<sup>1</sup>; Vid Šarić<sup>2</sup>; Denis Tomić<sup>3</sup>; Luka Hodak<sup>4</sup>; Karlo Bukal<sup>5</sup>; Linda Bjedov<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Grad Zagreb, Gradski ured za gospodarstvo, ekološku održivost i strategijsko planiranje, Odjel za šumarstvo i lovstvo, Odsjek za lovstvo, Avenija Dubrovnik 12, 10000 Zagreb, Hrvatska jurica2210@gmail.com

<sup>2</sup> Hrvatske šume d.o.o., Uprava šuma podružnica Gospić, šumarija Sveti Rok, Dr. Mile Budaka 3, 53244 Lovinac, Hrvatska

<sup>3</sup> Hrvatske šume d.o.o., Uprava šuma podružnica Bjelovar, šumarija Bjelovar, Jurja Haulika 23 a, 43000 Bjelovar, Hrvatska

<sup>4</sup> Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Zavod za tehnike i tehnologije / University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology, Department of Forest Engineering, Svetošimunska cesta 23, 10000 Zagreb, Hrvatska

<sup>5</sup> Sječa-izvoz-prijevoz-usluge u poljoprivredi, vl. Kamenarić, Križci 13, 10312 Kloštar Ivanić, Hrvatska

<sup>6</sup> Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Zavod za zaštitu šuma i lovno gospodarenje, Svetošimunska cesta 23, 10000 Zagreb, Hrvatska

Urbanizacija prostora u posljednjim desetljećima predstavlja jedan od ključnih izazova u gospodarenju divljim životinjama. Posljedično dolazi do porasta interakcija između ljudi i divljači (engl. Human–Wildlife Interactions (HWI)), osobito u urbanim područjima. Na području Grada Zagreba kontinuirano širenje urbanog prostora stvara snažan pritisak na okolna prirodna područja, ponajprije Park prirode Medvednica, što rezultira sve češćim ulascima divljači u naseljena područja. Ulazak divljači u urbani prostor povezan je s brojnim negativnim posljedicama, primjerice povećan broj prometnih nesreća s divljači i štete na poljoprivrednim površinama. Cilj ovog istraživanja bio je procijeniti primjenjivost digitalnih senzorskih kamera u bilježenju aktivnosti urbanih populacija divljači na području Parka prirode Medvednica te utvrditi koje vrste divljači najčešće koriste urbana staništa. Istraživanje je provedeno u razdoblju od godinu dana. Kamere su omogućile kontinuirano i neinvazivno praćenje prisutnosti i aktivnosti divljači. Rezultati istraživanja pokazali su da su među zabilježenim vrstama najzastupljenije bile divlja svinja (*Sus scrofa*) i srna obična (*Capreolus capreolus*), pri čemu je divlja svinja činila najveći udio. Uočeni obrasci kretanja upućuju na intenzivno korištenje urbanih rubnih staništa, što potvrđuje visoku prilagodljivost pojedinih vrsta na antropogeno

izmijenjena područja. Dobiveni podaci potvrđuju primjenjivost digitalnih senzornih kamera u monitoringu urbanih populacija divljači.

Urbanisation over recent decades has become one of the key challenges in wildlife management. Consequently, there has been an increase in interactions between humans and wildlife (HWI), particularly in urban areas. In the area of the City of Zagreb, the continuous expansion of urban space exerts strong pressure on surrounding natural areas, primarily the Medvednica Nature Park, resulting in increasingly frequent incursions of wildlife into inhabited areas. The presence of wildlife in urban environments is associated with numerous negative consequences, such as an increased number of wildlife–vehicle collisions and damage to agricultural land. The aim of this study was to assess the applicability of digital sensor cameras for recording the activity of urban wildlife populations in the Nature Park Medvednica area and to determine which wildlife species most frequently use urban habitats. The study was conducted over a one-year period. The cameras enabled continuous and non-invasive monitoring of wildlife presence and activity. The results showed that among the recorded species, wild boar (*Sus scrofa*) and roe deer (*Capreolus capreolus*) were the most represented, with wild boar accounting for the largest proportion. The observed movement patterns indicate intensive use of urban edge habitats, confirming the high adaptability of certain species to anthropogenically altered environments. The obtained data confirm the applicability of digital sensor cameras in monitoring urban wildlife populations

**Ključne riječi:** Park prirode Medvednica, divljač, urbanizacija, gospodarenje divljači

**Key words:** Nature Park Medvednica, wildlife, urbanisation, game management

## Filogenetske i biološke značajke populacije potočnog raka u potoku Goranec (Zagreb)

### Phylogenetic and biological features of a stone crayfish population in the Goranec stream (Zagreb)

**Lana Jelić**<sup>1</sup>, Eva Janeković<sup>2</sup>, Matej Vucić<sup>2</sup>, Sandra Hudina<sup>2</sup>, Biljana Janev Hutinec<sup>2</sup>, Irina Zupan<sup>2</sup>, Ivana Maguire<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Javna ustanova za upravljanje prirodnim vrijednostima Grada Zagreba – Priroda Grada Zagreba / Public Institution for Management of Natural Values of City of Zagreb—Zagreb City Nature, Maksimirski perivoj 1, 10000 Zagreb, Hrvatska; lana.jelic@prirodazagreb.hr

<sup>2</sup>Biološki odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu / Department of Biology, Faculty of Science, University of Zagreb, Horvatovac 102a, Zagreb, Hrvatska

Potočni rak jedan je od četiri autohtone europske vrste rakova koje nastanjuju slatkovodne ekosustave u Hrvatskoj, prepoznatij kao žarište njegove genetske raznolikosti, gdje je identificirano sedam duboko divergentnih evolucijski značajnih jedinica (ESU-a). Unatoč tome, populacije potočnog raka bilježe pad brojnosti uslijed degradacije staništa te širenja invazivnih vrsta rakova i njihovih patogena, osobito *Aphanomyces astaci*, uzročnika račje kuge. Ovo istraživanje analiziralo je biološke značajke nedavno otkrivene populacije potočnog raka u potoku Goranec (Medvednica) te primijenilo metode okolišne DNA (eDNA) radi procjene prisutnosti invazivnog signalnog raka. Terenska istraživanja obuhvatila su procjenu relativne brojnosti, omjera spolova, strukture veličina, fiziološkog stanja i filogenetske pripadnosti na temelju mitohondrijskog *COI* gena. eDNA analize potvrdile su izostanak signalnog raka u potoku Goranec i njegovu slivu. Filogenetski rezultati svrstali su populaciju u CSE (Central-Southeast Europe) ESU te otkrili nekoliko dosad neopisanih haplotipova. Iako je relativna brojnost bila niža od očekivane (0,7 jedinki/klopci/noći), a u ulovu su prevladavali mužjaci (M:Ž = 14:2), svi veličinski razredi bili su zastupljeni, što upućuje na dobro strukturiranu i viable populaciju. Indeksi kondicije bili su usporedivi ili viši u odnosu na obližnje populacije, dok su ozljede i bolesti zabilježene rijetko. Preporučuje se redovito praćenje radi uočavanja promjena u dinamici populacije, fiziološkom stanju i genetskom sastavu. Populacija potočnog raka u potoku Goranec predstavlja jedinstveni genetski rezervoar od velike važnosti za dugoročnu zaštitu ove osjetljive vrste.

The stone crayfish is one of four indigenous European crayfish species inhabiting freshwater ecosystems in Croatia, a recognised hotspot of its genetic diversity, where seven highly divergent evolutionary significant units (ESUs) have been identified. Nevertheless, populations are declining due to habitat degradation and the spread of invasive crayfish species

and their pathogens, particularly *Aphanomyces astaci*, the agent of crayfish plague. This study investigated the biological characteristics of a recently discovered stone crayfish population in the Goranec Stream (Medvednica Mountain) and applied environmental DNA (eDNA) methods to assess the presence of the invasive signal crayfish. Field surveys included estimates of relative abundance, sex ratio, size structure, physiological condition, and phylogenetic affiliation based on the mitochondrial *COI* gene. eDNA analyses confirmed the absence of signal crayfish in the Goranec Stream and its catchment. Phylogenetic results assigned the population to the CSE (Central–Southeast Europe) ESU and revealed several previously undescribed haplotypes. Although relative abundance was lower than expected (0.7 individuals/trap/night) and males predominated (M:F = 14:2), all size classes were present, indicating a well-structured and viable population. Condition indices were comparable to or higher than those of nearby populations, and injuries and disease were rare. Regular monitoring is recommended to track changes in population dynamics, physiological condition, and genetic composition. The Goranec Stream population represents a unique genetic reservoir of high importance for the long-term conservation of this vulnerable species.

