



**KOPAČKI
RIT**
Park prirode
Nature Park



Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
**Fakultet agrobiotehničkih
znanosti Osijek**



Sveučilište Josipa Jurja
Strossmayera u Osijeku
**ODJEL ZA
BIOLOGIJU**

DANUBE PARKS
network of protected areas



J. U. AGENCIJA
ZA UPRAVLJANJE
ZAŠTIĆENIM
PRIRODNIM
VRIJEDNOSTIMA
NA PODRUČJU OSJEČKE
BARANJSKE ŽUPANIJE



Učiteljski fakultet Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
**Fakultet za odgojne
i obrazovne znanosti**
BARANJSKO OSJEČKI ŽUPANIJE



Odrasli za vodu



Balkan Environmental Association
B.E.N.A.



HRVATSKI ZAVOD ZA
JAVNO ZDRAVSTVO
OSJEČKO - BARANJSKE
ŽUPANIJE



PRAVOS



imi
Institut za medicinska
istraživanja i medicinu rada



INTERNATIONAL ASSOCIATION
OF ENVIRONMENTAL AND PROTECTED
AREAS



EFOS
Ekonomski
fakultet
u Osijeku



Institut za vodu
Josip Juraj Strossmayer



Alumni
Odjela za biologiju
Sveučilišta Josipa Jurja
Strossmayera u Osijeku

ISSN 1849-8264

14

14. međunarodni
simpozij

14th International
Symposium

KOPAČKI RIT

JUČER, DANAS, SUTRA
PAST, PRESENT, FUTURE

2025. / 2025

Osijek, 25. – 26. rujna 2025.
Osijek, September 25 – 26, 2025

ZBORNIK SAŽETAKA
BOOK OF ABSTRACTS

ZBORNIK SAŽETAKA
14. MEĐUNARODNOG SIMPOZIJA

KOPAČKI RIT
JUČER, DANAS, SUTRA
2025.

Osijek, 25. - 26. rujna 2025.

BOOK OF ABSTRACTS
14TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM

KOPAČKI RIT
PAST, PRESENT, FUTURE
2025

Osijek, September 25 - 26, 2025

KOPAČKI RIT JUČER, DANAS, SUTRA 2025.

KOPAČKI RIT: PAST, PRESENT, FUTURE 2025

Organizatori / Organizers:

Javna ustanova „Park prirode Kopački rit“ / Public Institution Nature Park Kopački rit

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek / Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet za odgojne i obrazovne znanosti / Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Education

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju / Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Biology

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za kemiju / Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Chemistry

Javna ustanova „Agencija za upravljanje zaštićenim prirodnim vrijednostima na području Osječko – baranjske županije“ / Public Institution Agency for Managing of Protected Natural Values in Osijek-Baranja County

Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada / Institute for Medical Research and Occupational Health

Nastavni zavod za javno zdravstvo Osječko – baranjske županije / Teaching Institute for Public Health for the Osijek - Baranja County

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Ekonomski fakultet u Osijeku / Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Economics in Osijek

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Pravni fakultet Osijek / Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Law in Osijek

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Kineziološki Fakultet Osijek / Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Kinesiology in Osijek

Institut za vode Josip Juraj Strossmayer / Josip Juraj Strossmayer Water Institute

Zelena pravna klinika Pravnog fakulteta Osijek / Green Law Clinic of the Faculty of Law in Osijek

Alumni Odjela za biologiju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku /
Alumni of the Department of Biology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
(Alumni BiolOs)

Mreža zaštićenih područja uz rijeku Dunav / Danube River Network of Protected
Areas (DANUBEPARKS)

Balkanska okolišna udruga / Balkan Environmental Association (B.EN.A.)

Međunarodno udruženje znanstvenika i stručnjaka za zaštitu okoliša /
International Association of Environmental Scientists and Professionals (IAESP)

Izdavač / Publisher:

Javna ustanova „Park prirode Kopački rit“, Mali Sakadaš 1, 31327 Kopačevo, Bilje
/ Public Institution Nature Park Kopački rit, Mali Sakadaš 1, 31327 Kopačevo, Bilje

Uredništvo / Editorial Board:

izv. prof. dr. sc. Dubravka Špoljarić Maronić / associate professor Dubravka
Špoljarić Maronić, PhD

dr. sc. Vlatko Rožac / Vlatko Rožac, PhD

Ivo Bašić, dipl. oec. / Ivo Bašić, M. econ.

prof. dr. sc. Siniša Ozimec / full professor Siniša Ozimec, PhD

Programski odbor / Programme Committee:

prof. dr. sc. Siniša Ozimec / full professor Siniša Ozimec, PhD

prof. dr. sc. Irella Bogut / full professor Irella Bogut, PhD

izv. prof. dr. sc. Filip Stević / associate professor Filip Stević, PhD

izv. prof. dr. sc. Vlatka Gvozdić / associate professor Vlatka Gvozdić, PhD

Igor Miklavčić, mag. educ. phys. et politechn., predavač / Igor Miklavčić, mag.
educ. phys. et politechn., lecturer

doc. dr. sc. Ana Popović / assistant professor Ana Popović, PhD

doc. dr. sc. Alma Mikuška / assistant professor Alma Mikuška, PhD

prof. dr. sc. Branko Petrinc / full professor Branko Petrinc, PhD

izv. prof. dr. sc. Ljiljana Krstin / associate professor Ljiljana Krstin, PhD

prof. dr. sc. Gordana Subakov-Simić (Srbija) / full professor Gordana Subakov-
Simić, PhD (Serbia)

izv. prof. dr. sc. Milić Čurović (Crna Gora) / associate professor Milić Čurović, PhD (Montenegro)

doc. dr. Benjamin Zorko (Slovenija) / assistant professor Benjamin Zorko, PhD (Slovenia)

izv. prof. dr. sc. Katerina Malić-Bandur (Bosna i Hercegovina) / associate professor Katerina Malić-Bandur, PhD (Bosnia and Herzegovina)

izv. prof. dr. sc. Dubravka Čerba (Slovačka) / associate professor Dubravka Čerba, PhD (Slovakia)

Organizacijski odbor / Organizing Committee:

Ivo Bašić, dipl. oec. / Ivo Bašić, M. econ.

prof. dr. sc. Emina Berbić Kolar / full professor Emina Berbić Kolar, PhD

prof. dr. sc. Krunoslav Zmaić / full professor Krunoslav Zmaić, PhD

izv. prof. dr. sc. Tanja Žuna Pfeiffer / associate professor Tanja Žuna Pfeiffer, PhD

izv. prof. dr. sc. Elvira Kovač Andrić / associate professor Elvira Kovač Andrić, PhD

Igor Ružička, dipl. iur. / Igor Ružička, M. L.

prof. dr. sc. Mirna Habuda-Stanić / full professor Mirna Habuda-Stanić, PhD

dr. sc. Vlatko Rožac / Vlatko Rožac, PhD

prof. dr. sc. Svjetlana Stanić-Koštroman (Bosna i Hercegovina) / full professor Svjetlana Stanić-Koštroman, PhD (Bosnia and Herzegovina)

izv. prof. dr. sc. Ladislav Hamerlík (Slovačka) / associate professor Ladislav Hamerlík, PhD (Slovakia)

izv. prof. dr. sc. Nataša Turić / associate professor Nataša Turić, PhD

prof. dr. sc. Boris Crnković / full professor Boris Crnković, PhD

prof. dr. sc. Tunjica Petrašević / full professor Tunjica Petrašević, PhD

izv. prof. dr. sc. Zvonimir Tomac / associate professor Zvonimir Tomac, PhD

izv. prof. dr. sc. Ana Đanić Čeko / associate professor Ana Đanić Čeko, PhD

izv. prof. dr. sc. Mario Šiljeg / associate professor Mario Šiljeg, PhD

izv. prof. dr. sc. Milan Nikolić (Srbija) / associate professor Milan Nikolić, PhD (Serbia)

dr. sc. Mariana Golumbeanu (Rumunjska) / Mariana Golumbeanu, PhD (Romania)

Tehnički odbor / Technical Committee:

Marin Škoro, mag. biol. / Marin Škoro, MSc

Kristina Romanjek, mag. biol. / Kristina Romanjek, MSc

Boris Bolšec, prof. / Boris Bolšec, mag

Marija Vereš, mag. biol. / Marija Vereš, MSc

Sonja Kučera, mag. agr. / Sonja Kučera, MSc

Matej Marušić, mag. oec. / Matej Marušić, MSc

Dorja Bučević, mag. oec. / Dorja Bučević, MSc

Nikolina Bek, univ. mag. prot. nat. et amb. / Nikolina Bek, MSc

Ivana Lukač, studentica (Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju) / Ivana Lukač, student (Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Biology)

Matija Karapetrić, student (Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju) / Matija Karapetrić, student (Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Biology)

Hrvoje Puljić, student (Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Kineziološki Fakultet Osijek) / Hrvoje Puljić, student (Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Kinesiology in Osijek)

Pokrovitelji / Auspices:

Ministarstvo zaštite okoliša i zelene tranzicije / Ministry of Environmental Protection and Green Transition

Ministarstvo turizma i sporta / Ministry of Tourism and Sport

Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost / Environmental Protection and Energy Efficiency Fund

Osječko-baranjska županija / Osijek-Baranja County

Grad Osijek / City of Osijek

Sponzori / Sponsors:

Belje plus d.o.o. / Belje plus Ltd

Libusoft Cicom d.o.o. / Libusoft Cicom Ltd

RAO d.o.o. / RAO Ltd

Valalta d.o.o. / Valalta Ltd

Pestrid d.o.o. / Pestrid Ltd

Partneri / Partners:

Hrvatska turistička zajednica / Croatian National Tourist Board

Fotografija na naslovnici / Cover page photo:

Arhiva JUPPKR / PINPKR archives

Grafička priprema i tisak / Printed by:

Studio HS internet d.o.o. Osijek / Studio HS internet Ltd Osijek

Naklada / Printing run:

200 primjeraka / 200 copies

ISSN: 1849-8264

IZJAVA O ODRICANJU OD ODGOVORNOSTI

Izdavač i Uredništvo zbornika izjavljuju da su autori u cijelosti odgovorni za točnost sadržaja i stavove koji su iznijeti u objavljenim sažecima.

LEGAL NOTICE

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

UVODNA RIJEČ

Zadovoljstvo nam je pozdraviti sve vas, drage sudionike i uzvanike 14. međunarodnog simpozija *Kopački rit jučer, danas, sutra 2025.*

Simpozij su zajednički organizirali Javna ustanova „Park prirode Kopački rit“, sastavnice Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku: Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Fakultet za odgojne i obrazovne znanosti, Odjel za biologiju, Odjel za kemiju, Ekonomski fakultet u Osijeku, Pravni fakultet Osijek i Zelena pravna klinika, Kineziološki fakultet Osijek; Alumni Odjela za biologiju, Javna ustanova Agencija za upravljanje zaštićenim prirodnim vrijednostima na području Osječko-baranjske županije, Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Nastavni zavod za javno zdravstvo Osječko-baranjske županije, te Institut za vode „Josip Juraj Strossmayer“.

Međunarodnu potporu organizaciji simpozija dale su tri međunarodne udruge: Mreža zaštićenih područja uz rijeku Dunav (The Danube River Network of Protected Areas, DANUBEPARKS), Balkanska okolišna udruga (The Balkan Environmental Association, B.EN.A.) i Međunarodno udruženje znanstvenika i stručnjaka za zaštitu okoliša (The International Association of Environmental Scientists and Professionals, IAESP).

Program dvodnevno simpozija, 25. i 26. rujna 2025. godine, donosi ukupno 94 priopćenja, od kojih 25 usmenih i 69 posterskih priopćenja. Tijekom četrnaest godina, od prvog simpozija, održanog 27. rujna 2012. godine izložena su ukupno 702 priopćenja.

Zadovoljni smo što je simpozij postao prepoznatljiv kao mjesto godišnjeg okupljanja znanstvenika, stručnjaka, studenata, nastavnika i članova udruga iz Hrvatske i inozemstva, kojima je pružena prilika prikazati postignuća svojih aktivnosti i nove spoznaje ostvarene sudjelovanjem u provedbi brojnih projekata uz nacionalnu ili potporu fondova Europske unije, uz posebni značaj sudjelovanja u prekograničnim i međunarodnim projektima iz područja zaštite prirode i okoliša. Najljepše zahvaljujemo pokroviteljima simpozija: Ministarstvu zaštite okoliša i zelene tranzicije, Ministarstvu turizma i sporta, Fondu za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost, Osječko-baranjskoj županiji i Gradu Osijeku te tvrtkama sponzorima simpozija: Belje plus d.o.o., Libusoft Cicom d.o.o., RAO d.o.o., Valalta d.o.o. i Pestrid d.o.o., koji su prepoznali vrijednosti ovoga simpozija za društvenu zajednicu.