**Ključne riječi:** konzervacija, ESU, *Pacifastacus leniusculus*, filogenija, *Austropotamobius torrentium*

**Key words:** conservation, ESU, *Pacifastacus leniusculus*, phylogeny, *Austropotamobius torrentium*

## Preferencija stabala i staništa urbanih vrana u Zagrebu

### Tree and habitat preferences of urban corvids in Zagreb

**Louie Taylor**<sup>1</sup>, Biljana Ječmenica<sup>2</sup>, Katarina Horvat<sup>3</sup>, Sanjin Hadžalić<sup>4</sup>, Iva Šošćarić<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zavod za ornitologiju/Croatian Academy of Sciences and Arts, Institute of Ornithology, Gundulićeva 24, 10000 Zagreb, Hrvatska; ltaylor@hazu.hr

<sup>2</sup>Hrvatski veterinarski institute, Centar za peradarstvo/Croatian Veterinary Institute, Poultry Centre, Heinzelova 55, 10000 Zagreb, Hrvatska

<sup>3</sup>Udruga Bioteka/Association Bioteka, Vladimira Preloga 7, 10000 Zagreb, Hrvatska

<sup>4</sup>Josipa Strganca 2, 10000 Zagreb, Hrvatska

<sup>5</sup>Udruga Biom (BirdLife Hrvatska)/Association Biom (BirdLife Croatia), Čazmanska 2, 10000 Zagreb, Hrvatska

Sive vrane *Corvus cornix* i gačci *C. frugilegus* široko su rasprostranjeni i česti u urbanom području Zagreba. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi čimbenike koji doprinose kolonizaciji vrana u gradu. Od 2022. do 2024. zabilježili smo 729 aktivnih gnijezda sivih vrana, a između 2017. i 2023. dokumentirali smo 20 kolonija gačaca, s prosječno oko 960 gnijezdećih parova u gradu. Prosječna gustoća gnijezda sivih vrana na istraživanom području od 84,6 km<sup>2</sup> iznosila je 8,62 para/km<sup>2</sup>, uz znatnu varijabilnost između različitih dijelova grada (0,8–28,3 para/km<sup>2</sup>). Najveće gustoće gnijezda zabilježene su južno od rijeke Save, u blizini gradskog odlagališta otpada te na područjima s velikim udjelom izgrađenih površina, travnjaka i stabala gdje su ta staništa međusobno isprepletana, a ne homogena. Ptice su se gnijezdile na 43 vrste stabla (i tri podvrste). Naše analize pokazale su da vrane preferiraju platanu *Platanus acerifolia*, topole *Populus* spp. i borove *Pinus* spp., kao i stabla visine između 11 i 20 m. Ovi nalazi doprinose boljem razumijevanju utjecaja urbanizacije na gniježđenje ptica te pružaju uvide koji mogu biti korisni za buduće planiranje i upravljanje urbanim prostorom.

Hooded Crows *Corvus cornix* and Rooks *C. frugilegus* are widespread and common throughout the urban area of Zagreb, Croatia. This study aimed to identify the factors contributing to the colonisation of crows in the city. From 2022–2024, we recorded 729 active nests of Hooded Crows, and between 2017 and 2023 we documented 20 Rook colonies, averaging about 960 breeding pairs within the city. The average nest density of Hooded Crows across the 84.6 km<sup>2</sup> study area was 8.62 pairs/km<sup>2</sup>, with substantial variation among city sectors (0.8–28.3 pairs/km<sup>2</sup>). The highest corvid nest densities occurred south of the Sava River, near

the city landfill, in areas where built-up, grassland, and tree-covered habitats are abundant and interspersed rather than homogeneous. Birds nested in 43 tree species (and three subspecies). Our analyses showed that corvids preferred London plane *Platanus acerifolia*, poplars *Populus* spp., and pines *Pinus* spp., as well as trees between 11 and 20 m in height. These findings improve our understanding of how urbanisation shapes avian nesting behaviour and provide insights that may inform future urban planning and management.

**Ključne riječi:** urbanizacija, vrane, citizen science

**Keywords:** urbanisation, corvids, citizen science

## Značajni krajobraz Savica: Preliminarni uvid u faunu kornjaša i važnost saproksilnih vrsta

### Significant Landscape Savica: Preliminary insights into beetle fauna and the importance of saproxylic species

**Luka Petrokov**<sup>1</sup>, Boris Lauš<sup>1</sup>, Ivona Burić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Udruga Hyla / Association Hyla, Lipovac I 7, 10000 Zagreb, Hrvatska;

luka.petrokov@hhdhyla.hr

Značajni krajobraz (ZK) Savica smješten je na jugoistočnom dijelu Zagreba. Čini ga kompleks poluprirodnih močvarnih staništa uz tok rijeke Save, čime predstavlja važan element zelene infrastrukture grada Zagreba kao prostor koji pruža višestruke funkcije i brojne pogodnosti svojim građanima. Jedna od najvažnijih pogodnosti je njegova ekološka funkcija, odnosno doprinos očuvanju bioraznolikosti. Ovo istraživanje predstavlja preliminarno prikupljanje podataka o fauni kornjaša ZK Savica. Ciljevi istraživanja bili su prikupiti podatke o kvalitativnom i kvantitativnom sastavu saproksilnih kornjaša, analizirati zabilježene vrste kornjaša s obzirom na njihovu ugroženost te izraditi prijedlog monitoring programa za praćenje stanja kornjaša na predmetnom području. Istraživanjem je zabilježena 101 vrsta kornjaša koje taksonomski pripadaju u 37 porodica. Većina njih (70 %) odnosi se na saproksilne vrste koje se razvijaju u šumama značajnog krajobraza, odnosno barem su dijelom svog životnog ciklusa vezane uz mrtvo drvo. Prema Crvenom popisu saproksilnih kornjaša Europe, za 35 zabilježenih vrsta procijenjena je kategorija ugroženosti. Posebno ističemo nalaze grimizne plo-snatice *Cucujus cinnaberinus*, vrste koja se nalazi na Dodacima II i IV Direktive o staništima te je kvalifikacijska vrsta ekološke mreže Natura 2000. Rezultati ovog istraživanja pokazuju veliku vrijednost područja ZK Savica u očuvanju nekad raširenijih močvarnih ekosustava u okolici grada Zagreba koji su se proteklih desetljeća izgubili, odnosno odražavaju očuvanost i kvalitetu šumskih staništa u ovom urbanom području.

Savica significant landscape (SL) is located in the southeastern part of Zagreb. It comprises a complex of semi-natural wetland and forest habitats along the Sava River, representing an important element of the city's green infrastructure that provides multiple ecosystem services and benefits to its citizens. One of its most crucial roles is the ecological function, specifically its contribution to biodiversity conservation. This study presents a preliminary survey of the beetle fauna within Savica SL. The main objectives were to collect data on the qualitative and quantitative composition of saproxylic beetles, assess the conservation status of the recorded species, and develop a proposal for a beetle monitoring programme

in the study area. During the survey, a total of 101 beetle species belonging to 37 families were recorded. Saproxylic beetles accounted for 70% of the recorded species and were primarily associated with forest habitats, relying on dead wood for at least part of their life cycle. According to the European Red List of Saproxylic Beetles, a conservation status has been assessed for 35 of the recorded species. The finding of the red flat bark beetle *Cucujus cinnaberinus*, a species listed in Annexes II and IV of the Habitats Directive and designated as a qualifying species of the Natura 2000 ecological network is of particular importance. The results emphasise the high conservation value of the Savica SL and highlight the importance of preserving well-structured wetland and forest habitats within urban environments.

**Ključne riječi:** saproksilni kornjaši, bioraznolikost, urbana staništa, mrtvo drvo.

**Keywords:** saproxylic beetles, biodiversity, urban habitats, dead wood.

## Detekcija sastava ihtiofaune korištenjem eDNA metabarkodiranja u jezerima Maksimir, jezerima Savica i rijeci Savi, Zagreb

### Detection of Fish Fauna Species Using eDNA Metabarcoding in Maksimir Lakes, Savica Lakes, and the Sava River, Zagreb

**Karmela Adžić**<sup>1</sup>, Thomas Baudry<sup>2</sup>, Lana Jelić<sup>3</sup>, Biljana Janev Hutinec<sup>3</sup>, Željko Pavlinec<sup>4</sup>, Ana Galov<sup>5</sup>, Goran Klobučar<sup>5</sup>, Dušan Jelić<sup>6</sup>, Matej Vucić<sup>1,5</sup>

<sup>1</sup>eDNature d.o.o. / eDNature Ltd, Braće Radića 128A, 43290 Grubišno Polje, Hrvatska; karmela.adzic@ednature.hr

<sup>2</sup>Université de Poitiers, Laboratoire Écologie et Biologie des Interactions, UMR CNRS 7267 Equipe Ecologie Evolution Symbiose, Poitiers Cedex, Francuska; thomas.baudry@univ-poitiers.fr

<sup>3</sup>Javna ustanova za upravljanje prirodnim vrijednostima Grada Zagreba – Priroda Grada Zagreba / Public Institution for Management of Natural Values of City of Zagreb—Zagreb City Nature, Maksimirski perivoj 1, 10000 Zagreb, Hrvatska; lana.jelic@prirodazagreb.hr; biljana.janev-hutinec@prirodazagreb.hr

<sup>4</sup>Akvarij Pula d.o.o., / Aquarium Pula Ltd., Verudela 33, 52100 Pula, Hrvatska; zeljkopavlinec@gmail.com

<sup>5</sup>Biološki odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu / Department of Biology, Faculty of Science, University of Zagreb, Horvatovac 102a, Zagreb, Hrvatska; ana.galov@biol.pmf.hr; goran.klobucar@biol.pmf.hr; matej.vucic@biol.pmf.hr

<sup>6</sup>BIOTA d.o.o. / BIOTA Ltd., Maksimirska Cesta 129/5, 10000 Zagreb, Hrvatska; jelic.dusan@gmail.com

Godine 2021. dva urbana jezera, Maksimir I i II, prošla su obnovu koja je uključivala pražnjenje, čišćenje i uklanjanje invazivnih vrsta. Ovi lokaliteti, zajedno s dodatnim postajama na jezerima Savica (Havaji, Plitka, Veliko jezero) i rijeci Savi (Ščitarjevo, Dolje), uzorkovani su 2024. radi procjene ribljih zajednica pomoću okolišne DNA (eDNA) – brze i neinvazivne metode detekcije organizama iz okolišnih uzoraka. Metodologija je slijedila validirane protokole uzorkovanja vode, ekstrakcije eDNA i PCR amplifikacije uz MiFish 12S početnice specifične za ribe. Sekvenciranje je provedeno na Illumina platformama, nepouzdanе sekvence su uklonjene uz pomoć DADA2, a taksonomija je anotirana prema bazama MIDORI i Mothur. Rezultati su potvrdili očekivani sastav nakon obnove: u Maksimiru I dominirali su *Cyprinus carpio* i *Perca fluviatilis*, a u Maksimiru II *Squalius cephalus* i *P. fluviatilis*. Iako su u jezerima detektirane neke invazivne vrste, potpuno uklanjanje *Ameiurus melas*, *Lepomis gibbosus* i *Hypophthal-*

*michthys* spp. tijekom obnove vjerojatno je bilo uspješno. Riblje zajednice znatno su varirale duž Save i na postajama Savice, u skladu s različitim staništima. Među zanimljivijim nalazima detektirane su brojne Natura 2000 ciljne vrste: *Aspius aspius*, *Cobitis elongata*, *C. elongatoides*, *Romanogobio vladykovi*, *Rhodeus amarus*, *Rutilus virgo*, *Gymnocephalus* sp. (vjerojatno *G. schraetzer*) i *Sabanajewia balcanica*. Detektirane su i brojne invazivne vrste, što ističe potencijal eDNA metabarkodiranja za praćenje bioraznolikosti u ekosustavima urbanih voda te osobito kao alata za rano otkrivanje ključnog za bolje upravljanje invazivnim vrstama.