U ime Organizacijskog i Programskog odbora
prof. dr. sc. Siniša Ozimec

FOREWORD

It is our pleasure to greet all of you dear participants and distinguished guests of the 14th International Symposium *Kopački Rit: Past, Present, Future 2025*.

The Symposium was jointly organized by: Public institution Nature Park Kopački rit; member units of the Josip Juraj Strossmayer University of Osijek: Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Faculty of Education, Department of Biology, Department of Chemistry, Faculty of Law Osijek and Green Legal Clinic, Faculty of Economics in Osijek, Faculty of Kinesiology Osijek, Alumni of the Department of Biology; Institution Agency for Management of Protected Natural Values in Osijek-Baranja County, Institute for Medical Research and Occupational Health, Teaching Institute of Public Health for the Osijek-Baranja County, and Josip Juraj Strossmayer Water Institute.

International support for the organization of the symposium was provided by three international associations: The Danube River Network of Protected Areas (DANUBEPARKS), The Balkan Environmental Association (B.EN.A.) and The International Association of Environmental Scientists and Professionals (IAESP).

Programme of the two-day symposium, 25 and 26 September 2025, delivers 94 presentations, of which 25 oral and 69 poster presentations. During the fourteen years, since the first symposium held on 27 September 2012, a total of 702 presentations were held.

We are pleased that the symposium has become recognisable as an annual gathering place for scientists, experts, students, teachers and members of associations from Croatia and abroad, who are given the opportunity to present the achievements of their activities and new insights gained through participation in the implementation of numerous projects with national or European Union funding support, with particular importance given to participation in cross-border and international projects in the field of nature and environmental protection.

We are grateful to the auspices of the symposium: the Ministry of Environmental Protection and Green Transition, the Ministry of Tourism and Sport, the Environmental Protection and Energy Efficiency Fund, Osijek-Baranja County and City of Osijek, and also to the sponsors of the symposium, provided by the companies: Belje plus Ltd., Libusoft Cicom Ltd, RAO Ltd, Valalta Ltd and Pestrid Ltd, who recognized the values of this symposium for the social community.

On behalf of the Organizing and Programme Committees
Prof. Siniša Ozimec, PhD

Sadržaj / Contents

SABINA ALIĆ, JORGE BERNAL-ALVIZ, ALMA MIKUŠKA, MIRNA VELKI,
KRISTINA HABSCHIED, KREŠIMIR MASTANJEVIĆ, DORA BJEDOV

Globalni pregled istraživanja policikličkih aromatskih ugljikovodika (PAH) u pticama / Global review of research on polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in birds.....

22

MIRKO ANDRIĆ, IVANA DOLAČEK

Interdisciplinarna terenska nastava kao model kurikularne inovacije u osnovnoškolskom obrazovanju: iskustva iz osječkog porječja Drave /

Interdisciplinary field teaching as a model of curricular innovation in primary education: Experiences from the Drava River Basin in Osijek

26

BORNA-IVAN BALAZ, ŽELJKO DUIĆ, BOJAN MATOŠ, IDA PAVLIN, JASNA OREŠKOVIĆ, SAŠA KOLAR, LARA ŠEMBERA, ZORAN KOVAČ, IVICA PAVIČIĆ

Preliminarni rezultati hidrološko-hidogeoloških istraživanja u Posebnom ornitološkom rezervatu „Podpanj“ / Preliminary results of hydrological and hydrogeological research in the “Podpanj” Special Ornithological Reserve.....

30

ANTONIJA BARIŠIĆ LASOVIĆ, IGOR TADIĆ, DRAŽEN BRLEKOVIĆ, DORIS GLIBOTA, NIKOLA BATAKOVIĆ

Koncepcijsko rješenje restauracije Lorencovog dunavca / Conceptual design for the restoration of the Lorencov dunavac.....

34

LORENA BENČINA, TATJANA ŠALIKA-TODOROVIĆ, ROCCO NEKIĆ, DORA BJEDOV, ALMA MIKUŠKA, LIDIJA KALINIĆ

Molekularno određivanje spola nandua (*Rhea americana* Linnaeus, 1758) /

Molecular sex determination of the Greater Rhea (*Rhea americana* Linnaeus, 1758)

38

FRANKA BENIĆ, PETRA KRIŽEVAC, TANJA ŽUNA PFEIFFER, DUBRAVKA ŠPOLJARIĆ MARONIĆ, FILIP STEVIĆ, VANDA ZAHIROVIĆ

Morfološka obilježja malog kačuna (*Orchis morio* L.) na stepolikom travnjaku u Bilju / Morphological variation of the Green-winged orchid (*Orchis morio* L.) at the steppe-like grassland in Bilje

40

DORA BJEDOV, SABINA ALIĆ, ROCCO NEKIĆ, ALMA MIKUŠKA, MIRNA VELKI

Omjeri izotopa ugljika i dušika (d13C, d15N) u perju kao hranidbeni pokazatelj za mapiranje izloženosti živi (Hg) / Feather stable isotope ratio (d13C, d15N) as a dietary compass that maps mercury (Hg) exposure.....

42

TOMISLAV BOGDANOVIĆ, ANDREA VUKOJA, KRUNOSLAV ILIĆ, IVAN
PAVIČIĆ, SVJETLANA MARIĆ, BRANKO PETRINEC

Novi nalazi vretenca <i>Aeshna cyanea</i> (Odonata) u Prekograničnom rezervatu biosfere Mura-Drava-Dunav / New findings of the dragonfly <i>Aeshna cyanea</i> (Odonata) in Transboundary Biosphere Reserve Mura-Drava-Danube.....	46
--	----

DOMAGOJ BOSILJEVAC, MARIJA MARTINKO, PAULA OČELIĆ, VALERIJA
VUJČIĆ BOK

Utjecaj bisfenola S na mitotski indeks i učestalost pojedinih faza staničnog ciklusa u meristemskim stanicama korjenčića luka (<i>Allium cepa</i> L.) / Influence of bisphenol S on mitotic index and frequency of individual cell cycle phases in meristematic cells of onion root (<i>Allium cepa</i> L.)	50
---	----

ANA BOŽIĆ, VLATKA GVOZDIĆ, MARTINA JAKOVLJEVIĆ KOVAČ, MAJA
MOLNAR, VALENTINA PAVIĆ, SELMA MLINARIĆ, MARTINA ŠRAJER
GAJDOŠIK, LIDIJA KALINIĆ

Antioksidativna aktivnost i fenolni profil hrastove šiške izazvane osom <i>Andricus quercuscalicis</i> / Antioxidant activity and phenolic profile of oak galls caused by the wasp <i>Andricus quercuscalicis</i>	54
--	----

MARKO ČOPIĆ, MARCO POLA, IGOR KARLOVIĆ, MATKO PATEKAR, STAŠA
BOROVIĆ, BRANKO KORDIĆ, FILIP LOŽEK, IZIDORA MARKOVIĆ VUKADIN,
KOSTA URUMOVIĆ

Hydrogeološka istraživanja za potrebe održivog upravljanja vodama Baranje / Hydrogeological investigations for the sustainable water management plan of Baranja region	56
---	----

FABIJAN BRKIĆ, ZORANA KATANIĆ, MAJA MOLNAR, JASMINA LUKINAC,
MARTINA JAKOVLJEVIĆ KOVAČ, LJILJANA KRSTIN

Potencijalni učinak amigdalina na klijavost lucerne (<i>Medicago sativa</i> L.) / The potential effect of amygdalin on the germination of alfalfa (<i>Medicago sativa</i> L.)	60
---	----

FABIJAN BRKIĆ, ZORANA KATANIĆ, TANJA ŽUNA PFEIFFER, LJILJANA
KRSTIN

Flora Feričanačkog kraja: autohtone i invazivne biljne svojte / Flora of the Feričanci area: native and invasive plant taxa	64
--	----

MARLENA ČUKTERAŠ, IRENA ROZIĆ

Ptice bez granica: Birdwatching kao integrirani model održive zaštite i upravljanja raznolikošću ptica u delti Neretve i Parku prirode Hutovo Blato / Birds Without Borders: Birdwatching as an integrated model for sustainable protection and management of bird diversity in the Neretva Delta and Hutovo Blato Nature Park	66
---	----

IVAN DAMJANOVIĆ

Praćenje stanja faune vidre (<i>Lutra lutra</i> L.) na području Otočkih virova u Spačvanskom bazenu / Monitoring the status of the Eurasian otter (<i>Lutra lutra</i> L.) population in the area of Otočki Virovi in the Spačva Basin	70
---	----

IVAN DAMJANOVIĆ, IVAN MIHIĆ, URANELA HORVAT, SNJEŽANA BENKOTIĆ, DARIO KOLARIĆ, DAVORKA ŠALAVARDA, NATAŠA TURIĆ

UrbanBlueHealth – zajednička inicijativa srednjoeuropskih zemalja za poboljšanje kvalitete vode urbanih prirodnih kupališta / UrbanBlueHealth – joint central European actions for improving quality of urban bathing waters	74
---	----

IVAN DAMJANOVIĆ, DRAGAN PRLIĆ

Fauna ptica starih rukavaca srednjeg toka Dunava u Hrvatskoj – područje istraživanja Lorenzov dunavac / The bird fauna of the old oxbows of the Middle Danube in Croatia – study site Lorenz oxbow lake	76
--	----

DENIS DEŽE, SINIŠA OZIMEC, IVAN PLAŠČAK, ANKICA SARAJLIĆ, HELENA EREŠ, VLATKO ROŽAC, MARIJA VEREŠ, MARIN ŠKORO, BORIS BOLŠEC, LJUBICA ŠUNIĆ, DAMIR OPAČIĆ, HRVOJE DOMAZETOVIĆ, IVO BAŠIĆ, IVANA MAJIĆ

Bioakustični monitoring raznolikosti ptica tijekom 2024. godine u Parku prirode „Kopački rit“ / Bioacoustic monitoring of bird diversity in 2024 in Kopački rit Nature Park	80
--	----

MARKO DOBOŠ, MARIJA KOVAČEVIĆ, IVICA SAMARĐIĆ, KRISTINA AŠENBRENER, ČASLAV SIKORA, DAVID HUŠKA, HRVOJE PETROVIĆ, DARIO ŠIMUNIĆ, KARLO MIKIĆ, DOBRIVOJE BOGOJEVIĆ, IVA GALIĆ

Sedra u Slavoniji / Tufa in Slavonia	84
---	----

ANDREJA DORIĆ, NATAŠA MESIĆ MUHAREMI

Interdisciplinarni pristupi očuvanju Kopačkoga rita / Interdisciplinary approaches to Kopački rit conservation	86
---	----

KRUNOSLAVA DUKA, SAŠA DUKA

Park prirode „Kopački rit“ kao socio–ekološki sustav: Društvena dimenzija upravljanja / Kopački rit Nature Park as a socio–ecological system: The social dimension of management	88
---	----

ANA ĐANIĆ ČEKO, MATEA NOVAK

Važnost zelenog socijalnog rada i obrazovanja u postizanju održivog suživota s okolišem / The importance of green social work and education in achieving sustainable coexistence with the environment	90
--	----

TATJANA ELEZ

„Šišmiš patrola“ – projekt ZOO vrsta Osijek i Javne ustanove „Park prirode Kopački rit“ / „Bat patrol“ – project between the Osijek ZOO vrsta and Public Institution Kopački rit Nature Park	94
---	----