In 2021 two urban lakes, Maksimir I and II, were subjected to emptying, cleaning, and invasive species removal restoration. These localities, along with additional sites on Savica lakes (Havaji, Plitka, Veliko Jezero) and the Sava river (Ščitarjevo, Dolje) were sampled in 2024 to assess fish communities using environmental DNA (eDNA)—a rapid and non-invasive method for detection of organisms from environmental samples. The methodology followed validated water sampling protocols, eDNA extraction, and PCR amplification using fish-specific MiFish 12S primers. Sequencing was performed on Illumina platforms, sequence denoising was done with DADA2, and taxonomy was annotated against MIDORI and Mothur databases. Results confirmed the expected fish assemblage at Maksimir Lakes in their post-restoration state: Maksimir I was dominated by *Cyprinus carpio* and *Perca fluviatilis*, and Maksimir II by *Squalius cephalus* and *P. fluviatilis*. While some invasive species were detected in the lakes, removal of *Ameiurus melas*, *Lepomis gibbosus*, and *Hypophthalmichthys* spp. during the restoration process was likely successful. Fish communities varied notably along the Sava River and Savica sites, corresponding to different habitats. Among the more interesting results, numerous Natura 2000 target species were detected: *Aspius aspius*, *Cobitis elongata*, *C. elongatoides*, *Romanogobio vladykovi*, *Rhodeus amarus*, *Rutilus virgo*, *Gymnocephalus* sp. (likely *G. schraetzer*), and *Sabanajewia balcanica*. Numerous invasive species were detected as well, highlighting eDNA metabarcoding's potential for monitoring aquatic biodiversity in urban ecosystems, and especially as an early detection tool crucial for improved management of invasive species.

**Ključne riječi:** praćenje bioraznolikosti; slatkovodne riblje zajednice; molekularna ekologija; urbana vodena staništa; upravljanje urbanim slatkovodnim ekosustavima

**Keywords:** biodiversity monitoring; freshwater fish communities; molecular ecology; urban aquatic ecosystems; urban freshwater management

## Fauna ptica Značajnog krajobraza Goranec

### Bird Fauna of the Goranec Significant Landscape

**Tomislav Klanfar**, Jelena Kralj, Vesna Tutiš, Davor Ćiković,  
Louie Thomas Taylor, Sanja Barišić  
Zavod za ornitologiju Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti  
/ Institute of Ornithology Croatian Academy of Sciences and Arts,  
Gundulićeva 24, 10000 Zagreb, Hrvatska; tklanfar@hazu.hr

Značajni krajobraz Goranec kojem je sastavni dio i Područje ekološke mreže Vejalnica i Krč, nalazi se u jugoistočnom prigorju Medvednice, tj. na sjeveroistočnom dijelu grada Zagreba. Glavna staništa područja karakteriziraju mozaik šuma, travnjaka i poljoprivrednih površina pri čemu su ova potonja velikim dijelom zahvaćena sukcesijom zbog napuštanja tradicionalnih načina gospodarenja.

Dosadašnja istraživanja ornitofaune ovog područja provedena su sredinom 20. stoljeća kao dio istraživanja šireg područja, a nastavljena su tek 2014. godine također u sklopu drugih istraživanja. Ovo je prvo ciljano istraživanje isključivo područja Značajnog krajobraza Goranec. Istraživanje sastava zajednica ptica provedeno je tijekom proljeća 2025. godine korištenjem standardnih ornitoloških metoda: prebrojavanjem u točki i primjenom zvukovnog vaba za istraživanje ptičjih vrsta aktivnih noću. Tijekom istraživanja područja također su bilježene sve ostale vrste ptica čija prisutnost nije bila zamijećena primjenom navedenih metoda. Od ukupno zabilježenih 59 vrsta ptica 50 su gnjezdarice istraženog područja, a njih mahom čine ptice šumskih i antropogenih zajednica pri čemu je najbrojnija zajednica ptica ekotona. Noćne vrste su zastupljene s dvije vrste sova i legnjem.

Predlaže se upravljanje područjem koje bi spriječilo gubitak otvorenih staništa i tako pogodilo očuvanju staništa za gniježđenje zabilježenih vrsta ptica koje se nalaze na Dodatku 1 Direktive o pticama s posebnim naglaskom na legnja te periodički nastavak istraživanja.

The Goranec Significant landscape, which also includes the Vejalnica and Krč Ecological Network Area, is located in the southeastern foothills of Medvednica, i.e. in the northeastern part of the city of Zagreb. The main habitats of the area are characterized by a mosaic of forests, grasslands and agricultural areas, the latter being largely affected by succession due to the abandonment of traditional management methods.

Previous surveys of the ornithofauna of this area were conducted in the mid-20th century as part of a wider area survey and were continued only in 2014 as part of other surveys. This is the first targeted survey exclusively of the Goranec Significant Landscape Area. The survey of the composition of bird communities was conducted in the spring of 2025 using standard ornithological methods: point count and tape-recording technique to survey nocturnal bird

species. During the survey of the area, all other bird species whose presence was not observed using the aforementioned methods were also recorded.

Of the total of 59 recorded bird species, 50 are nesting in the surveyed area, and they are mostly birds of forest and anthropogenic communities, with the most numerous community of ecotone birds. Nocturnal species are represented by two species of owls and the nightjar. It is proposed to manage the area in a way that would prevent the loss of open habitats and thus favour the conservation of nesting habitats for recorded bird species listed in Annex 1 of the Birds Directive, with particular emphasis on nightjar and periodic follow-up surveys.

**Ključne riječi:** Značajni krajobraz, ekoton, zajednica ptica

**Keywords:** Significant landscape, ecotone, bird community

## Ne broje se svi cvjetovi jednako: nadopuna rasprostranjenosti i prostorna koncentracija cvatnje vrste *Anemone sylvestris* u istočnom Prigorju

### Not all flowers count equally: distribution update and spatial concentration of flowering in *Anemone sylvestris* (eastern Prigorje)

**Mladen Zadravec**<sup>1</sup>, Vesna Zadravec<sup>2</sup>, Mario Zadravec<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ministarstvo zaštite okoliša i zelene tranzicije, Zavod za zaštitu okoliša i prirode / Ministry of Environmental Protection and Green Transition, Institute for Environment and Nature, 10000 Zagreb; mladen.zadravec@mzozt.hr, mladen.z123@gmail.com

<sup>2</sup>nezavisni istraživač / independent researcher, Zagreb, vesna.zadravec.2@gmail.com, mario.zadravec57@gmail.com

Cvatnja velike šumarice (*Anemone sylvestris* L.) u istočnom Prigorju prati se na terenu već desetak godina, no prostorna dinamika cvatnje i raspodjela reproduktivnog učinka u prostoru do sada nisu bile sustavno analizirane. Cilj ovoga rada je (i) pružiti ažuriranu sliku rasprostranjenosti vrste na razini mikrolokacija i ploha te (ii) analizirati prostornu heterogenost trendova cvatnje i koncentraciju reproduktivnog učinka od 2015. do 2025. (2018. bez podataka). Broj cvatućih jedinki bilježen je godišnje na razini mikrolokacija, grupiranih unutar ploha. Vremenska struktura analizirana je generaliziranim aditivnim modelima, dok su prostorno heterogeni trendovi procijenjeni primjenom mješovitih modela s nasumičnim nagibima na razini ploha. Prostorna koncentracija cvatnje kvantificirana je Lorenzovim krivuljama, a sažeto prikazana Ginijevim koeficijentom. Rezultati pokazuju izraženu međugodišnju varijabilnost cvatnje bez jedinstvenog populacijskog trenda, pri čemu većina ploha pokazuje padajuće trendove, dok mali broj stabilnih ili rastućih ploha dominira ukupnim reproduktivnim učinkom. Ginijevi koeficijenti upućuju na porast prostorne koncentracije cvatnje kroz vrijeme, što može povećati osjetljivost populacije na lokalne poremećaje. Dobiveni rezultati naglašavaju važnost pristupa koji uzima u obzir prostornu raspodjelu i heterogenost u razumijevanju dugoročnih populacijskih dinamika i ugroza.

The flowering of *Anemone sylvestris* L. in eastern Prigorje has been monitored through about a decade of field studies, yet spatial heterogeneity in flowering dynamics and the distribution of reproductive output have not been formally evaluated. The aims of this study were to (i) provide an updated overview of the species' distribution at the level of microlocations and plots, and (ii) analyse spatially heterogeneous flowering trends and concentration of reproductive output from 2015 till 2025 (2018 not surveyed). Flowering individuals were recorded

annually at the microlocation level and aggregated within plots. Temporal structure was assessed using generalized additive models, while spatial heterogeneity in trends was quantified using random-slope mixed models at the plot level. Spatial concentration of flowering was evaluated using Lorenz curves and summarised using Gini coefficients. Results revealed pronounced year-on-year variability in flowering abundance with no single population-wide temporal trend. Most plots exhibited negative trends, whereas a small subset of stable or increasing plots contributed disproportionately to total flowering output. Gini coefficients indicated an increasing spatial concentration of flowering through time, suggesting reduced spatial buffering and heightened vulnerability to local disturbances. These findings highlight the importance of an approach that takes into account the spatial distribution and heterogeneity for understanding long-term population dynamics and conservation risks.