FRAN FIŠER, NIKOLINA BEK, TOMISLAV MANDIR, MARIN ŠKORO, KRISTINA ROMANJEK, MATEJ MARUŠIĆ, LIDIJA KALINIĆ, ALMA MIKUŠKA Utvrđivanje vrsta vođenjaka analizom okolišne DNA / Identification of newt species using environmental DNA analysis	98
OKTAVIJA FLANJAK	
Kopački rit kao prirodna učionica: implementacija novog kurikula Prirodoslovlje u nižim razredima osnovne škole kroz iskustveno učenje / Kopački rit as a natural classroom: Implementation of the new science curriculum in lower primary grades through experiential learning	102
MARTA FRLIN, PETRA BALENOVIĆ, IVANA ŠOLA, DARIA GMIŽIĆ, GORDANA RUSAK Kora banane kao izvor fenolnih antioksidansa: Usporedba s drugim biljnim uzorcima / Banana peel as a source of phenolic antioxidants: Comparison with other plant samples	106
MARTA FRLIN, IVANA ŠOLA	
Okolišni stres i metaboličke prilagodbe biljaka: Primjer brokule / Environmental Stress and Metabolic Adaptations of Plants: Example of Broccoli	108
ANITA GALIR, DUBRAVKA ŠPOLJARIĆ MARONIĆ, TENA MINARIK, FILIP STEVIĆ, TANJA ŽUNA PFEIFFER, MATEA DENT Ekološki učinci mikroplastike na slatkovodni plankton s naglaskom na ispašu i smrtnost / Ecological effects of microplastics on freshwater plankton with focus on grazing and mortality	110
ANITA GALIR, DUBRAVKA ŠPOLJARIĆ MARONIĆ, FILIP STEVIĆ, TANJA ŽUNA PFEIFFER, FRAN PRAŠNIKAR, NIKOLINA BEK, EVA PENAVAL, PETRA KRIŽEVAC Ometajući učinci azitromicina na interakcije u hranidbenoj mreži slatkovodnog planktona / Disruptive effects of azithromycin on freshwater plankton food web interactions	112
DORIS GLIBOTA, IGOR TADIĆ, ANTONIJA BARIŠIĆ LASOVIĆ, NIKOLA BATAKOVIĆ	
Usklađivanje projekta DANSER s EU politikama upravljanja sedimentima: pravni okvir i prepreke u slivu Dunava / Alignment of the DANSER project with EU sediment management policies: legal framework and challenges in the Danube basin	114
DARIA GMIŽIĆ, IVANA ŠOLA	
Klijanci brokule pod vodnim stresom: Fenolni spojevi i antioksidacijski kapacitet / Broccoli sprouts under water stress: Phenolic compounds and antioxidant capacity	118

VLATKA GVOZDIĆ, KLARA PRITIŠANAC, VANESA VILJEVAC, ELVIRA KOVAČ-ANDRIĆ

Procjena koncentracija PM čestica na području istočne Hrvatske / Assessment of PM particle concentrations in the area of eastern Croatia	120
---	------------

MIRNA HABUDA-STANIĆ

Vrijednost močvara na prekretnici: globalno izumiranje ili globalna revitalizacija / The value of wetlands at a crossroads: global extinction or global revitalization	122
---	------------

MATEJ HORVATOVIĆ, ROSEMARY VUKOVIĆ, MAGDALENA MATIĆ,
KAROLINA VRANDEČIĆ, IVNA ŠTOLFA ČAMAGAJEVAC, ANA VUKOVIĆ
POPOVIĆ, JASENKA ČOŠIĆ, KREŠIMIR DVOJKOVIĆ, DARIO NOVOSELOVIĆ

Sortno-specifični antioksidacijski odgovor pšenice na zarazu vrstama roda <i>Fusarium</i> i gnojidbu dušikom / Variety-specific antioxidative response of wheat to <i>Fusarium</i> infection and nitrogen fertilisation	124
--	------------

DALIBORKA JANDROKOVIĆ

Ekologija i održivi razvoj u ustanovama predškolskog odgoja – primjer dobre prakse / Ecology and sustainable development in preschool institutions – an example of good practice	128
---	------------

RAHELA JANŽEK, NIKOLINA FILIPOVIĆ, STJEPAN ŠARIĆ, MARTINA
ŠRAJER GAJDOŠIK, ELVIRA KOVAČ-ANDRIĆ

Održiva sinteza hidroksiapatita iz biorazgradivog materijala / Sustainable synthesis of hydroxyapatite using a biodegradable precursor	130
---	------------

KARLO JUŠIĆ

Istraživanje čaglja (<i>Canis aureus</i>) akustičnom metodom u lovištu XI/114 “Buk” / Research on the Golden Jackal (<i>Canis aureus</i>) by acoustic method in the hunting ground XI/114 “Buk”	132
--	------------

MATIJA KARAPETRIĆ, FRAN FIŠER, BERNARD KOVAČ, SARA JANUŠ,
ANDREJ VINAJ, ANJA LONČAR, FILIP STEVIĆ, TANJA ŽUNA PFEIFFER
DUBRAVKA ŠPOLJARIĆ MARONIĆ

Izazovi održivosti: Kako (pre)živjeti sutra? / Sustainability Challenges: How to survive/live tomorrow?	136
--	------------

MATIJA KARAPETRIĆ, KARLA PROVČI, LEONA MATKOVIĆ, BARBARA
TUNJIĆ, LUKA PUJEZ, MALU CELIĆ, FRAN FIŠER, BORNA BESEDIĆ, ROCCO
NEKIĆ, FABIJAN BRKIĆ

Bioraznolikost – invazivna flora i fauna u Parku prirode „Kopački rit” / Biodiversity – invasive flora and fauna in Kopački rit Nature Park	140
--	------------

KARLA KARIJ

Ekoturizam u Kopačkom ritu: ravnoteža između očuvanja i razvoja / Ecotourism in Kopački rit: balancing conservation and development	142
--	------------

PETRA KAŠNJAR PERKOVIĆ, VALERIJA VUJČIĆ BOK, LUCIJA RUBINIĆ, SANJA GAGIĆ, IVANA ŠOLA, GORDANA RUSAK, ŽELJAN MALEŠ Poboljšanje biodostupnosti ukupnih hidroksicimetnih kiselina, fenola i flavonola u lukovicama običnog luka / Improving the bioaccessibility of total hydroxycinnamic acids, phenols and flavonols in onion bulbs	144
KARLA KOVAČEVIĆ, LJILJANA KRSTIN, MIRNA ĆURKOVIĆ-PERICA, ZDENKO TURNIŠKI, MARILENA IDŽOJTIĆ, ZORANA KATANIĆ Intraspecifična varijabilnost vrste <i>Ophiostoma novo-ulmi</i> na temelju standardnih DNA barkod markera / Intraspecific variability of <i>Ophiostoma novo-ulmi</i> based on commonly used DNA barcode markers	148
NEMANJA KOVAČEVIĆ, MARINA PETRIĆ, IVANA VASIĆ, BOJAN TUBIĆ, MARKO MARINKOVIĆ Potencijal prirodne obnove poplavnih šuma: početna saznanja / Natural Floodplain Forests Regeneration Potential: Initial Findings	152
LORA KRČMAR, LEONARDA SUDAR, MONIKA KADAK, STJEPAN KRČMAR Raznolikost faune tvrdih krpelja (Acari: Ixodidae) zelenih površina na području grada Osijeka / Diversity of hard tick fauna (Acari: Ixodidae) in green areas in the City of Osijek	156
STJEPAN KRČMAR, LORA KRČMAR Proljećna i ljetna dinamika tvrdih krpelja (Acari: Ixodidae) u šumi topole na lijevoj obali rijeke Drave u gradu Osijeku / Spring and summer dynamics of hard ticks (Acari: Ixodidae) in a poplar forest on the left bank of the Drava River in the City of Osijek.....	158
SONJA KUČERA, DUNJA KUFNER, MIRELA KOTROMANOVIĆ, VLATKO ROŽAC, KRISTINA ROMANJEK, MARIN ŠKORO, MARIJA VEREŠ, IVANČICA JURČEVIĆ AGIĆ, BORIS BOLŠEĆ, IVO BAŠIĆ Edukativni programi o strogo zaštićenoj vrsti leptira kiseliničnog vatrenog plavca (<i>Lycaena dispar</i>, Haworth, 1802) s naglaskom na razliku područja Parka prirode „Kopački rit” i područja ekološke mreže Natura 2000 / Educational programs about the strictly protected species of Large copper butterfly (<i>Lycaena dispar</i> , Haworth, 1802), with an emphasis on the difference between Nature Park Kopački rit and the ecological network Natura 2000 area	160
IVONA LEVAK, SABINA ALIĆ, ROCCO NEKIĆ, ALMA MIKUŠKA, MIRNA VELKI, DORA BJEDOV Kvantifikacija biokemijskih biomarkera u krvi bijele rode (<i>Ciconia ciconia</i>) u jačanju koncepta bioindikatora okoliša / Quantification of biomarkers in the blood of the white stork (<i>Ciconia ciconia</i>) reinforcing the concept of an environmental bioindicator.....	164

FILIP LOŽEK, NATALIA SZYDŁOWSKA, MAREK ŚMEJKAL, JAKUB ADAMEK,
LUKÁŠ VESELÝ, IZIDORA MARKOVIČ-VUKADIN, MILOŠ BUŘIČ

Usporedni funkcionalni odgovori autohtone bjeličice (*Leucaspius delineatus*) i invazivne bezribice (*Pseudorasbora parva*) na mlađ šarana: Implikacije za predatorsku snagu i biokontrolni potencijal / Comparative functional responses of native sunbleak (*Leucaspius delineatus*) and invasive topmouth gudgeon (*Pseudorasbora parva*) on carp fry: Implications for predatory strength and biocontrol potential168

MARIN LUKAČEVIĆ, EDITA ŠTEFANIĆ, KRZYSZTOF SŁOWIŃSKI, ŁUKASZ MARCIN MATEUSIAK, BEATA GRYGIERZEC, SYLWESTER TABOR, AGNIESZKA SYNOWIEC

Otključavanje dormantnosti: Mehanički potaknuta klijavost kod *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle / Unlocking dormancy: Mechanically induced germination in *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle.....172

TOMISLAV MANDIR, ŽELJKA VREBAC, IVANA PAVASOVIĆ

Istraživanje vidre (*Lutra lutra*) u području ekološke mreže Natura 2000 Dunav – Vukovar u Osječko-baranjskoj županiji / Study of the Eurasian Otter (*Lutra lutra*) in the ecological network Natura 2000 site Dunav–Vukovar in Osijek-Baranja County.....176

SINIŠA MARIČIĆ

Vodna bilanca i Kopački rit / Water balance and Kopački rit180

KATARINA MARIĆ, KRISTINA GVOZDANOVIĆ, IVONA DJURKIN KUŠEC, GORAN KUŠEC, VLADIMIR MARGETA

Tov svinja na dubokoj stelji / Pig fattening on deep litter184

IZIDORA MARKOVIĆ VUKADIN, FILIP LOŽEK, DAMIR KREŠIĆ, STAŠA BOROVIĆ, MARCO POLA, JOSIP TERZIĆ, KOSTA URUMOVIĆ, LIDIJA SRNEC, TANJA LISKO, IVANA HAVRLE KOZARIĆ, ALJOŠA DUPLIĆ, TAMARA KIRIN, KARLA FABRIO ČUBRIĆ

Integriranje različitih znanstvenih pristupa za upravljanje turizmom otpornim na klimu u zaštićenim područjima / Integrating diverse scientific approaches for climate-resilient tourism management in protected areas.....188

MATEJ MARUŠIĆ, ANITA CHENESHKOVA, DORJA BUČEVIĆ, LIDIJA MAUROVIĆ KOŠČAK, PETAR GLAVAŠ, MATIJA KARAPETRIĆ, KARLA PROVČI

Građanska znanost u zaštićenim područjima na rijeci Dunav / Citizen science in protected areas along the Danube River192

TOMISLAV MEŠTROVIĆ, BRANKO PETRINEC, LUKA PAVELIĆ, BRANIMIR ZAUNER, IGOR MIKLAVČIĆ

Rezultati projekta RAINSTORM / RAINSTORM project results196

KARLO MIŠKEC, MARTA FRLIN, IVANA ŠOLA

Optimizacija metode određivanja oksidacijskog oštećenja DNA pomoću reagensa Fenton ili UV-fotolizom H_2O_2 za analizu učinka vodnog stresa na klijance brokule / Optimization of DNA nicking protection assay using the Fenton reagent or UV-photolysis of H_2O_2 for analysis of the effect of water stress on broccoli seedlings.....	200
---	-----

MONIKA MUŽAR-KOS, IRELLA BOGUT, IRENA KIŠMARTIN, KREŠIMIR VIDAČIĆ

Upoznavanje flore i faune, hranidbenih lanaca i mreža Kopačkoga rita integriranim aktivnostima za učenike mlađe školske dobi / Exploring the flora, fauna, food chains and webs within Kopački rit through integrated activities for younger primary school students	204
---	-----

ANA MUŽIK, LJILJANA KRSTIN, IVNA ŠTOLFA ČAMAGAJEVAC, MIRNA ČURKOVIĆ-PERICA, ZDENKO TURNIŠKI, IVA ŠUKER, ZORANA KATANIĆ

Varijabilnost sporulacije fitopatogene gljive <i>Ophiostoma novo-ulmi</i> / Variability of sporulation of the phytopathogenic fungus <i>Ophiostoma novo-ulmi</i>	208
---	-----

LJUBICA NEDIĆ

Zelena knjižnica i stavovi studenata FOOZOS-a o obrazovanju za održivi razvoj / Green Library and FOOZOS students' attitudes towards education for sustainable development.....	212
--	-----

SREĆKO NEDIĆ, MARIJANA DAMJANOVIĆ, LJUBICA NEDIĆ

Kopački rit – mjesto susreta i međupredmetnih tema / Kopački rit – a place for meeting and cross-curricular themes	214
---	-----