**Ključne riječi:** praćenje brojnosti; cvatnja; prostorna heterogenost; Ginijev koeficijent; dugoročni monitoring

**Keywords:** monitoring of flowering output; flowering trends; spatial heterogeneity; Gini coefficient; long-term monitoring

## **Izgradi dobro i razmnožit će se: dugoročni odgovor šumske smeđe žabe (*Rana dalmatina*) na stvaranje umjetnih lokvi** **Build it well and they will breed: long-term response of the agile frog (*Rana dalmatina*) to artificial pond creation**

**Mladen Zadavec**<sup>1</sup>, Mario Zadavec<sup>2</sup>, Vesna Zadavec<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ministarstvo zaštite okoliša i zelene tranzicije, Zavod za zaštitu okoliša i prirode / Ministry of Environmental Protection and Green Transition, Institute for Environment and Nature, 10000 Zagreb, Hrvatska; mladen.zadavec@mzozt.hr, mladen.z123@gmail.com

<sup>2</sup>nezavisni istraživač / independent researcher, Zagreb, vesna.zadavec.2@gmail.com, mario.zadavec57@gmail.com

Gubitak manjih akvatičkih staništa jedan je od glavnih uzroka ugroženosti vodozemaca, te često dovodi do nestanka mrijestilišta na lokalnoj razini. U istočnom Prigorju (SZ Hrvatska) pogodna mrijestilišta šumske smeđe žabe (*Rana dalmatina*) u velikoj su mjeri nestala. Kako bi se ublažila ova prijetnja opstanku vrste, na rubu Natura 2000 područja Vejalnica i Krč izgradile su se dvije umjetne lokve. Manja lokva (≈ 750 l), izgrađena 2012. godine, smještena je u zasjenjenom položaju, dok je veća (≈ 5,000 l), izgrađena 2018. godine, smještena na otvorenoj i osunčanoj poziciji. Ovaj poster predstavlja rezultate petogodišnjeg (2021. – 2025.) praćenja učinkovitosti ove mjere, temeljene na vizualnom prebrojavanju odraslih jedinki i mrijestova te analizi korištenja lokava. Sezonska aktivnost prikazana je kao dodatna informacija o fenologiji ove populacije. Rezultati ukazuju na jasan porast broja odraslih i mrijestova iz godine u godinu u većoj lokvi, što upućuje na postojano razmnožavanje i preživljavanje prethodnih generacija. Nasuprot tomu, razmnožavanje u manjoj lokvi bilo je sporadično i pokazivalo je opadajući trend kroz promatrano razdoblje. Izražena preferencija veće lokve upućuje na aktivan odabir mrijestilišta, potencijalno povezan sa stabilnijom razinom vode, jačom osunčanošću te dostupnošću plitkih i toplijih mikrostaništa koja mogu ubrzati razvoj punoglavaca. Iako se ne može isključiti utjecaj dodatnih čimbenika, uočeni obrasci pokazuju da izgradnja umjetnih lokava može uspješno obnoviti mrijestilišta šumske smeđe žabe, pri čemu veličina lokve, njezin smještaj i održavanje, kao i kvaliteta mikrostaništa, imaju ključnu ulogu u dugoročnoj učinkovitosti ove mjere.

Loss of small aquatic habitats is one of the major drivers of amphibian declines, often leading to the local disappearance of breeding sites. In eastern Prigorje (NW Croatia), suitable spawning habitats for the agile frog (*Rana dalmatina*) had largely vanished. To mitigate this

threat, two artificial garden ponds were constructed at the edge of the Natura 2000 site Vejalnica & Krč. The smaller pond ( $\approx 750$  l), constructed in 2012, is situated in a shaded position, whereas the larger pond ( $\approx 5000$  l), constructed in 2018, is located in a more open area with high solar exposure. This poster presents a five-year assessment (2021–2025) of the effectiveness of this measure, based on visual monitoring of adult presence, egg-mass counts, and pond usage. Seasonal activity is presented as supplementary life-history information for this population. The results show a clear year-on-year increase in the number of adults and egg masses at the large pond, indicating sustained reproduction and survival of previous generations. In contrast, breeding activity at the small pond remained sporadic and declined over time, with reproduction largely shifting to the larger water body. The pronounced preference for the large pond suggests active breeding-site selection, potentially driven by greater water permanence, higher solar exposure, and the availability of shallow, warmer microhabitats that may accelerate larval development. Although additional factors cannot be excluded, the observed patterns demonstrate that artificial pond creation can successfully restore breeding opportunities for *R. dalmatina*, while also highlighting the importance of pond size, maintenance, positioning, and microhabitat diversity and quality for long-term effectiveness.

**Ključne riječi:** očuvanje vodozemaca; restauracija staništa; veličina lokve; fenologija

**Keywords:** amphibian conservation; habitat restoration; pond size; phenology

## Zooplankton kao pokazatelj trofičkog stanja urbanih jezera grada Zagreba

### Zooplankton as an indicator of trophic status in urban lakes of the city of Zagreb

Ivana Padovan<sup>1</sup>, **Tvrtko Dražina**<sup>1,2</sup>, Maria Špoljar<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Biološki odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu / Department of Biology, Faculty of Science, University of Zagreb, Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska; tvrtko.drazina@biol.pmf.hr

<sup>2</sup>Hrvatsko ekološko društvo / Croatian Ecological Society, Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Zooplankton, uključujući kolnjake (Rotifera), rašljoticalce (Cladocera) i veslonošce (Copepoda), ima ključnu ulogu u funkcioniranju plitkih vodenih ekosustava te predstavlja pouzdan biološki pokazatelj trofičkog stanja i kvalitete vode. Ciljevi istraživanja bili su: utvrditi kvalitativni i kvantitativni sastav zooplanktona urbanih jezera Savice i Maksimira, ispitati utjecaj okolišnih čimbenika na njegov sastav te procijeniti stupanj trofije plitkih jezera na temelju biocenoloških obilježja zooplanktona. Istraživanje je provedeno u osam urbanih jezera unutar dvaju hidrosustava različitog postanka. Na oba lokaliteta kolnjaci su bili najraznolikija i često dominantna skupina zooplanktona. Okolišni pokazatelji upućivali su na oligotrofno do blago mezotrofno stanje jezera Savice te mezo-eutrofno do eutrofno stanje u jezerima Maksimira, dok su biotički pokazatelji, temeljeni na zooplanktonu, ukazivali na izraženiju trofiju u jezerima Savice. Rezultati potvrđuju visoku osjetljivost zooplanktona na promjene u okolišu te njegovu važnost u procjeni trofičkog stanja i planiranju monitoringa urbanih jezera.

Zooplankton, including rotifers (Rotifera), cladocerans (Cladocera), and copepods (Copepoda), plays a key role in the functioning of shallow aquatic ecosystems and represents a reliable biological indicator of trophic status and water quality. The aims of this study were to determine the qualitative and quantitative composition of zooplankton in the urban lakes of Savica and Maksimir, to examine the influence of environmental factors on zooplankton composition, and to assess the trophic status of shallow lakes based on the biocenological characteristics of zooplankton. The study was conducted in eight urban lakes within two hydrosystems of different origins. At both study sites, rotifers were the most diverse and often dominant zooplankton group. Environmental indicators suggested an oligotrophic to slightly mesotrophic status of the Savica lakes and a meso-eutrophic to eutrophic status of the Maksimir lakes, whereas biotic indicators based on zooplankton pointed to a more pronounced trophic status in the Savica lakes. The results confirm the high sensitivity of

zooplankton to environmental changes and its importance in assessing trophic status and in planning monitoring programs for urban lakes.

**Ključne riječi:** raznolikost zooplanktona, indeks stupnja trofije, Savica, Maksimir

**Keywords:** zooplankton diversity, trophic state indeks, Savica, Maksimir

**Ekološka obilježja urbanog poluprirodnog močvarnog sustava Savica (Zagreb): Makrozoobentos i sezonske promjene masnih kiselina bazalnih izvora hrane**  
**Ecological characteristics of the urban semi-natural wetland system Savica (Zagreb): macrozoobenthos and seasonal changes in fatty acids of basal food sources**

**Tomislava Bužan<sup>1</sup>**, Ivana Flanjak<sup>2</sup>, Sanja Gottstein<sup>3</sup>, Mirela Sertić Perić<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Doktorski studij Zaštita prirode i okoliša / Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Doctoral Study Programme in Nature and Environment Protection, 31000 Osijek, Hrvatska; tomlava.buzan@gmail.com

<sup>2</sup> Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet / Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Food Technology, 31000 Osijek, Hrvatska

<sup>3</sup> Biološki odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu / Department of Biology, Faculty of Science, University of Zagreb, 10000 Zagreb, Hrvatska;

Urbanizacija i klimatske promjene sve snažnije utječu na slatkovodne ekosustave, zbog čega je očuvanje urbanih močvarnih staništa i zeleno-plave infrastrukture od iznimne važnosti. Značajni krajobraz (ZK) Savica u Zagrebu predstavlja važno urbano močvarno područje i žarište bioraznolikosti. Ovo istraživanje donosi integriranu procjenu strukture i funkcije jezera ZK Savica kroz analizu zajednica makrozoobentosa, fizikalno-kemijskih svojstava vode te sezonskih promjena u sastavu masnih kiselina bazalnih izvora hrane makrozoobentosa. Istraživanje je obuhvatilo pet jezera različitog postanka: antropogeno nastala jezera Hawaii i Žuta Graba te prirodne mrtvaje rijeke Save (Vrbova, Veliko jezero i Ušće). Uzorkovanje je provedeno u litoralnim zonama. Fizikalno-kemijski parametri ukazuju na neutralne do blago alkalne uvjete i niske koncentracije hranjivih tvari. Analiza makrozoobentosa pokazala je razlike u sastavu, raznolikosti i brojnosti među jezerima, pri čemu su ličinke Chironomidae dominantne u većini jezera, dok je u Velikom jezeru zabilježen veći udio Oligochaeta. Analiza masnih kiselina obuhvatila je različite bazalne izvore hrane, uključujući vodenu i priobalnu vegetaciju, listinac, alge i detritus. Preliminarni rezultati upućuju na izražene sezonske promjene u sastavu masnih kiselina unutar istovrsnih izvora hrane, dok razlike između tipova jezera nisu bile značajne. Dobiveni rezultati omogućuju procjenu aspekata u funkcionalnosti i otpornosti urbanog močvarnog ekosustava Savica u uvjetima klimatskih promjena.