SINIŠA OZIMEC, IVANA MAJIĆ, TIHOMIR FLORIJAČIĆ, ANKICA SARAJLIĆ, DINKO JELKIĆ, ANĐELKO OPAČAK, RAS LUŽAIĆ, DENIS DEŽE, HELENA EREŠ, DRAGAN PRLIĆ, IVAN DAMJANOVIĆ, VLATKO ROŽAC, MARIJA VEREŠ, MARIN ŠKORO

Projekt DANSER (Obzor Europa) i biotički monitoring u pilot-područjima Srednjeg Dunava u Hrvatskoj / The DANSER project (Horizon Europe) and biotic monitoring in the Mid-Danube pilot sites in Croatia	216
--	-----

SINIŠA OZIMEC, IVANA MAJIĆ, TIHOMIR FLORIJAČIĆ, ANKICA SARAJLIĆ, IVAN PLAŠČAK, DORIJEAN RADOČAJ, DENIS DEŽE, HELENA EREŠ, DRAGAN PRLIĆ, VLATKO ROŽAC, MARIJA VEREŠ, MARIN ŠKORO

Projekt „WatchOut“ i standardni monitoring bioraznolikosti u Parku prirode „Kopački rit“ (2023.-2025.) / The „WatchOut“ project and standard biodiversity monitoring in Kopački rit Nature Park (2023-2025).....	220
---	-----

MARKO OŽURA, MARIO REPIĆ, NINA POPOVIĆ, ZRINKA MESIĆ, MARTINA PAVLOVIĆ SUŠILOVIĆ

Preliminarni rezultati monitoringa običnog jelenka (<i>Lucanus cervus</i>) na području Karlovca / Preliminary results of the monitoring of Stag Beetle (<i>Lucanus cervus</i>) in the area of Karlovac.....	224
--	-----

IVICA PAVIČIĆ, ŽELJKO DUIĆ, BOJAN MATOŠ, IDA PAVLIN, BORNA-IVAN
BALAŽ, LARA ŠEMBERA, JASNA OREŠKOVIĆ, SAŠA KOLAR

Preliminarni rezultati mjerenja brzine sedimentacije u području Parka prirode „Kopački rit“ u sklopu projekta DANSER / Preliminary results of the sedimentation rate in the area of Kopački rit Nature Park as a part of the DANSER project	226
--	-----

DOMINIK PERANOVIĆ, MATIJA KARAPETRIĆ, DUBRAVKA ŠPOLJARIĆ
MARONIĆ, TANJA ŽUNA PFEIFFER, ANTUN ALEGRO

Promjene florističkog sastava pašnjaka Čistine - usporedba raznolikosti 2012. i 2025. godine / Changes in the floristic composition of the Čistine pasture – review of species diversity in 2012 and 2025	228
--	-----

MATEJA PETRAČIĆ, MARKO ČANIĆ

Integracija valorizacije kulturne baštine i principa održivog urbanog razvoja: Studija slučaja Zvijezda, Karlovac / Integration of cultural heritage valorization and principles of sustainable urban development: Case study of Zvijezda, Karlovac	230
--	-----

JURAJ PETRAVIĆ, MATIJA KRESONJA, RATKO POPOVIĆ, MILORAD
MRAKOVČIĆ

Tih filteri: skrivena prisutnost slatkovodne spužve u toku rijeke Korane / Silent Filters: The hidden presence of <i>Spongilla lacustris</i> in the Korana River	234
---	-----

BRANKO PETRINEC, TOMISLAV BITUH, DRAGUTIN HASENAY, SANJA
STIPIČEVIĆ

Faktori prijenosa ¹³⁷Cs i ⁴⁰K iz tla u biljku u Hrvatskoj - nedostaci u legislativi / ¹³⁷Cs and ⁴⁰K transfer factors from soil to plant in Croatia - gaps in legislation	238
---	-----

MLADEN PLANTAK, KONI ČARGONJA REICHER, IVAN VUČKOVIĆ, JELENA
FRESSL, ŽELIMIR MAROJEVIĆ, VLATKO ROŽAC

Provedba restauracijskih mjera u svrhu poboljšanja hidrološkog režima u poplavnom području Parka prirode „Kopački rit“ / Implementation of restoration measures aimed at improving the hydrological regime in the floodplain area of Kopački rit Nature Park	242
---	-----

ANA POPOVIĆ

Dani baranjskog Bauhausa kao model reinterpretacije i promocije kulturne baštine Baranje / The Baranja Bauhaus Days as a model of reinterpretation and promotion of cultural heritage in Baranja	246
---	-----

RATKO POPOVIĆ, KRISTIJAN TOMLJANOVIĆ, JURAJ PETRAVIĆ, LIDIJA
ŠVER, GORAN GUŽVICA, SLAVEN RELJIĆ

Prilagodba jelena običnog (<i>Cervus elaphus</i>) nakon ispuštanja u planinska područja Velebita / Adaptation of red deer (<i>Cervus elaphus</i>) after release into the mountainous areas of Velebit	248
--	-----

DORIJAN RADOČAJ, MLADEN JURIŠIĆ, IVAN PLAŠČAK, DARIA GALIĆ
SUBAŠIĆ

**Prediktivno kartiranje vegetativnog potencijala za energetske usjeve
ansambl metodom strojnog učenja** / Predictive mapping of peak vegetation
potential for energy crops using ensemble machine learning252

MAGDALENA RAJKOVIĆ, MAJA KARNAŠ, MARIJA KRISTIĆ, VESNA
RASTIJA

**Sadržaj bioaktivnih spojeva i antioksidativne aktivnosti u lokvanju (*Nuphar
lutea*)** / Content of bioactive compounds and antioxidant activity in Yellow
water lily (*Nuphar lutea*).....256

TIHANA RISTIĆ, MIRJANA BABAN, KRUNOSLAV ZMAIĆ, IRELLA BOGUT,
PERO MIJIĆ, PETRA PRLIĆ

Jašući stazama Kopačkog rita do svjetskog prvenstva / Riding the trails of
Kopački rit to the world championship258

KRISTINA ROMANJEK, VEDRAN ŠEGOTA, ANTUN ALEGRO, ZDENKO
TURNIŠKI, VLATKO ROŽAC, MARIJA VEREŠ, MARIN ŠKORO, SONJA
KUČERA, BORIS BOLŠEC

Rezultati prve godine monitoringa staništa u sklopu projekta LIFE WILDisland
/ Results of the first year of habitat monitoring as part of the LIFE WILDisland project262

VLATKO ROŽAC, MARIN ŠKORO, MARINA PETRIĆ, MARIJA VEREŠ, BORIS
BOLŠEC, KRISTINA ROMANJEK, MATEJ MARUŠIĆ, IVO BAŠIĆ, SONJA
KUČERA, IVANČICA JURČEVIĆ-AGIĆ

Restauracija područja Buda u poplavnom području Kopačkog rita /
Restoration of the Buda area in the floodplain area of Kopački rit266

MAJA SABLJAK, DRAŽEN IVAŠTINOVIĆ, INES MIANI

**Uklanjanje invazivnih stranih vrsta na području Parka prirode „Lonjsko polje“:
„Invazivci negativci“** / The control of invasive alien species in Lonjsko polje
Nature Park: "Invasive Bad Guys"270

MARINA SERENČEŠ, BRANKO PETRINEC, TOMISLAV BITUH, DRAGUTIN
HASENAY, TEA ČVORIŠĆEC, JELENA HORVATINEC, KREŠIMIR SALAJPAL,
ANTUN KOSTELIĆ, BENJAMIN ATLIJA, EMA KOSTEŠIĆ, GABRIJEL
ONDRASEK, SANJA STIPIČEVIĆ

**Radiološka karakterizacija otpadne ovčje vune za inovativna rješenja u
hidroponskim sustavima** / Radiological characterization of waste sheep wool
for innovative solutions in hydroponic systems.....274

MARIJA SMEDEREVAC-LALIĆ, PAUL MEULENBROEK, MARTIN TSCHIKOF,
MILICA JAČIMOVIĆ, GORČIN CVIJANOVIĆ, DUŠAN NIKOLIĆ, THOMAS
HEIN

Stručno istraživanje o ribama Dunava – trenutno stanje i put naprijed / An
expert survey on Danube fish – current status and the way forward.....278

ANDREA ŠIMUNOVIĆ, PETAR GLAVAŠ, MARIJA BRATONJA, MATEJ
MARUŠIĆ, MIRNA ZLATIĆ

**Integracija šumske pedagogije i permakulture – inovativan pristup razvoju
djece i mladih** / Integration of forest pedagogy and permaculture – an
innovative approach to the development of children and youth282

MARIN ŠKORO, MARIJA VEREŠ, VLATKO ROŽAC, ANITA RAKITIĆ,
KRISTINA ROMANJEK, SONJA KUČERA, BORIS BOLŠEC

**Rezultati analiza uginulih ptica pronađenih tijekom monitoringa u okviru
projekta LIFE Danube Free Sky** / Results of analyses of bird carcasses found
during monitoring within the LIFE Danube Free Sky project286

MARTINA ŠPOLJARIĆ

Važnost močvarnih staništa u borbi s klimatskim promjenama / The
importance of wetlands in combating climate change290

JOSIPA ŠTAVALJ, ALEKSANDAR MARTINOVIĆ, KAROLINA TUCAK, ZLATKO
PUŠKADIJA, MARIN KOVAČIĆ

**Kvaliteta sjemena i morfološke karakteristike matrica medonosne pčele
(*Apis mellifera*) čuvanih u banci matrica** / Semen quality and morphological
characteristics of Honey Bee (*Apis mellifera*) queens maintained in the queen bank294

BARBARA ŠTENC, DOMINIK PERANOVIĆ, SABINA ALIĆ, TAMARA
SAJDA, LARA TIŠLJAR, KLAUDIA GRUBEŠIĆ, IVONA LEVAK, DAVORKA
HACKENBERGER KUTUZOVIĆ

Šumsko tlo kroz vrijeme: kako starost šuma oblikuje život faune tla u Spačvi
/ Forest soil through time: how forest age shapes soil fauna life in Spačva298

MARINA ŠUMANOVIĆ

Trendovi opterećenja u Dravi i Dunavu – od pesticida do invazivnih vrsta /
Pollution trends in the Drava and Danube Rivers – from pesticides to invasive species300

ANITA TOT

Empatija i ekologija kroz personifikaciju životinja / Empathy and ecology
through the personification of animals302

ANITA TOT, IRENA KIŠMARTIN, KREŠIMIR VIDAČIĆ

Razvoj STEM vještina kroz terensku nastavu u Kopačkom ritu / Development
of STEM skills through fieldwork in Kopački rit304

NATAŠA TURIĆ, IVAN DAMJANOVIĆ, IVAN MIHIĆ, HRVOJE BEKINA, IVAN KURTEK, RENATA BULJAN SOLDIĆ, DAVORKA ŠALAVARDA

MOSQUITOLAB – Uspostava Centra za kontrolu komaraca, prekograničnih integriranih protokola i suradnje u borbi protiv najezde komaraca uzrokovane klimatskim promjenama u pograničnom području Hrvatske i Mađarske /
MOSQUITOLAB – Establishing Center for Mosquito Control (CMC), cross-border integrated protocols and cooperation to fight climate change induced mosquito infestation in the Croatia-Hungary border area306

MARTINA VARGA, GABRIJEL MIRKOVIĆ, TOMISLAV HORVAT, ANJA MELNJAK, SELMA MLINARIĆ, TIHANA MILOLOŽA

***Spirodela polyrhiza* test inhibicije rasta – procjena toksičnosti pojedinačnih bisfenola i smjese četiri bisfenola / *Spirodela polyrhiza* growth inhibition test -**
single and mixture toxicity evaluation of four bisphenols310

MARIJA VEREŠ, MARIN ŠKORO, VLATKO ROŽAČ, KRISTINA ROMANJEK, SONJA KUČERA, BORIS BOLŠEC, IVANČICA JURČEVIĆ-AGIĆ, HRVOJE DOMAZETOVIĆ, VATROSLAV ŠKRNJUG, DAMIR OPAČIĆ, ANĐELKO MARTINČEVIĆ, ŠANDOR KOVAČ, IVO BAŠIĆ, MATEJ MARUŠIĆ

Sprječavanje stradanja ptica na visokonaponskim i srednje naponskim dalekovodima u projektu LIFE Danube Free Sky / Preventing bird casualties on
high- and medium powerlines in the LIFE Danube Free Sky project312

NIKOLA VESOVIĆ, NATAŠA STEVANOVIĆ, SREČKO ČURČIĆ

Raznolikost faune trčaka (Carabidae, Coleoptera) Nacionalnog parka Đerdap i
Geoparka Đerdap (istočna Srbija) / The diversity of ground beetles (Carabidae,
Coleoptera) fauna of the Đerdap National Park and the Đerdap Geopark (eastern Serbia) 316

BARBARA VLAIČEVIĆ, IVANA TURKOVIĆ ČAKALIĆ, HELENA DADIĆ, VIKTORIJA ERGOVIĆ, MIRAN KOH

Skrivene prirodne vrijednosti zapadnog Papuka – pogled u zajednicu
beskralježnjaka kaskadnog sedrotvornog staništa *Papukkale* / Hidden natural
values of western Papuk – a look into the invertebrate community of the
cascade tufa-forming habitat *Papukkale* 320

ŽELJKA VREBAC, TOMISLAV MANDIR, IVANA PAVASOVIĆ, BARBARA ŠTENC

Monitoring bijele rode (*Ciconia ciconia*) u Osječko-baranjskoj županiji /
Monitoring of the White Stork (*Ciconia ciconia*) in Osijek-Baranja County324

LEONA VUKELIĆ, LJILJANA VIDOVIĆ

Utjecaj požara plastike u tvrtki Drava International d.o.o. na živi svijet
Osječko-baranjske županije / Impact of the plastic fire at the Drava
International Ltd. company on the living world of Osijek-Baranja County328

Globalni pregled istraživanja policikličkih aromatskih ugljikovodika (PAH) u pticama

**SABINA ALIĆ¹, JORGE BERNAL-ALVIZ², ALMA MIKUŠKA¹, MIRNA VELKI¹,
KRISTINA HABSCHIED³, KREŠIMIR MASTANJEVIĆ³, DORA BJEDOV¹**

¹ Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Cara Hadrijana 8/A, Osijek

² Ulica 4A# 3S-81, Jamundí, Kolumbija

³ Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Ulica Franje Kuhača 18, Osijek

Dopisni autor: sabina.alic@biologija.unios.hr

Sažetak

Zbog svoje široke rasprostranjenosti i osjetljivosti na promjene ptice se dugi niz godina koriste kao bioindikatori zagađenja okoliša. Policiklički aromatski ugljikovodici (PAH) spadaju u opasna zagađivala koja se mogu detektirati u tkivima ptica te unatoč brzom metabolizmu mogu uzrokovati niz štetnih posljedica. U ovom preglednom radu analizirano je 54 dostupna rada na temu mjerenih PAH-ova u pticama s ciljem utvrđivanja najčešće istraživanih vrsta ptica, najčešće analiziranih tkiva te broj zemalja s najvećim brojem objavljenih istraživanja. Najčešće istraživane vrste ptica jesu srebrnasti galeb, *Larus argentatus* (9,26 % radova), mala bijela čaplja, *Egretta garzetta*, crvenokljuna čigra, *Sterna hirundo*, kukuvija, *Tyto alba*, tankokljuna njorka, *Uria aalge* (7,41 % radova), kao vršni predatori izloženi višim razinama PAH kroz ishranu i okoliš. Metabolička i detoksikacijska funkcija jetre čini je najčešće analiziranim tkivom u ptica (35,19 % radova). Osim jetre, za analize su najčešće korištena jaja (24,07 % radova) zbog mogućnosti praćenja prijenosa zagađivala na potomstvo te krv (22,22 % radova) koja odražava trenutnu koncentraciju PAH-ova u organizmu. Geografski, najveći broj radova dolazi iz Španjolske (14,81 %), Kanade (9,26 %) te Kine (9,26 %). Budući da je 16 PAH proglašeno prioritetnim zagađivalima od strane Američke agencije za zaštitu okoliša (US EPA), dok Europska unija regulira uži podskup ovih spojeva, upravo se te vrste najčešće istražuju u znanstvenim radovima. Ovaj pregled radova pruža uvid u dosadašnja istraživanja PAH u pticama, služi za bolje razumijevanje dosadašnjih prikupljenih podataka te može poslužiti kao podloga za buduća istraživanja u ovom području. Razumijevanje prisutnosti i učinaka PAH u pticama ne doprinosi samo razvoju ekotoksikoloških spoznaja nego pruža i vrijedan temelj za zaštitu i održivo upravljanje močvarnim ekosustavima poput Parka prirode Kopački rit. Močvarna staništa predstavljaju ključna uporišta biološke raznolikosti,

djeluju kao prirodni filteri štetnih tvari te doprinose regulaciji klime, zbog čega je njihovo očuvanje osobito važno u uvjetima rastućih antropogenih pritisaka.

Ključne riječi: izloženost zagađivalima, bioakumulacija, bioindikatori, monitoring okoliša

Global review of research on polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in birds

SABINA ALIĆ¹, JORGE BERNAL-ALVIZ², ALMA MIKUŠKA¹, MIRNA VELKI¹,
KRISTINA HABSCHIED³, KREŠIMIR MASTANJEVIĆ³, DORA BJEDOV¹

¹ Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Biology, Cara Hadrijana 8/A, Osijek, Croatia

² St. 4A# 3S-81, Jamundí, Colombia

³ Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Food Technology Osijek, Ulica Franje Kuhača 18, Osijek, Croatia

Corresponding author: sabina.alic@biologija.unios.hr

Abstract

Birds are widely distributed and sensitive to environmental change, and have therefore been used for decades as bioindicators of pollution. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) are hazardous pollutants that can be detected in avian tissues and, despite their rapid metabolism, may exert a range of adverse effects. This review analysed 54 published studies on PAHs in birds with the objective of identifying the most frequently studied species, the tissues most commonly examined, and the countries contributing the largest number of publications. The species most often investigated were the herring gull, *Larus argentatus* (9.26% of studies), little egret, *Egretta garzetta*, common tern, *Sterna hirundo*, barn owl, *Tyto alba*, and common guillemot, *Uria aalge* (7.41% of studies), as top predators exposed to elevated pollutant levels through diet and the environment. The metabolic and detoxification role of the liver made it the most frequently analysed tissue (35.19% of studies). Eggs were also commonly examined (24.07% of studies), reflecting maternal transfer of pollutants, as well as blood (22.22% of studies), which represents current PAH concentrations in the organism. Geographically, the majority of studies originated from Spain (14.81%), Canada (9.26%), and China (9.26%). Sixteen PAHs have been designated as priority pollutants by the United States Environmental Protection Agency (US EPA), while the European Union regulates a narrower subset of these compounds; consequently, these PAHs are most frequently addressed in the literature. This review provides an overview of current knowledge on PAHs in birds, supports improved interpretation of existing data, and may serve as a foundation for future research in this field. Understanding the occurrence and effects of PAHs in birds not only advances ecotoxicological knowledge but also provides valuable insights for the protection and sustainable management of wetland ecosystems such as Kopački rit Nature Park. Wetlands are critical habitats for biodiversity, act as

natural filters of pollutants, and contribute to climate regulation, making their preservation particularly important under growing anthropogenic pressures.

Key words: pollutant exposure, bioaccumulation, bioindicators, environmental monitoring

Interdisciplinarna terenska nastava kao model kurikulumске inovacije u osnovnoškolskom obrazovanju: iskustva iz osječkog porječja Drave

MIRKO ANDRIĆ, IVANA DOLAČEK

Osnovna škola „Retfala“, Kapelska 51a, Osijek

Dopisni autor: mirko.andric@skole.hr

Sažetak

Terenska nastava predstavlja jedan od najučinkovitijih oblika učenja jer povezuje teorijska znanja s neposrednim iskustvima u prirodnom i društvenom okruženju. Učenicima omogućuje razvoj istraživačkih, komunikacijskih i socijalnih vještina, jača kritičko mišljenje i oblikuje sustav vrijednosti, dok nastavnicima otvara prostor za kreativnije, interdisciplinarne i suradničke pristupe. Time ona postaje ključna metoda u suvremenom obrazovanju i snažan instrument kurikulumskih inovacija. Polazeći od tih postavki, tim nastavnika i nastavnica Osnovne škole „Retfala“ Osijek već niz godina sustavno razvija i provodi interdisciplinarnu terensku nastavu u području osječkog porječja Drave. U timu sudjeluju učiteljice biologije i kemije (savjetnica Vlatka Šalić Dujmić i izvrsna savjetnica Ivana Dolaček), učiteljica fizike (savjetnica Tomislava Jukić) i učitelj geografije (savjetnik Mirko Andrić), uz povremeno uključivanje stručnjaka iz partnerskih institucija. Terenska nastava odvijala se u svim godišnjim dobima na različitim lokalitetima: retfalački poloj rijeke Drave (Pampas), riječne terase u Retfali, poljoprivredne površine i livade uz rub urbane zone Osijeka, Biljska stepa, jezero Stara Drava i južni dio Parka prirode „Kopački rit“. Primijenjene metode uključuju projektni i istraživački rad, individualni i skupni pristup, kemijsku i strukturnu analizu tla i vode, mjerenje brzine protoka rijeke, fenološka promatranja, prikupljanje i determinaciju biljaka i kukaca, izradu zbirki, orijentaciju u prostoru i rad s topografskim kartama te izradu jednostavnijih kartografskih prikaza. Dodatnu dimenziju donijele su međunarodne suradnje kroz Erasmus+ programe (*Eco-Herit@ge Matters*, *Women in Science*) te sudjelovanje u projektu Hrvatskih šuma „NATURAVITA“ čime se učenicima omogućuje upoznavanje suvremenih istraživačkih praksi i razvoj globalne dimenzije obrazovanja. Materijalni ishodi obuhvaćaju opremljene istraživačke ruksake, digitalne portfolije s izvještajima, herbarij i izložbe, dok su ključni nematerijalni rezultati: unaprijeđeni kurikulum škole uvođenjem sustavne i stručne terenske nastave, motiviraniji i osnaženi učenici, te unaprijeđena razina stručnog i interdisciplinarnog rada nastavnika. Zaključno, iskustva iz osječkog porječja Drave

potvrđuju da je interdisciplinarna terenska nastava metodološki najvrjedniji oblik poučavanja. Ona omogućuje visoku razinu usvojenosti znanja, vještina i vrijednosti, potiče trajnu motivaciju učenika te učiteljima donosi profesionalno zadovoljstvo i potvrđuje važnost inovativnog, suradničkog i održivog pristupa obrazovanju.

Ključne riječi: terenska nastava, osnovna škola, praktični primjeri, kurikulumске inovacije

Interdisciplinary field teaching as a model of curricular innovation in primary education: Experiences from the Drava River Basin in Osijek

MIRKO ANDRIĆ, IVANA DOLAČEK

Primary School „Retfala“, Kapelska 51a, Osijek, Croatia

Corresponding author: mirko.andric@skole.hr

Abstract

Field teaching represents one of the most effective forms of learning, as it connects theoretical knowledge with direct experience in natural and social environments. It enables students to develop research, communication, and social skills, strengthens critical thinking, and shapes a system of values, while at the same time offering teachers opportunities for more creative, interdisciplinary, and collaborative approaches. In this way, field teaching becomes a key method in contemporary education and a strong instrument of curricular innovation. Building on these principles, a team of teachers from Primary School Retfala in Osijek has been systematically developing and implementing interdisciplinary field teaching in the Drava River basin area for several years. The team consists of biology and chemistry teachers (teacher advisor Vlatka Šalić Dujmić and senior teacher advisor Ivana Dolaček), a physics teacher (teacher advisor Tomislava Jukić), and a geography teacher (teacher advisor Mirko Andrić), with the occasional involvement of experts from partner institutions. Field teaching has been conducted throughout the year in diverse locations: the Retfala floodplain of the Drava River (Pampas), river terraces in Retfala, agricultural fields and meadows on the outskirts of Osijek, Bilje Steppe, Lake Stara Drava and the southern part of Kopački Rit Nature Park. The methods applied include project-based research work, individual and group activities, chemical and structural analysis of soil and water, measuring river flow velocity, phenological observations, collecting and identifying plants and insects, creating collections, spatial orientation using topographic maps and producing simplified cartographic representations. An additional dimension was provided by international collaborations through Erasmus+ programs (*Eco-Heritage Matters*, *Women in Science*) and participation in the Croatian Forests project “NATURAVITA”. These initiatives allowed students to engage in contemporary research practices and develop a global educational perspective. The material outcomes include equipped research backpacks, digital portfolios with field reports, an herbarium, and exhibitions. However, the most significant non-material

results are an improved school curriculum through the systematic inclusion of field teaching, more motivated and empowered students in terms of knowledge, skills, and values, and a strengthened level of professional and interdisciplinary collaboration among teachers. In conclusion, the experiences from the Drava River basin in Osijek confirm that interdisciplinary field teaching is one of the most valuable methodological approaches in education. It enables students to achieve high levels of knowledge, skills, and values, fosters lasting motivation, and provides teachers with professional satisfaction while affirming the importance of innovative, collaborative and sustainable approaches in contemporary schooling.