Urbanization and climate change increasingly affect freshwater ecosystems, making the conservation of urban wetlands and green–blue infrastructure of paramount importance. The Savica Significant Landscape in Zagreb represents an important urban wetland area and a biodiversity hotspot. This study provides an integrated assessment of structure and function of the Savica lakes through the analyses of macrozoobenthos communities, physico-chemical water properties, and seasonal changes in the fatty acid composition of basal food sources supporting macrozoobenthos.

The study encompassed five lakes of different origins: the anthropogenically formed lakes Hawaii and Žuta Graba, and natural oxbow lakes of the Sava River (Vrbova, Veliko Jezero, and Ušće). Sampling was conducted in littoral zones. Physico-chemical parameters indicated neutral to slightly alkaline conditions and low nutrient concentrations. Analysis of macrozoobenthos revealed differences in community composition, diversity, and abundance among the lakes, with Chironomidae larvae dominating in most lakes, while a higher proportion of Oligochaeta was recorded in Veliko Jezero.

Fatty acid analysis included various basal food sources, such as aquatic and riparian vegetation, leaf litter, algae, and detritus. Preliminary results indicate pronounced seasonal changes in fatty acid composition within the same types of food sources, whereas differences among lake types were not significant. The results enable the assessment of key aspects of the functionality and resilience of the Savica urban wetland ecosystem under climate change conditions.

**Ključne riječi:** urbane močvare, makrozoobentos, masne kiseline, bazalni izvori hrane, Savica

**Keywords:** urban wetlands, macrozoobenthos, fatty acids, basal food sources, Savica

## Odumiranje stabala u urbanim šumama grada Zagreba: analiza trendova

### Tree dieback in urban forests of the city of Zagreb: trend analysis

**Ivana Medved<sup>1</sup>**, Damir Ugarković<sup>2</sup>, Kristijan Maričić<sup>3</sup>, Maja Sabljak<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Državni hidrometeorološki zavod / Croatian Meteorological and Hydrological Service, Ravnice 48, 10000 Zagreb, Hrvatska; medved@dhz.hr

<sup>2</sup> Fakultet šumarstva i drvne tehnologije / Faculty of Forestry and Wood Technology, Svetošimunska cesta 23, 10000 Zagreb, Hrvatska; dugarkovic@sumfak.hr

<sup>3</sup> Hrvatske šume d.o.o., Uprava šuma Podružnica Našice / Croatian Forests Ltd., Forestry Administration branch office Našice, J.J. Strossmayera 1, 31500 Našice, Hrvatska; kristijan.maricic@hrsume.hr

<sup>4</sup> Park prirode Lonjsko polje / Lonjsko Polje Nature Park, Krapje 16, 44324 Jasenovac, Hrvatska; sumar@pp-lonjsko-polje.hr

Cilj istraživanja bio je analizirati trendove i usporediti indekse odumiranja stabala iz urbanih šuma grada Zagreba. Iz šumskogospodarskih planova su prikupljeni podaci o odumiranju hrasta kitnjaka, obične bukve, običnog graba i bagrema za razdoblje 1994 do 2020 godine. Indeksi odumiranja su izračunati kao broj stabala po hektaru (N/ha). Podaci o NO<sub>x</sub> i SO<sub>2</sub> spojevima za područje grada Zagreba su prikupljeni sa web platforme KNMI Climate Explorer. Usporedba indeksa odumiranja je analizirana jednosmjernom analizom varijance, a trend odumiranja sa Mann-Kendall trend testom.

Najveći prosječni indeks odumiranja 13.7 N ha<sup>-1</sup> imao je obični bagrem, a najmanji prosječni indeks odumiranja 3.7 N ha<sup>-1</sup> imao je obični grab. Maksimalni indeks odumiranja utvrđen je kod običnog bagrema i iznosio je 55.6 N ha<sup>-1</sup>, a najmanji indeks odumiranja imala je obična bukva, i to 0.3 N ha<sup>-1</sup>. Kod hrasta kitnjaka i običnog bagrema vidljiv je značajan trend povećanja srednjeg indeksa odumiranja, a kod običnog bagrema i značajan trend povećanja minimalnog indeksa odumiranja. Utvrđena je pozitivna korelacija srednjeg indeksa odumiranja kod hrasta kitnjaka, obične bukve i običnog graba, dok obični bagrem pozitivno korelira samo s hrastom kitnjakom. Utvrđene su korelacije koncentracija SO<sub>2</sub> s maksimalnim indeksom odumiranja hrasta kitnjaka, srednjim i maksimalnim indeksom odumiranja obične bukve, te minimalnim indeksom odumiranja običnog graba. Koncentracije NO<sub>x</sub> spojeva koreliraju sa srednjim i maksimalnim indeksom odumiranja obične bukve, te minimalnim indeksom odumiranja običnog graba. Nije utvrđena korelacija odumiranja običnog bagrema s koncentracijama SO<sub>2</sub> i NO<sub>x</sub> spojeva u zraku.

The aim of the research was to analyse trends and compare tree mortality indexes from urban forests of the city of Zagreb. Data on mortality of sessile oak, common beech, common hornbeam and black locust for the period 1994 to 2020 were collected from forest management plans. Mortality indexes were calculated as a number of trees per hectare (N/ha). Data on NO<sub>x</sub> and SO<sub>2</sub> compounds for the area of the city of Zagreb were collected from web platform KNMI Climate Explorer. Comparison of tree mortality indexes was analysed with One-Way Anova, and mortality trend was statistically processed with Mann-Kendall test. Black locust had the biggest average tree index mortality of 13.7 N ha<sup>-1</sup>. Common hornbeam had the smallest average tree mortality index of 3.7 N ha<sup>-1</sup>. Black locust had the maximal tree mortality index of 55.6 N ha<sup>-1</sup>, and common beech had the smallest tree mortality index of 0.3 N ha<sup>-1</sup>. There is a significant trend of an increase of the average tree index mortality for sessile oak and black locust, and a significant trend of an increase of minimal tree index mortality for black locust. For sessile oak, common beech and common hornbeam a significant and positive correlation of average tree mortality index was found. Black locust correlates with sessile oak only. Correlations between SO<sub>2</sub> air concentrations and maximal tree index mortality of sessile oak, average and maximal tree index mortality of common beech and minimal tree index mortality of common hornbeam was found. NO<sub>x</sub> air concentrations had a significant effect on average and maximal tree index mortality of common beech, and minimal tree index mortality of common hornbeam. SO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub> air concentrations did not have a significant effect on black locust dieback.

**Ključne riječi:** urbane šume, odumiranje stabala, Zagreb

**Key words:** urban forests, tree dieback, Zagreb

## **Analiza uspješnosti sanacija vjetroizvala u državnim šumama na području Parka prirode Medvednica**

### **Analysis of the success rate of rehabilitation of windbreaks in state forests in the Medvednica Nature park**

Damir Miškulin, Nives Salopek, Dalibor Babić, Matea Vuković, **Tihana Pavelić**

Hrvatske šume d.o.o., UŠP Zagreb / Croatian Forests Ltd., Managing Unit Zagreb, Lazinska 41, 10000 Zagreb, Hrvatska; tihana.pavelic@hrsume.hr

Medvednica je planina koju čine zaštićeni prirodni kompleksi šume. Ove su šume dijelom u državnom i dijelom u privatnom vlasništvu. Hrvatske šume d.o.o. zadužene su za provedbu propisa i održivo gospodarenje državnim šumama. Propisanim zahvatima šumi se omogućava održavanje optimalnog zdravstvenog stanja. Također, potrebno je pratiti zahtjeve prirode koja svakodnevno od nas traži razumijevanje prirodnih procesa i promjena. Šume na području Parka prirode Medvednica u proteklih su 13 godina pretrpjele nekoliko velikih i više manjih olujnih nevremena, koja su ostavila značajan trag na krajobrazu tog područja, narušila strukturu i stabilnost sastojina, te promijenila planove gospodarenja šumama tog područja.

Hrvatske šume d. o. o. uložile su izuzetne napore u svim fazama sanacije vjetroizvala i za nastavak daljnjeg potrajnog gospodarenja. Sanacije vjetroizvala možemo podijeliti u tri faze: 1. hitne intervencije na javnoj infrastrukturi, 2. izmjera i izvoz drvne mase uz uspostavu šumskog reda, 3. biološka obnova šuma.

Cilj je ovog rada prikazati provedene radove sanacije kako bi poslužili kao primjer dobre prakse u okolnostima klimatskih ekstrema. Kao rezultat dobiveni su podaci o saniranoj drvnoj masi i provedenim radovima obnove šume u državnim šumama Medvednice nakon vjetroloma u proteklih 13 godina. Ovim radom želimo ukazati na važnost održivog gospodarenja šumama koje osigurava stabilnost šuma na Medvednici i kako upravo tako pokušavamo smanjiti utjecaj klimatskih promjena.