Key words: field teaching, primary school, practical examples, curricular innovation

Preliminarni rezultati hidrološko-hidrogeoloških istraživanja u Posebnom ornitološkom rezervatu „Podpanj“

BORNA-IVAN BALAZ, ŽELJKO DUIĆ, BOJAN MATOŠ, IDA PAVLIN, JASNA OREŠKOVIĆ, SAŠA KOLAR, LARA ŠEMBERA, ZORAN KOVAČ, IVICA PAVIČIĆ

Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Pierottijeva 6, Zagreb

Dopisni autor: borna-ivan.balaz@rgn.unizg.hr

Sažetak

Posebni ornitološki rezervat "Podpanj" nalazi se na zapadnom dijelu ribnjaka Donji Miholjac. Područje rezervata omogućuje obitavanje, gniježđenje, seobu i zimovanje 106 vrsta ptica te je upravo zbog tih izuzetnih ornitoloških vrijednosti ova vodena površina i formalno zaštićena 1998. godine. Nastavno na pravne aspekte zaštite, Osječko-baranjska županija 2021. godine započela je s nizom istraživačkih aktivnosti kako bi se detaljno identificirali i kvantificirali procesi važni za opstanak ovog ekosustava. U okviru istraživačkih radnji provedena su hidrološko-hidrogeološka istraživanja te uspostavljen monitoring. Ugrađeni su automatski mjerači razina podzemne vode u 5 piezometara te u jezeru Podpanj. Periodično su izvršena uzorkovanja podzemne i površinske vode za potrebe kemijskih analiza te mjerenja in situ parametara na odabranim lokacijama. Osim hidrogeoloških istraživanja, provedena su i geofizička istraživanja, geološka i geomorfološka prospekcija, uspostavljen je monitoring recentne sedimentacije te je izvršena litofacijsna i geomorfološka karakterizacija i kartiranje terena. Provedena istraživanja, nedvojbeno ukazuju na negativne okolišne promjene i trendove na istraživanom području. Sedimentacijske i hidrogeološke promjene jezerske površine te promjene u vegetacijskom pojasu oko jezera ukazuju na postupni nestanak specifičnog fluvijalno-močvarnog okoliša. Ove promjene uzrokovane su nekontroliranim širenjem vegetacije u obalnom pojasu, zatrpavanjem uslijed intenzivne bioprodukcije te općim trendom smanjenja dotoka vode u jezero putem podzemlja ili oborina kao posljedica klimatskih i antropogenih faktora. Kako bi su očuvao posebni ornitološki rezervat „Podpanj“ neophodno je pristupiti sustavnom prikupljanju hidrogeoloških, hidroloških, sedimentacijskih i geomorfoloških podataka na temelju kojih će se izraditi detaljni geološko-hidrogeološki model podzemlja te predložiti interventne mjere za zaštitu biološke i krajobrazne raznolikosti.

Ključne riječi: Posebni ornitološki rezervat „Podpanj“, Donji Miholjac, hidrološko-hidrogeološka istraživanja, monitoring, okolišne promjene

Preliminary results of hydrological and hydrogeological research in the “Podpanj” Special Ornithological Reserve

BORNA-IVAN BALAZ, ŽELJKO DUIĆ, BOJAN MATOŠ, IDA PAVLIN, JASNA OREŠKOVIĆ, SAŠA KOLAR, LARA ŠEMBERA, ZORAN KOVAČ, IVICA PAVIČIĆ

University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, Pierottijeva 6, Zagreb, Croatia

Corresponding author: borna-ivan.balaz@rgn.unizg.hr

Abstract

The “Podpanj” Special Ornithological Reserve is located in the western part of the Donji Miholjac. The reserve area provides habitat, nesting, migration, and wintering grounds for 106 bird species, and it is precisely because of these exceptional ornithological values that this water area was formally protected in 1998. Following the legal aspects of protection, in 2021 the Osijek-Baranja County began a series of research activities to identify and quantify the processes important for the protection of this ecosystem. As part of the research efforts, hydrological and hydrogeological studies were conducted, and a monitoring system was established. Automatic groundwater level meters were installed in 5 piezometers and in Lake Podpanj. Periodical sampling of groundwater and surface water was performed for chemical analysis and in-situ parameter measurements at selected locations. In addition to the hydrogeological research, geophysical surveys, geological and geomorphological prospecting were also carried out. Monitoring of recent sedimentation was established, and a lithofacies and geomorphological characterization and mapping of the terrain were performed. The conducted research unequivocally indicates negative environmental changes and trends in the studied area. Sedimentation and hydrogeological changes of the lake surface, as well as changes in the vegetation zone around the lake, point to the gradual disappearance of the specific fluvial-marsh environment. These changes are caused by the uncontrolled spread of vegetation in the coastal zone, infilling due to intensive bioproduction, and a general trend of decreasing water inflow into the lake from underground sources or precipitation due to climatic and antropogenic factors. To preserve the “Podpanj” special ornithological reserve, it is essential to systematically collect hydrogeological, hydrological, sedimentation, and geomorphological data. This data will be used to create a detailed geological-hydrogeological model of the subsurface and to propose emergency measures for the protection of biological and landscape diversity.

Key words: "Podpanj" Special Ornithological Reserve, Donji Miholjac, hydrological and hydrogeological research, monitoring, environmental changes

Koncepcijsko rješenje restauracije Lorencovog dunavca

ANTONIJA BARIŠIĆ LASOVIĆ¹, IGOR TADIĆ¹, DRAŽEN BRLEKOVIĆ¹, DORIS GLIBOTA¹, NIKOLA BATAKOVIĆ²

¹ Hidroing d.o.o Osijek, Ulica Stjepana Radića 3, Osijek

² Hrvatske vode, Splavarska 2a, Osijek

Dopisni autor: antonija.barisic-lasovic@hidroing-os.hr

Sažetak

Lorencov dunavac, stari tok rijeke Dunav na području općine Draž, početkom 20. stoljeća izgubio je stalnu povezanost s glavnim tokom rijeke Dunav uslijed prirodnih procesa taloženja sedimenta te regulacijskih radova uređenja plovnog puta na rijeci Dunav. Posljedice su smanjena protočnost, akumulacija mulja i vegetacije te postupna degradacija ekosustava. Danas je protok prisutan samo pri visokim vodostajima, dok cestovni prijelazi, cijevni propusti i nakupljena vegetacija dodatno ograničavaju cirkulaciju i ubrzavaju sukcesiju vodenog staništa prema kopnenom. Cilj istraživanja bio je definirati optimalno rješenje restauracije koje će obnoviti protočnost, poboljšati ekološke uvjete i osigurati dugoročnu funkcionalnost ekosustava rukavca. Metodološki pristup uključio je geodetsko-hidrografsko snimanje terena, određivanje debljine muljnog sloja, geotehnička istraživanja te prikupljanje hidroloških podataka s vodomjerne postaje Batina za razdoblje 2001.–2020. Analiza povijesnih kartografskih podloga (1819.–2000.) omogućila je rekonstrukciju morfološke evolucije rukavca. Temeljem prikupljenih podataka izrađeno je više varijantnih rješenja restauracije. Sva rješenja uključuju izmuljivanje korita radi uspostave trajnog dotoka vode, rekonstrukciju postojećih cijevnih propusta u pločaste radi poboljšanja protočnosti te restauraciju nasute građevine između Lorencovog i Šarkanjskog dunavca s ugradnjom propusta. Varijante se razlikuju s obzirom na duljinu i obuhvat izmuljenja (4,34–7,29 km), oblik i širinu dna (trapezni/kalotni presjek, kinete 5 ili 10 m) te moguće dodatne veze s Mačkalučkim dunavcem i novim prokopima do Dunava. Rezultati pokazuju da predložene mjere značajno poboljšavaju protočnost, osiguravaju stabilniji hidrološki režim i obnavljaju retencijski kapacitet rukavca, čime se smanjuje rizik od poplava te povećava vrijednost staništa za biljni i životinjski svijet. Varijante s dodatnim hidrološkim vezama osiguravaju stabilniji režim izmjene voda, posebno u razdobljima niskih vodostaja. Provedena analiza i razrada varijantnih rješenja pokazuju da je integrirani pristup, koji objedinjuje geodetsko-hidrografska mjerenja, geotehničke analize, hidrološke podatke i povijesne kartografske izvore, ključan za odabir optimalne strategije restauracije Lorencovog dunavca. Odabrano rješenje

ne samo da uspostavlja protočnost i poboljšava hidrološki režim, već i dugoročno osigurava očuvanje bioraznolikosti, jačanje retencijskog kapaciteta te smanjenje rizika od poplava. Time se ostvaruje uravnotežena povezanost hidrotehničkih i ekoloških ciljeva, čime se Lorencov dunavac ponovno integrira kao funkcionalan segment riječnog ekosustava Dunava.

Ključne riječi: Lorencov dunavac, restauracija rukavaca, hidrotehnički zahvati, protočnost i hidrološki režim, bioraznolikost

Conceptual design for the restoration of the Lorencov dunavac

ANTONIJA BARIŠIĆ LASOVIĆ¹, IGOR TADIĆ¹, DRAŽEN BRLEKOVIĆ¹, DORIS GLIBOTA¹, NIKOLA BATAKOVIĆ²

¹ Hidroing Ltd. Osijek, Ulica Stjepana Radića 3, Osijek, Croatia

² Croatian Waters, Splavarska 2a, Osijek, Croatia

Corresponding author: antonija.barisic-lasovic@hidroing-os.hr

Abstract

Lorencov Dunavac, a former channel of the Danube River located in the municipality of Draž, lost its permanent connection with the main river course in the early 20th century due to natural sediment deposition processes and regulatory works aimed at improving navigation on the Danube. The consequences include reduced water flow, accumulation of silt and vegetation, and gradual ecosystem degradation. At present, water inflow occurs only during high water levels, while road crossings, culverts, and accumulated vegetation further restrict circulation and accelerate the succession from aquatic to terrestrial habitats. The aim of this study was to define the optimal restoration solution that would reestablish flow, improve ecological conditions, and ensure the long-term functionality of the oxbow ecosystem. The methodology included geodetic and hydrographic surveys, determination of silt layer thickness, geotechnical investigations, and analysis of hydrological data (2001–2020) from the Batina gauging station. The morphological evolution of the oxbow was reconstructed through the analysis of historical cartographic sources (1819–2000). Based on the collected data, several restoration scenarios were developed. All solutions involve dredging the channel to establish permanent water inflow, reconstruction of existing culverts into slab culverts to improve flow, and restoration of the embankment between Lorencov and Šarkanjski Dunavac with the installation of culverts. The variants differed in the length and extent of dredging (4.34–7.29 km), channel bed shape and width (trapezoidal/arched cross-section, 5 or 10 m thalweg), as well as in possible additional connections with Mačkalučki Dunavac and newly excavated channels towards the Danube. The results indicate that the proposed measures significantly improve flow, ensure a more stable hydrological regime, and restore the retention capacity of the oxbow, thereby reducing flood risk and enhancing habitat value for flora and fauna. Scenarios with additional hydrological connections provide a more stable water exchange regime, particularly during low-flow periods. The analysis of restoration scenarios demonstrates that an integrated approach—combining geodetic and hydrographic surveys, geotechnical analyses, hydrological data, and historical

cartographic sources—is essential for selecting the optimal restoration strategy for Lorencov Dunavac. The selected solution not only restores flow and improves the hydrological regime but also ensures the long-term preservation of biodiversity, strengthening of retention capacity, and reduction of flood risk. This achieves a balanced integration of hydrotechnical and ecological objectives, reintegrating Lorencov Dunavac as a functional segment of the Danube River ecosystem.

Key words: Lorencov Dunavac, oxbow restoration, hydrotechnical interventions, flow and hydrological regime, biodiversity

Molekularno određivanje spola nandua (*Rhea americana* Linnaeus, 1758)

LORENA BENČINA¹, TATJANA ŠALIKA-TODOROVIĆ², ROCCO NEKIĆ¹, DORA BJEDOV¹, ALMA MIKUŠKA¹, LIDIJA KALINIĆ¹

¹ Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Cara Hadrijana 8/A, Osijek

² UNIKOM d.o.o. Osijek, ZOO vrt Osijek, Tvrdavica 1, Osijek

Dopisni autor: lorena.bencina@biologija.unios.hr

Sažetak

Unatoč širokoj primjeni lančane reakcije polimerazom (PCR) u molekularnom određivanju spola ptica, posebni izazov predstavlja određivanje spola kod vrsta ptica iz skupine bezgrebenki kao što su nojevi (*Struthio camelus*), nandui (*Rhea*), emui (*Dromaius novaehollandiae*) i dr.. Uzimanje uzoraka perja, bukalne stanice, fekalija i ljuski jaja omogućuju jednostavno, brzo i minimalno invazivno uzorkovanje, što ih čini idealnima za primjenu u terenskim uvjetima, ali i u zatočeništvu (zoološki vrtovi, azili, konzervacijski programi i dr.). U mnogim slučajevima nije bilo moguće jasno razlikovati spol zbog nespecifičnih amplifikacijskih produkata ili nejasno izraženih bendova. Cilj istraživanja bio je odrediti spolove 8 jedinki nandua (*Rhea americana* Linnaeus, 1758) iz ZOO vrta Osijek temeljene na valjanim specifičnim DNA markerima i optimiziranoj PCR tehnologiji. Rezultati ovog projekta će značajno doprinijeti unapređenju uzgoja i uspješnom očuvanju genetske varijabilnosti nandua u ZOO vrtu Osijek.

Gljučne riječi: bezgrebenke, nandu, PCR, molekularno određivanje spola

Molecular sex determination of the Greater Rhea (*Rhea americana* Linnaeus, 1758)

LORENA BENČINA¹, TATJANA ŠALIKA-TODOROVIĆ², ROCCO NEKIĆ¹, DORA BJEDOV¹, ALMA MIKUŠKA¹, LIDIJA KALINIĆ¹

¹ Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Biology, Cara Hadrijana 8/A, Osijek, Croatia

² UNIKOM Ltd. Osijek, Osijek ZOO, Tvrdavica 1, Osijek, Croatia

Corresponding author: lorena.bencina@biologija.unios.hr

Abstract

Despite the widespread use of polymerase chain reaction (PCR) in molecular sex determination of birds, a particular challenge is sex determination in ratites such as ostriches (*Struthio camelus*), rheas (*Rhea*), emus (*Dromaius novaehollandiae*), etc.). Sampling feathers, buccal cells, feces and eggshells allows for simple, rapid and minimally invasive sampling, making them ideal for use in field conditions, but also in captivity (zoos, sanctuaries, conservation programs, etc.). In many cases, it was not possible to clearly distinguish sex due to non-specific amplification products or unclearly expressed bands. The aim of the study was to determine the sexes of 8 Greater Rheas (*Rhea americana* Linnaeus, 1758) from the Osijek Zoo based on valid specific DNA markers and optimized PCR technology. The results of this project will significantly contribute to the improvement of breeding and successful preservation of genetic variability of rheas in the Osijek ZOO.

Key words: paleognathus birds, Greater Rhea, PCR, molecular sex determination

Morfološka obilježja malog kaćuna (*Orchis morio* L.) na stepolikom travnjaku u Bilju

FRANKA BENIĆ, PETRA KRIŽEVAC, TANJA ŽUNA PFEIFFER, DUBRAVKA ŠPOLJARIĆ MARONIĆ, FILIP STEVIĆ, VANDA ZAHIROVIĆ

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Cara Hadrijana 8/A, Osijek

Dopisni autor: franka.benic@biologija.unios.hr

Sažetak

Mali kaćun (*Orchis morio* L.) je gotovo ugrožena vrsta orhideja u Hrvatskoj. Zeljasta je trajnica s jajolikim podzemnim gomoljima. Ima prizemne listove skupljene u rozetu, dok su listovi na stabljici sjedeći i naizmjenično raspoređeni. Na stabljici se razvija cvat (klas) čija boja cvjetova varira od bijele do ružičaste i tamnoljubičaste. S obzirom da obilježja staništa na kojem se biljka razvija, antropogeni utjecaji i klimatske promjene mogu utjecati na morfološke karakteristike biljaka na stepolikom travnjaku na mjesnom groblju u naselju Bilje su u travnju 2025. godine istraživana morfološka obilježja malog kaćuna. Dobiveni podaci su uspoređeni s rezultatima istraživanja provedenim 2017. godine. U proljeće 2025. godine zabilježen je veći broj jedinki malog kaćuna (141) u odnosu na 2017. godinu (87). Na ukupno 20 odabranih biljaka u obje je sezone mjereno ukupno 13 parametara. Prosječna visina biljaka je 2025. godine iznosila $24,05 \pm 4,13$ cm i bila je statistički veća ($p = 0,011$) u odnosu na visinu biljaka 2017. godine ($20,36 \pm 4,47$ cm). Dužina cvatova se nije značajno promijenila ($p = 0,067$). U 2017. godini iznosila je $5,34 \pm 0,87$ cm, a u 2025. godini $4,77 \pm 1,02$ cm. Tijekom istraživanja prve godine biljke su imale veći broj cvjetova u cvatu ($p < 0,05$) te veći broj listova u rozeti ($p < 0,05$) i na stabljici ($p = 0,04$), ali nisu utvrđene statistički značajne razlike u dužini i širini najvećeg lista ($p > 0,05$). Prosječna dužina brakteje iznosila je 11,64 $\pm$ 2,40 mm prve godine, a 12,45 $\pm$ 2,70 mm 2025. godine, dok je prosječna širina brakteje iznosila 3,10 $\pm$ 0,80 mm prve godine odnosno 3,05 $\pm$ 0,83 mm 2025. godine. Prosječna dužina ostruge (7,49 $\pm$ 1,21 mm) je bila neznatno manja 2017. godine, dok su prosječne vrijednosti širine ostruge bile vrlo slične (2,32 $\pm$ 1,08 mm 2017.; 2,47 $\pm$ 0,76 mm 2025.). Prosječna širina medne usne od 11,90 $\pm$ 1,90 mm je bila veća 2025. godine. Rezultati ukazuju da se morfološka obilježja malog kaćuna tijekom godina mogu mijenjati što može utjecati na rast i reprodukciju biljaka. U svrhu očuvanja ove gotovo ugrožene vrste koja razvija relativno malu populaciju na istraživanom stepolikom travnjaku nužno je osigurati redovito praćenje stanja staništa, ali i obilježja biljaka.

Ključne riječi: stepoliki travnjak, orhideje, visina biljke, dužina cvata, broj listova

Morphological variation of the Green-winged orchid (*Orchis morio* L.) at the steppe-like grassland in Bilje

FRANKA BENIĆ, PETRA KRIŽEVAC, TANJA ŽUNA PFEIFFER, DUBRAVKA ŠPOLJARIĆ MARONIĆ, FILIP STEVIĆ, VANDA ZAHIROVIĆ

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Biology, Cara Hadrijana 8/A, Osijek, Croatia

Corresponding author: franka.benic@biologija.unios.hr

Abstract

The green-winged orchid (*Orchis morio* L.) is a near-threatened species in Croatia. This herbaceous perennial typically grows from ovoid underground tubers and features basal leaves arranged in a rosette, with sessile, alternate leaves arranged along the stem. The inflorescence appears as a spike, with flowers ranging in color from white and pink to deep purple. In April 2025, a study was conducted on a steppe-like grassland located within the local cemetery in the village of Bilje to assess the morphological characteristics of *O. morio*. The results were compared with data collected at the same site in 2017 to gain insight into possible changes over time due to environmental factors, human activities and climate fluctuations. 87 individuals were observed in 2017 and 141 in 2025. Morphological data was collected from 20 selected plants in each year, covering 13 traits. Average plant height was significantly greater in 2025 (24.05 ± 4.13 cm) than in 2017 (20.36 ± 4.47 cm; $p = 0.011$). While inflorescence length showed no statistically significant difference between years ($p = 0.067$), plants in 2017 had more flowers per inflorescence ($p < 0.05$) and a greater number of basal and stem leaves ($p < 0.05$ and $p = 0.04$, respectively). Leaf dimensions (length and width) did not differ significantly ($p > 0.05$). Bract length increased slightly in 2025 (12.45 ± 2.70 mm) compared to 2017 (11.64 ± 2.40 mm), while bract width remained constant. The length of the spur was slightly greater in 2025, but the width was similar in both years. In particular, the width of the lip (labellum) was larger in 2025 (11.90 ± 1.90 mm), which may have implications for pollinator attraction and reproductive success. These results highlight the variability of morphological traits of *O. morio* over time and emphasise the importance of continuous habitat and population monitoring. Given the limited and localised distribution of this near-threatened species in this grassland habitat, long-term conservation efforts are crucial for its preservation.

Key words: steppe-like grassland, orchids, plant height, inflorescence length, number of leaves

Omjeri izotopa ugljika i dušika (d13C, d15N) u perju kao hranidbeni pokazatelj za mapiranje izloženosti živi (Hg)

DORA BJEDOV, SABINA ALIĆ, ROCCO NEKIĆ, ALMA MIKUŠKA, MIRNA VELKI

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Cara Hadrijana 8/A,
Osijek

Dopisni autor: dora.bjedov@unios.hr; dora.bjedov@gmail.com

Sažetak

Omjeri stabilnih izotopa ugljika (d13C) i dušika (d15N) u perju omogućuju nedestruktivan uvid u ishranu ptica. Takvi podaci važni su za očuvanje vrsta i praćenje zagađivala u poplavnim i močvarnim ekosustavima. U mnogim istraživanjima perje se analiziralo za d13C i d15N zajedno sa živom (Hg) radi procjene izloženosti. Veza između izotopa i Hg ovisi o kontekstu; koncentracije Hg u perju rastu s d15N, u skladu s biomagnifikacijom. Vrijednosti d13C pomažu razlikovati obrasce kad se ptice hrane u različitim okruženjima (rijeka–jezero, more–kopno), dok je njihova korisnost umanjena kada su izvori hrane raznoliki. Razumijevanje tih razlika ključno je za preciznu metodologiju, ali i za procjenu rizika te oblikovanje mjera zaštite. Tumačenje rezultata ovisi o načinu mitarenja i o sezoni rasta pera. Vrste koje mitare sinkrono u kratkom razdoblju gube svo perje i ne mogu letjeti dok im naraste novo, pa im perje odražava izotope hrane samo iz tog razdoblja. Kod vrsta s asinkronim mitarenjem pera otpadaju i rastu postupno, pa perje iste ptice može potjecati iz različitih vremenskih razdoblja. Takva „mrtva pera“, jednom kad izrastu, ne mijenjaju sastav jer su izvan metabolizma, pa u njima ostaje trajno zabilježen signal iz vremena rasta, zato asinkrone vrste pokazuju veću varijabilnost. Perje bilježi ishranu i izloženost tijekom rasta; kod odraslih to najčešće odražava lokalnu dostupnost hrane. U pravilu je d15N dobar pokazatelj količine Hg u perju kada prevladava prijenos kroz hranidbeni lanac, dok d13C daje informacije o vrsti staništa iz kojeg potječe hrana. Za pouzdano tumačenje nužno je uzeti u obzir vrijeme mitarenja, vrstu pera, starost perja te dob i spol ptice. To je važno ne samo za usporedivost znanstvenih istraživanja nego i za razvoj dugoročnih programa biomonitoringa u službi očuvanja vrsta i staništa. Preporučuje se uzorkovati faze sa sinkronim mitarenjem ili objediniti više pera radi smanjenja varijabilnosti; standardizirati pripremu i rezultate Hg prikazivati na osnovi suhe mase uz QA/QC; u modele uključiti dob, spol, lokalitet i godinu; upariti izotope s prostornim podacima. Integracija ovih podataka omogućuje upravljanje staništima, restauraciju ekosustava i ublažavanje zagađenja, prevodeći znanost u mjere zaštite. Prioriteti istraživanja uključuju specijaciju Hg (metilživa i ukupna

živa), usklađivanje baznih vrijednosti izotopa i diskriminacijskih čimbenika za $d^{13}C$ i $d^{15}N$, produljenje vremenskih nizova radi razlikovanja ekoloških signala (prehrana, trofički položaj, migracija, mitarenje, klima, demografija) od regulatornih (emisije, sanacije, pročišćavanje voda, Minamata konvencija) te povezivanje $d^{13}C$ i $d^{15}N$ u perju s izotopima Hg radi identifikacije hranidbenih putova i izvora zagađenja.