Medvednica is a mountain composed of protected natural forest complexes. These forests are state-owned and privately owned. The implementation of regulations and the sustainable management of state-owned forests are carried out by Hrvatske šume d.o.o. (Croatian Forests Ltd). Through prescribed interventions, forests are enabled to maintain an optimal state of health. It is also necessary to monitor the demands of nature, which requires from us an understanding of natural processes and changes. Over the past 13 years, the forests in the area of the Medvednica Nature Park have experienced several major and numerous minor storm events, which have left a significant mark on the landscape of the area, disrupted the structure and stability of forest stands, and altered forest management plans for this area.

Significant efforts have been invested in all phases of windthrow remediation and in the continuation of long-term sustainable forest management by Hrvatske šume d.o.o. (Croatian Forests Ltd.). Windthrow remediation can be divided into three phases: (1) emergency interventions on public infrastructure, (2) measurement and extraction of timber with the establishment of forest order, and (3) biological forest restoration.

This paper aims to present the remediation measures implemented as an example of good practice under conditions of climatic extremes. As a result, data were obtained on the remediated timber volume and on the forest restoration activities carried out in the state forests of Medvednica following windthrow events over the past 13 years.

This paper emphasizes the importance of continuous forest management in maintaining forest stability on Medvednica and demonstrates its contribution to reducing the impacts of climate change.

**Ključne riječi:** održivo gospodarenje šumama, Park prirode Medvednica, sanacije, vjetroizvale, obnova šuma

**Keywords:** sustainable forest management, Nature Park Medvednica, rehabilitation, windthrows, forest restoration

## Primjena prirodnih mjera za zadržavanje vode u SPA Maksimir

### Implementation of natural water retention measures in SPA Maksimir

**Renata Vidaković Šutić<sup>1</sup>**, Irina Zupan<sup>2</sup>, Biljana Janev Hutinec<sup>2</sup>, Lana Jelić<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut za elektroprivredu d.d./Energy Institute Inc., Kupska 2, 10000 Zagreb, Hrvatska; renata.sutic@ie-zagreb.hr

<sup>2</sup> Javna ustanova Priroda Grada Zagreba / Public institution Zagreb City Nature, Maksimirski perivoj 1, 10000 Zagreb, Hrvatska; irina.zupan@prirodazagreb.hr; biljana.janev-hutinec@prirodazagreb.hr; lana.jelic@prirodazagreb.hr

Osviještenost o posljedicama ljudske djelatnosti na prirodu uz istovremene izražene efekte klimatskih promjena inicirale su, u posljednjih dvadesetak godina razvoj alata i metoda za djelomično i mjestimično poboljšanje stanja prethodno degradiranih šuma, vodotoka i poljoprivrednih površina smještenih u urbanim područjima ili u njihovoj blizini. Mjere koje su proizašle iz navedenih aktivnosti doprinose postizanju različitih ciljeva održivog razvoja i okolišnih ciljeva utvrđenih i propisanih politikama Europske unije. Potreba unaprjeđenja bioraznolikosti prepoznata je kao obaveza svih dionika iz mnogih djelatnosti, a osobito iz područja prostornog planiranja, vodnog gospodarstva, gospodarenja šumama i upravljanja zaštićenim područjima. U cilju unaprjeđenja bioraznolikosti u Parku Maksimir, a u okviru Projekta RestorRiver planira se implementirati niz manjih mjera na potoku Maksimirec koji imaju svrhu dužeg zadržavanja vode u koritu i zaobalju, te usporenju toka i formiranju močvarišta. Zahvati pripadaju širem području Rješenja temeljenih na prirodi (Natural base Solutions - NbS), a u užem smislu Mjerama prirodnog zadržavanja vode (Natural Water Retention Measures – NWRM) i njegovom podskupu Mjerama prirodnog zadržavanja vode manjeg opsega (Natural Small Water Retention Measures – NSWRM). Rad daje prikaz uloge Parka Maksimir u urbanoj zoni dijela Zagreba, te prikaz lokacija i rješenja za zadržavanje vode unutar Parka kao i ciljeve i potencijalne koristi za unaprjeđenje bioraznolikosti.

Awareness of the consequences of human activity on nature, along with the simultaneous pronounced effects of climate change, has initiated, in the last twenty years, the development of tools and methods for partial and local improvement of the condition of previously degraded forests, watercourses and agricultural areas located in or near urban areas. The measures that have emerged from the above activities contribute to the achievement of various sustainable development goals and environmental objectives established and prescribed by European Union policies. The need to improve biodiversity has been recognized as an obligation of all stakeholders from many activities, especially in the areas of spatial

planning, water management, forest management and protected area management. In order to improve biodiversity in Maksimir Park, and within the framework of the RestorRiver Project, a series of smaller measures are planned to be implemented on the Maksimirec stream, which are intended to retain water in the riverbed and on the banks for a longer period of time, as well as to slow down the flow and form wetlands. The interventions belong to the broader field of Natural Base Solutions (NbS), and in a narrower sense to Natural Water Retention Measures (NWRM) and its subset Natural Small Water Retention Measures (NSWRM). The work presents the role of Maksimir Park in the urban zone of Zagreb, as well as the location and solutions for water retention within the Park, as well as the goals and potential benefits for biodiversity improvement.

**Ključne riječi:** Park Maksimir, potok Maksimirec, bioraznolikost, MbS, NWRM, NSWRM, močvarište

**Keywords:** Maksimir Park, Maksimirec stream, biodiversity, MbS, NWRM, NSWRM, wetland

**RESTORIVER – Obnova riječnih obala i riparijskih područja duž Dunava i njegovih pritoka u Dunavskoj regiji izmijenjenih ljudskim intervencijama, s ciljem jačanja klimatske otpornosti i prirodnog zadržavanja vode**  
**RESTORIVER – Climate resilient, natural water retention focused restoration of riversides and riparian areas adversely affected by human interventions along the Danube and its tributaries within the Danube Region**

**Ida Čarnohorski**<sup>1</sup>, Irina Zupan<sup>2</sup>, Biljana Janev Hutinec<sup>2</sup>,  
 Snježana Malić Limari<sup>1</sup>, Lana Jelić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>WWF Adria, Boškovićeve 2, 10000 Zagreb, Hrvatska; icarnohorski@wwfadria.org

<sup>2</sup>Javna ustanova Priroda Grada Zagreba / Public institution Zagreb City Nature,  
 Maksimirski perivoj 1, 10000 Zagreb, Hrvatska; irina.zupan@prirodazagreb.hr

Projekt RESTORIVER potiče obnovu riječnih obala i vodotoka u Dunavskom slivu, s ciljem jačanja otpornosti na klimatske promjene korištenjem Rješenja temeljenih na prirodi (NBS), konkretno Mjera za prirodnog zadržavanja vode (NWRM). Projekt se bavi ekosustavima degradiranim ljudskim aktivnostima, a istovremeno jača otpornost na posljedice klimatskih promjena poput poplava, suša i ekstremnih vrućina.

Cilj projekta je unaprijediti sposobnost prilagodbe slatkovodnih ekosustava na posljedice klimatskih promjena, poboljšati zadržavanje vode i osigurati održive usluge ekosustava. Glavni rezultati uključuju povećanu svijest o klimi i mogućnostima prilagodbe, testirana i drugdje primjenjiva NBS/NWRM rješenja te unaprijeđene i usklađene vodne i klimatske politike u dunavskoj regiji. Pilot aktivnosti provedene u šest zemalja služe kao demonstracijska područja, prikazujući učinkovite pristupe obnovi i pružajući modele za širu primjenu klimatski otpornog upravljanja rijekama i priobalnim područjima.

RESTORIVER aktivno uključuje dionike i građane putem anketa, intervjuja, participativnih akcija, radionica za izgradnju kapaciteta i događaja razmjene znanja. Projekt također podupire donošenje politika temeljenih na dokazima kroz analizu postojećih vodnih, klimatskih i prostornih politika, izradu preporuka, prikupljanje dobrih praksi te uspostavu mreže podržavajućih donositelja odluka kroz RESTORIVER Takeup strategiju.

The RESTORIVER project promotes climate-resilient restoration of riversides and riparian areas along the Danube and its tributaries using Nature-Based Solutions (NBS) and Natural Water Retention Measures (NWRM). It addresses ecosystems degraded by human activities, specifically in urban and periurban areas, while strengthening resilience to climate change impacts such as floods, droughts, and extreme heat.

The project aims to improve the adaptive capacity of riverine landscapes, enhance water retention, and support sustainable ecosystem services. Key outcomes include increased climate awareness and adaptation skills, tested and transferable NBS/NWRM solutions, and improved and harmonized water and climate policies across the Danube Region. Pilot actions implemented in six countries serve as demonstration sites, showcasing effective restoration approaches and providing scalable models for climate-resilient river and riparian management across the region.

RESTORIVER actively involves stakeholders and citizens through surveys, interviews, participatory actions, capacity-building workshops, and knowledge exchange events. It also supports evidence-based policymaking through analysis of existing water, climate, and spatial planning policies, development of practical policy recommendations, collection of good practices, and creation of a network of supportive policymakers supported by the RESTORIVER Take-up Strategy.

**Ključne riječi:** Mjere za prirodno zadržavanje vode, obnova vodotoka, NbS, NWRM

**Keywords:** Natural Water Retention Measures, watercourse restoration, NbS, NWRM

## Šume hrane – doprinos povećanju bioraznolikosti i smanjenju negativnih posljedica klimatskih promjena u urbanim sredinama

### Food forests – contributing to increasing biodiversity and reducing the negative impact of climate change in urban areas

**Petra Boić Petrač**, Ida Čarnohorski, Snježana Malić Limari

WWF Adria, Boškovićeve 2, 10000 Zagreb, Hrvatska; icarnohorski@wwfadria.org

Projekt “Šume hrane” provodi WWF Adria, s ciljem promicanja permakulture, regenerativne poljoprivrede i održivog upravljanja okolišem koji doprinose povećanju bioraznolikosti i smanjenju negativnih posljedica klimatskih promjena (suša, poplava i toplinskih valova) u urbanim sredinama. Projekt je pokrenut u sklopu kampanje “Sat za planet Zemlju 2023”, a uključuje sadnju jestivih šuma u školama u Hrvatskoj i Srbiji kako bi se učenike educiralo o prirodnim ekosustavima i održivom uzgoju hrane. Projekt se nastavio kroz 2024. i 2025. godinu.

Permakultura se opisuje kao sustav dizajna koji oponaša prirodne ekosustave te potiče rad s prirodom umjesto protiv nje. Ovaj koncept prioritet daje bioraznolikosti tako što uključuje širok spektar biljnih vrsta - ne samo stabla voćaka. Ta raznovrsnost privlači različite životinje, uključujući korisne kukce i oprašivače i tako stvara otporniji i uravnoteženiji ekosustav u odnosu na monokulturni voćnjak. Šume hrane su dizajnirane da budu samoodržive – biljke se međusobno podržavaju. To smanjuje potrebu za vanjskim intervencijama poput dodavanja mineralnog gnojiva i pesticida pa je na taj način šuma hrane ekološki prihvatljivija i održivija. Posebno je zanimljiva njena primjena u urbanim sredinama gdje doprinosi povećanju bioraznolikosti, smanjenju negativnih posljedica klimatskih promjena te potiče stanovništvo na korištenje lokalno proizvedene hrane i općenito smanjenje ekološkog otiska.

Projekt je realiziran uz podršku donatora, stručnjaka za permakulturu, lokalne zajednice i kroz radionice za djecu. Do sada je posađeno devet šuma hrane - šest u Srbiji i četiri u Hrvatskoj - s više tisuća sadnica voćaka i drugih biljaka, čime se doprinosi očuvanju prirode, edukaciji i održivoj budućnosti.

The “Food Forests” project is implemented by WWF Adria, with the aim of promoting permaculture, regenerative agriculture and sustainable environmental management that contribute to increasing biodiversity and reducing the negative impact of climate change (droughts, floods and heat waves) in urban areas. The project was launched as part of the “Earth Hour 2023” campaign and involves planting edible forests in schools in Croatia and Serbia to educate students about natural ecosystems and sustainable food production.

Permaculture is described as a design system that mimics natural ecosystems and encourages working with nature instead of against it. This concept prioritizes biodiversity by including a wide range of plant species - not just fruit trees. This diversity attracts a variety of animals, including beneficial insects and pollinators, and thus creates a more resilient and balanced ecosystem than a monoculture orchard. Food forests are designed to be self-sustaining - the plants support each other. This reduces the need for external interventions such as adding mineral fertilizers and pesticides, making the forest more environmentally friendly and sustainable. Its application in urban areas is particularly interesting, where it contributes to increasing biodiversity, reducing the negative effects of climate change, encouraging the population to use locally produced food, and generally reducing the ecological footprint. The project was implemented with the support of donors, permaculture experts, local communities, and through workshops for children. So far, nine food forests have been planted — six in Serbia and three in Croatia — with several thousand fruit and other plant seedlings, contributing to nature conservation, education and a sustainable future.

**Ključne riječi:** Šume hrane, klimatske promjene, permakultura

**Keywords:** Food forests, climate change, permaculture

## Priroda u gradu Nature in the city

### Tomica Štivić

ovlašteni arhitekt i ovlašteni urbanist / architect and urban planner;  
stivic.tomica@gmail.com

CILJ RADA, PROJEKTA - Pokazati na jednom gradskom nekonsolidiranom području mogući smjer uređenja, koji je na tragu naslova konferencije “MAKSIMALNO NA STRANI PRIRODE”. Koncept, skicu urbanističkog rješenja staviti kao polazište konkretnih koraka, koji bi vodili ka realizaciji. Cilj je približiti moguće rješenje što širem krugu dionika te potaknuti razmišljanje, raspravu s dionicima, participaciju građana i struke o razvoju gradskog područja, o procedurama, projektima i izvedbi kao i praćenju razvoja projekta kroz protok vremena.

GLAVNI REZULTATI - Kroz jedan urbanističko arhitektonski koncept u formi skice, crteža koji je nastao kao rezultat promišljanja u okviru arhitektonskog natječaja, a koji je svojevremeno promišljao dalju budućnost, a sada se stvara potreba i otvara mogućnost realizacije. Pravi trenutak je preispitati ponuđeno rješenje i realne šanse za realizaciju.

ZAKLJUČAK - Potrebno je odabrati smjer razrade koncepta kroz dodatnu analizu, te težiti podizanju kvalitete kako projekta tako u konačnici i realizacije. Kroz predloženi urbanističko arhitektonski koncept stvoriti platformu za daljnju konkretnu realizaciju projekta revitalizacije gradskog područja, implementiranja prirode u gradsko tkivo.

AIM OF THE PAPER / PROJECT - To demonstrate, on a single unconsolidated urban area, a possible direction of development aligned with the theme of the conference “MAXIMALLY ON THE SIDE OF NATURE.” The concept and sketch of the urban design solution are presented as a starting point for concrete steps that would lead toward implementation. The aim is to present the possible solution to a broad range of stakeholders and to encourage reflection, discussion with stakeholders, as well as participation of citizens and professionals in the development of the urban area, the procedures, projects, and implementation, as well as in monitoring the project’s development over time.

MAIN RESULTS - Through an urban–architectural concept in the form of a sketch and drawing, created as the result of reflections within an architectural competition that once considered the more distant future, a need is now emerging and an opportunity for realization is opening. This is the right moment to re-examine the proposed solution and the realistic possibilities for its implementation.

CONCLUSION - It is necessary to select a direction for further development of the concept through additional analysis and to strive to raise the quality of both the project and, ultimately, its realization.

Through the proposed urban–architectural concept, a platform should be created for the further concrete implementation of a project aimed at revitalizing the urban area and integrating nature into the urban fabric.

**Ključne riječi:** arhitektonski koncept, skica, realizacija

**Keywords:** architectural concept, sketch, implementation

## Evolutija krajobraza Međimurja: primjeri aktualnih promjena u kontekstu zaštite prirode

### Landscape evolution in Međimurje: examples of recent changes in the context of nature conservation

**Mihaela Mesarić**

Međimurska priroda - Javna ustanova za zaštitu prirode / Međimurje Nature  
- Public Institution for Nature Protection, Trg međimurske prirode 1, Križovec,  
40315 Mursko Središće, Hrvatska; mesaric@medjimurska-priroda.info

Krajobraz Međimurja oblikovan je dugotrajnim međudjelovanjem prirodnih procesa i ljudskih aktivnosti, no recentne promjene u načinu korištenja prostora sve češće imaju negativne posljedice na prirodne vrijednosti područja. Cilj rada je analizirati primjere aktualnih krajobraznih promjena uzrokovanih ljudskim djelovanjem te sagledati njihove učinke u kontekstu zaštite prirode. Najrelevantnije su promjene u načinu korištenja poljoprivrednog zemljišta te aktivnosti gradnje. Analizirani primjeri potvrđuju da su recentne krajobrazne promjene u Međimurju velik izazov za očuvanje prirodnih i krajobraznih vrijednosti područja. Rad naglašava potrebu sustavnijeg uključivanja krajobraznog pristupa u upravljanje prostorom radi usklađivanja razvojnih potreba s ciljevima zaštite prirode.

The landscape of Međimurje has been shaped by long-term interactions between natural processes and human activities. In recent decades, however, changes in land use have increasingly exerted negative impacts on the area's natural and landscape values. This paper examines selected examples of recent landscape transformations driven by human activities and evaluates their effects in the context of nature conservation. Attention is given to changes in agricultural land use and construction-related activities, which represent the most significant drivers of landscape change. The analyzed cases demonstrate that recent transformations pose a serious challenge to the conservation of Međimurje's natural and landscape heritage. The paper highlights the need for a more systematic integration of the landscape approach into spatial planning and management to balance development demands with nature conservation objectives.

**Ključne riječi:** krajobraz, prostorne promjene, zaštita prirode, Međimurje, baština

**Keywords:** landscape, spatial changes, nature conservation, Međimurje, heritage

## **Nova perspektiva obnove staništa: Što donosi CLIMANATRES ?**

### **A new perspective on habitat restoration: What does CLIMANATRES offer ?**

**Miran Lanščak**, Luka Basrek, Tatjana Masten Milek

Javna ustanova Zeleni prsten Zagrebačke županije / Zeleni prsten Public Institution of Zagreb County, 151. samoborske brigade HV 1, 10430 Samobor; Hrvatska; miran.lanscak@zeleni-prsten.hr

Projekt Klimatsko jačanje planova restauracije prirode u srednjoj i donjoj dunavskoj regiji - CLIMANATRES, financiran iz Interreg Programa transnacionalne suradnje Dunavske regije, bavi se prilagodbom klimatskim promjenama u obnovi i očuvanju prirodnih staništa duž srednjeg i donjeg toka Dunava, uključujući prioritetne vrste i stanišne tipove EU-a. U sklopu projekta razvijaju se i primjenjuju klimatski osjetljivi modeli rasprostranjenosti stanišnih tipova s ciljem podržavanja nacionalnih planova obnove prirode i unapređenja upravljanja zaštićenim područjima i ekološkim koridorima. Rezultati omogućuju bolje razumijevanje budućih promjena vegetacije te predviđanje gdje će se staništa moći očuvati ili obnoviti. Prekograničnom suradnjom povezat će se podaci iz više zemalja kako bi se dobio cjelovitiji uvid u promjene vegetacije u regiji. Izrađuju se besplatne karte predviđanja pogodnosti uvjeta za opstanak staništa koje pomažu identificirati prioritetne lokalitete za obnovu te provedbu mjera jačanja povezanosti i otpornosti ekosustava u uvjetima klimatskih promjena. JU Zeleni prsten Zagrebačke županije doprinosi projektu praktičnim iskustvima u upravljanju zaštićenim područjima i osigurava terenske podatke za kalibraciju modela na pet šumskih Natura 2000 područja u Hrvatskoj. Kroz uključivanje dionika i suradnju s nadležnim tijelima, rezultati projekta doprinjet će donošenju odluka za klimatski prilagođenu ekološku obnovu u skladu s Uredbom o obnovi prirode EU. Ujedno će se u sklopu projekta izraditi i Plan upravljanja područjem ekološke mreže Stupnički lug, čime će se osigurati dugoročno upravljanje navedenim područjem prilagođeno trenutnim i budućim klimatskim promjenama.

The project Climate-proofing ecological restoration plan in the middle and lower Danube Region – CLIMANATRES, supported by the Interreg Danube Region Programme co-funded by the European Union, addresses climate change adaptation in the restoration and conservation of natural habitats along the middle and lower Danube, including EU priority species and habitat types. Within the project, climate-sensitive habitat distribution models will be developed and applied with the aim of supporting national nature restoration plans and improving the management of protected areas and ecological corridors. The results enable a better understanding of future vegetation changes and the prediction of where habitats can be preserved or restored.

Through cross-border cooperation, data from multiple countries will be integrated to provide a more comprehensive insight into vegetation changes in the region. Free predictive maps of habitat suitability are being produced to help identify priority sites for restoration and to support the implementation of measures to enhance ecosystem connectivity and resilience under climate change conditions.

Zeleni prsten Public Institution of Zagreb County contributes to the project through practical experience in managing protected areas and by providing field data for model calibration in five forest Natura 2000 sites in Croatia. Through stakeholder involvement and cooperation with competent authorities, the project results will support decision-making for climate-adapted ecological restoration in line with EU Nature Restoration Regulation. In addition, a Management plan for ecological network site Stupnički lug will be developed within the project, ensuring long-term management of the area adapted to current and future climate change.

**Ključne riječi:** Natura 2000, Klimatske promjene, Obnova prirode, Dunavska regija, Ekološki koridori

**Keywords:** Natura 2000, Climate Change, Nature Restoration, Danube Region, Ecological Corridors

## Park prirode Medvednica – UNESCO Geopark Medvednica Nature Park – UNESCO Geopark

**Tajana Ban Ćurić**, Suzana Kavčić, Martina Belović Kelemen, Marina Popijač

Javna ustanova Park prirode Medvednica/ Public Institution Nature Park Medvednica, Bliznec 70, 10000 Zagreb, Hrvatska, info@pp-medvednica.hr

Park prirode Medvednica (Park) periurbano je područje koje se većinom nalazi na području Grada Zagreba, dok se ostatak prostire na Krapinsko-zagorsku i Zagrebačku županiju. Park je dio ekološke mreže Natura 2000 kao područje očuvanja značajno za vrste i stanišne tipove (POVS HR2000583 Medvednica). Šume kao temeljni fenomen Medvednice rezultat su iznimne georaznolikosti ključne za razvoj raznovrsnih šumskih staništa. Godine 1995. izrađen je Geološki vodič Medvednice, 2002. godine, za posjećivanje je uređena i otvorena špilja Veternica i Poučna staza Miroslavec, a 2004. godine uređen je kao prvi rudnik u srednjovjekovnom stilu u Hrvatskoj za posjećivanje „Rudnik Zrinski“ gdje se posjetiteljima sustavno prezentira geološka baština. U 2023. godini započele su pripremne aktivnosti za uključivanje Parka u mrežu UNESCO geoparkova. Početkom 2026. godine Park je predstavljen Hrvatskom nacionalnom povjerenstvu za svjetske UNESCO geoparkove, a predaja aplikacije planirana je za listopad 2026. godine. Evaluacija se očekuje 2027. godine, dok bi se službeno pridruživanje mreži moglo ostvariti 2028. godine, čime bi Medvednica postala četvrti UNESCO Geopark u Republici Hrvatskoj. Park je član EUROPARC federacije i nositelj certifikata Europske povelje za održivi turizam. Pridruživanjem mreži UNESCO geoparkova omogućio bi se daljnji razvoj geoturizma, povećala međunarodna vidljivost Parka te dodatno osnažilo uključivanje i razvoj lokalne zajednice i ponude, pri čemu blizina Zagreba predstavlja jedinstvenu prednost u okviru UNESCO mreže.

Medvednica Nature Park (Park) is a peri-urban area located mostly in the City of Zagreb, while the rest extends to Krapinsko-zagorska and Zagrebačka counties. The Park is part of the Natura 2000 ecological network as a conservation area important for species and habitat types (POVS HR2000583 Medvednica). Forests as the fundamental phenomenon of Medvednica are the result of exceptional geodiversity, which is key to the development of diverse forest habitats. In 1995, the Medvednica geological guide was created, in 2002, the Veternica cave and the Miroslavec educational trail were arranged and opened for visiting, and in 2004, it was arranged as the first medieval-style mine in Croatia for visiting, the “Zrinski Mine”, where geological heritage is systematically presented to visitors. In 2023, preparatory activities began for the inclusion of the Park in the UNESCO Geoparks network. At the beginning 2026, the Park was presented to the Croatian National Commission for UNESCO World Geoparks,

and the application submission is planned for October 2026. The evaluation is expected in 2027, while official joining the network could be achieved in 2028, making Medvednica the fourth UNESCO Geopark in the Republic of Croatia. The Park is a member of the EUROPARC Federation and the European Charter for Sustainable Tourism certificate holder. Joining the UNESCO Geoparks network would enable further development of geotourism, increase the Park's international visibility, and further strengthen the involvement and development of the local community and offer, with the proximity to Zagreb representing a unique advantage within the UNESCO network.

**Ključne riječi:** Park prirode Medvednica, UNESCO geopark, održivi turizam

**Keywords:** Medvednica Nature Park, UNESCO Geopark, sustainable tourism

## Sudbina poljskog jasena: ima li nade?

### The fate of the narrow-leaved ash: is there hope?

**Linda Bjedov**, Jelena Kranjec Orlović, Marko Vucelja, Danko Diminić

Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Zavod za zaštitu šuma i lovno gospodarstvo / <sup>1</sup>University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology, Department of Forest Protection and Wildlife Management, Svetošimunska cesta 23, 10000 Zagreb, Hrvatska, lbjedov@sumfka.unizg.hr

Poljski jasen (*Fraxinus angustifolia*) ključna je vrsta drveća u riječnim i poplavnim šumama u Europi, cijenjena zbog svojih ekoloških i gospodarskih doprinosa. Ova vrsta sve više je ugrožena zbog neodrživih ljudskih aktivnosti, utjecaja klimatskih promjena (uključujući ekstremne temperature, promijenjene obrasce oborina i nestabilne razine podzemnih voda), invazivnih patogena poput *Hymenoscyphus fraxineus* te smanjene prirodne obnove. U nedostatku jasnih smjernica za upravljanje, očekuje se daljnje smanjenje ove vrste, s negativnim posljedicama za stabilnost šuma, bioraznolikost i gospodarsku vrijednost aluvijalnih šuma. Cilj projekta SCAN-DANUBE je suzbiti propadanje šuma poljskog jasena u dunavskoj regiji pružanjem novih strategija i smjernica za gospodarstvo šumama i očuvanje ove vrste drveća, kako u gospodarskim tako i u zaštićenim aluvijalnim šumama dunavskog područja. SCAN-DANUBE okuplja 6 projektnih partnera i 9 pridruženih partnera iz Austrije, Bosne i Hercegovine, Hrvatske, Češke Republike, Srbije i Slovenije, pokrivajući većinu prirodnog raspona poljskog jasena u dunavskoj regiji. Projekt obuhvaća 3 tematska posebna cilja: 1) Tumačenje i unapređenje znanja o prošlom i sadašnjem statusu poljskog jasena u dunavskoj regiji; 2) Unapređenje gospodarstva i očuvanja ove vrste u cijeloj tematskoj regiji; 3) Implementacija novog sustava praćenja i strategija razmnožavanja radi povećanja vitalnosti i očuvanja poljskog jasena u zemljama partnera.

The narrow-leaved ash (*Fraxinus angustifolia*) is a key tree species in alluvial and floodplain forests in Europe, valued for both its ecological and economic contributions. This tree species is increasingly threatened by unsustainable human activities, climate change impacts (including extreme temperatures, altered precipitation patterns and fluctuating water tables), invasive pathogens such as *Hymenoscyphus fraxineus*, and reduced natural regeneration. In the absence of clear management guidelines, a further decline of this species is expected, with negative consequences for forest stability, biodiversity, and economic value in alluvial forests. The SCAN-DANUBE project aims to counteract the decline of narrow-leaved ash forests in the Danube region through the development of innovative guidelines for forest management and species conservation in commercially used and protected alluvial forests. The SCAN-DANUBE consortium brings together 6 project partners and 9 associated part-

ners from Austria, Bosnia and Herzegovina, Croatia, the Czech Republic, Serbia, and Slovenia, covering most of the natural range of narrow-leaved ash in the Danube region. Project includes 3 thematic special objectives: 1) Interpreting and advancing the knowledge regarding the narrow-leaved ash past and the present status in the Danube region; 2) Enhancing management and conservation of this species across the thematic region; 3) Implementing novel monitoring system and breeding strategies to enhance the vitality and preservation of narrow-leaved ash in the partner's countries.

**Ključne riječi:** poljski jasen, SCAN-DANUBE, *Hymenoscyphus fraxineus*, klimatske promjene  
**Key words:** narrow-leaved ash, SCAN-DANUBE, *Hymenoscyphus fraxineus*, climate change



**Priroda Grada  
Zagreba**