Ključne riječi: omjeri stabilnih izotopa, živa, perje, trofički položaj, biomonitoring

Feather stable isotope ratio (d13C, d15N) as a dietary compass that maps mercury (Hg) exposure

DORA BJEDOV, SABINA ALIĆ, ROCCO NEKIĆ, ALMA MIKUŠKA, MIRNA VELKI

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Biology, Cara Hadrijana 8/A, Osijek, Croatia

Corresponding author: dora.bjedov@biologija.unios.hr; dora.bjedov@gmail.com

Abstract

Stable carbon (d13C) and nitrogen (d15N) isotope ratios in feathers provide time-stamped proxies of habitat baselines and trophic position providing a non-destructive view of dietary ecology. These data are of importance for bird conservation and habitat protection, enabling pollutant monitoring in biodiverse wetlands and floodplains. Numerous studies have paired feather d13C, d15N with mercury (Hg) to interpret exposure. However, the strength of isotope-Hg association is context dependent. Understanding these contextual variations is critical not only for methodological precision but also for assessing pollution risks and informing habitat protection measures. Feather Hg increases with d15N, consistent with food-web biomagnification. d13C adds explanatory power where habitat baselines differ (river-lake or marine-terrestrial gradients) but is weaker where C sources are mixed or spatially heterogeneous. Interpretation depends critically on feather type, moult phenology and the season of feather growth. Species or life stages with synchronous body moult show low within-individual variance in d13C, d15N, and Hg, making single-feather sampling reliable; asynchronous moult increases heterogeneity. Feathers record diet and exposure during growth: adult feathers typically reflect the inter-moult exposure period preceding moult, whereas nestling feathers reflect a short local provisioning window. d15N is a robust first-order predictor of feather Hg where trophic magnification dominates; d13C provides habitat context when baselines are distinct. Accounting for these key factors is essential for building long-term biomonitoring programs that can directly inform species and habitat conservation. Therefore, the specific recommendations are to (I) prioritise life stages with synchronous body moult, or pool multiple body feathers to reduce within-individual noise; (II) standardise washing/decontamination and report Hg on a dry-weight basis (dw) with QA/QC details; (III) include age, sex, site/colony, and year in mixed-effects models; (IV) pair isotopes with spatial data (e.g., tracking) to resolve habitat use. Integrating these approaches enables habitat management, ecosystem restoration, and pollution mitigation, translating science into conservation. Future research priorities include

adding Hg speciation (methylmercury, MeHg vs total mercury, THg), harmonising baselines and discrimination factors for d13C, d15N, extending time series to separate ecological (shifts in diet or trophic level, habitat/carbon baselines, prey availability, migration routes, moult timing/location, climate/hydrology, age/sex structure) from regulatory signals (changes caused by human policies that alter pollution: emission controls, point-source remediation, wastewater upgrades, fuel switching, chlor-alkali shutdowns, Minamata-style Hg reductions), and combining feather d13C, d15N with Hg stable isotopes to link dietary pathways to pollutant sources, thereby improving the precision and policy relevance of feather-based Hg biomonitoring.

Key words: stable isotope ratio, mercury, feathers, trophic position, biomonitoring

Novi nalazi vretenca *Aeshna cyanea* (Odonata) u Prekograničnom rezervatu biosfere Mura- Drava-Dunav

**TOMISLAV BOGDANOVIĆ¹, ANDREA VUKOJA², KRUNOSLAV ILIĆ³, IVAN
PAVIČIĆ³, SVJETLANA MARIĆ², BRANKO PETRINEC³**

¹ Ekološka udruga Eko-Karašica, Radnička 14, Belišće

² Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet za dentalnu medicinu i zdravstvo
Osijek, Crkvena 21, Osijek

³ Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Ksaverska cesta 2, Zagreb

Dopisni autor: tomobogdanov@gmail.com

Sažetak

Istraživanja faune vretenaca (Odonata) obavljena su u dijelu Prekograničnog rezervata Biosfere Mura - Drava - Dunav, na području srednjeg i donjeg dijela toka rijeke Drave. Temeljni cilj istraživanja bio je usmjeren na mjerljive biološke parametre stanja oksidativnog stresa u okolišu te su obavljena preliminarna istraživanja. Utvrđeno je stanje brojnosti, bioraznolikost, sezonska dinamika, te geografska rasprostranjenost ličinki i njihovih svlakova na istraživanim području. Standardnim inventarizacijskim metodama je istraženo 15 lokaliteta na rijeci Dravi i okolnim poplavnim područjima. Istraživanja su obavljena u razdoblju od početka svibnja 2024. do početka rujna 2025. godine i nastavak su ranije započetih istraživanja na vretencima. Analizirano je ukupno 118 ličinki i njihovih svlakova u različitim životnim stadijima. Utvrđena je prisutnost 41 vrste na staništima duž istraživanog područja. Zabilježena fauna vretenaca većim dijelom pripada eurosibirskom faunističkom elementu, s malim utjecajem mediteranskog faunističkog elementa, koji je najčešće lokaliziran na specifična staništa (plitka, otvorena staništa južnih ekspozicija). Utvrđena je prisutnost nove vrste vretenaca za istraživano područje – *Aeshna cyanea*, modri kralj. Ovo su prvi nalazi ove vrste na lokalitetima gdje do sada nije zabilježena u posljednjih 30 godina stalnog monitoringa. Vrsta je zapadno palearktičkog rasprostranjenja, s istočnom granicom areala na Uralu. Modri kralj nije ugrožena vrsta na istraživanom području zbog velikog broja potencijalno pogodnih staništa. Relativno mali broj nalaza je zbog prirodno malih populacija koje ova vrsta stvara. Vrsta je rijetka na istraživanom području, a trenutna veličina metapopulacije uz rijeku Dravu se procjenjuje na 1.001 – 10.000 jedinki. Faunistička istraživanja su nezamjenjiv alat u zaštiti prirode određenog područja zbog indikatorskih karakteristika određenih krovnih i visokozahtjevnih vrsta. Redovitim monitoringom dobivamo podatke o

stanju populacija i staništa što je neophodno potrebno za provođenje opsežnijih istraživanja u cilju zaštite prirode.

Ključne riječi: Prekogranični rezervat biosfere Mura-Drava-Dunav, vretenca (Odonata), *Aeshna cyanea*, modri kralj, zaštita prirode

New findings of the dragonfly *Aeshna cyanea* (Odonata) in Transboundary Biosphere Reserve Mura-Drava-Danube

TOMISLAV BOGDANOVIĆ¹, ANDREA VUKOJA², KRUNOSLAV ILIĆ³, IVAN
PAVIČIĆ³, SVJETLANA MARIĆ², BRANKO PETRINEC³

¹ Ecological Association Eko-Karašica, Radnička 14, Belišće, Croatia

² Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Dental Medicine and Health,
Crkvena 21, Osijek, Croatia

³ Institute for Medical Research and Occupational Health, Ksaverska cesta 2, Zagreb, Croatia

Corresponding author: tomobogdanov@gmail.com

Abstract

Research on the dragonfly fauna (Odonata) was carried out in the Transboundary Biosphere Reserve Mura - Drava - Danube, in the area of the middle and lower reaches of the Drava River. The main objective of the research was to focus on measurable biological parameters of the state of oxidative stress in the environment, and preliminary research was carried out. The abundance, biodiversity, seasonal dynamics, and geographical distribution of larvae and their exuvia in the research area were determined. 15 localities on the Drava River and the surrounding floodplains were surveyed using standard inventory methods. The research was carried out in the period from the beginning of May 2024 to the beginning of September 2025 and is a continuation of previously initiated research on dragonflies. A total of 118 larvae and their exuvia in different life stages were analysed. The presence of 41 species in habitats along the research area was determined. The recorded dragonfly fauna mostly belongs to the Euro-Siberian faunal element, with a small influence of the Mediterranean faunal element, which is most often localized to specific habitats (shallow, open habitats of southern exposures). The presence of a new species of dragonfly for the study area was established – *Aeshna cyanea*, the Blue Hawker (Southern Hawker). These are the first findings of this species in localities where it has not been recorded so far in the last 30 years of continuous monitoring. The species is of western Palearctic distribution, with the eastern border of the range in the Urals. The Blue Hawker is not an endangered species in the study area due to the large number of potentially suitable habitats. The relatively small number of findings is due to the naturally small populations that this species creates. The species is rare in the study area, and the current size of the metapopulation along the Drava River is estimated at 1,001 – 10,000 individuals. Faunal surveys are an indispensable tool in the protection of the nature of a specific area due to the indicator characteristics of certain umbrella

and highly demanding species. Through regular monitoring, we obtain data on the state of populations and habitats, which is necessary for conducting more extensive research aimed at protecting nature.

Key words: Transboundary Biosphere Reserve Mura-Drava-Danube, dragonflies (Odonata), *Aeshna cyanea*, Blue Hawker, nature protection

Utjecaj bisfenola S na mitotski indeks i učestalost pojedinih faza staničnog ciklusa u meristemskim stanicama korjenčića luka (*Allium cepa* L.)

DOMAGOJ BOSILJEVAC, MARIJA MARTINKO, PAULA OCELIĆ, VALERIJA VUJČIĆ BOK

Sveučilište u Zagrebu, Farmaceutsko-biokemijski fakultet, Zavod za farmaceutsku botaniku, Schrottova 39, Zagreb

Dopisni autor: vvujcibok@pharma.unizg.hr

Sažetak

Cilj ovoga istraživanja bio je ispitati utjecaj bisfenola S (BPS) na mitotski indeks i učestalost pojedinih faza staničnog ciklusa u meristemskim stanicama korjenčića lukovica luka (*Allium cepa* L., Amaryllidaceae). Mitotski je indeks (MI) mikroskopski parametar kojim se procjenjuje učestalost stanica u diobi, što odražava utjecaj određenog spoja na stanični ciklus te je pouzdani indikator citotoksičnosti. Korjenčići su izloženi testnim otopinama BPS-a (koncentracijski raspon od 1 do 50 mg L⁻¹) tijekom 72 sata. Po svakoj ispitivanoj koncentraciji uključeno je 5 replika. Kao negativna kontrola korištena je destilirana voda. Po završetku izlaganja korjenčići su fiksirani otopinom Carnoy I, pripremljenoj miješanjem 96 %-tnog etanola (V/V) i ledene octene kiseline u omjeru 3:1. Potom su s korjenčića odvojeni meristemski vršci i obojeni aceto-orceinom (1 %-tna otopina orceina u 45 %-tnoj octenoj kiselini) uz blago zagrijavanje. Nakon bojenja, tkivo je macerirano staklenim štapićem te prekriveno pokrovnicom koristeći tehniku gnječenja. Preparati su promatrani pod svjetlosnim mikroskopom pri povećanju 400 x. Radi analize mitotske aktivnosti pregledano je 5000 stanica po svakoj testnoj otopini (1000 stanica u svakoj od 5 replika). Mitotski indeks određen je kao omjer broja stanica u diobi i ukupnog broja promatranih stanica. Značajne razlike između tretmana procijenjene su jednosmjernom ANOVA analizom, nakon koje je primijenjen Duncanov višestruki test raspona. Uočeno je značajno smanjenje mitotskog indeksa kod koncentracija od 5, 25 i 50 mg L⁻¹ BPS-a u odnosu na kontrolni uzorak. Opaženo je značajno povećanje učestalosti interfaza kod koncentracija od 5 do 50 mg L⁻¹ u odnosu na kontrolni uzorak. Ostale faze staničnog ciklusa (metafaza, anafaza i telofaza) bile su približno dvostruko rjeđe svojom pojavnosti u staničnom ciklusu kod koncentracije od 50 mg L⁻¹, uz iznimku profaze koja je bila čak 3,9 puta rjeđa u odnosu na kontrolni uzorak. Iz ovih rezultata vidljivo je da

bisfenol S djeluje citotoksično na meristemske stanice korjenčića luka smanjujući učestalost stanica u diobi.

Ključne riječi: bisfenol S, *Allium cepa* L., mitotski indeks, stanični ciklus

Influence of bisphenol S on mitotic index and frequency of individual cell cycle phases in meristematic cells of onion root (*Allium cepa* L.)

DOMAGOJ BOSILJEVAC, MARIJA MARTINKO, PAULA OCELIĆ, VALERIJA VUJČIĆ BOK

University of Zagreb Faculty of Pharmacy and Biochemistry, Department of Pharmaceutical Botany, Schrottova 39, Zagreb, Croatia

Corresponding author: vvujcibok@pharma.unizg.hr

Abstract

The aim of this study was to examine the effect of bisphenol S (BPS) on the mitotic index and frequency of individual cell cycle phases in meristematic cells of onion bulb root tips (*Allium cepa* L., Amaryllidaceae). The mitotic index (MI) is a microscopic parameter that assesses the frequency of cells in division, which reflects the influence of a particular compound on the cell cycle and is a reliable indicator of cytotoxicity. Roots were exposed to BPS test solutions (concentration range of 1 to 50 mg L⁻¹) for 72 hours, with five replicates per concentration. Distilled water was used as a negative control. Post-exposure, the roots were fixed with a solution of Carnoy I, prepared by mixing 96% ethanol (V/V) and glacial acetic acid in a 3:1 ratio. Meristematic tips were then separated from the roots and stained with aceto-orcein (1% orcein solution in 45% acetic acid) under gentle heating. Then, the tissue was macerated using a glass rod, and covered with a coverslip using the squash technique. The preparations were observed under a light microscope (400 x magnification). For mitotic activity analysis, 5000 cells per each test solution (1000 cells per replicate) were examined. The mitotic index was determined as the ratio of dividing cells to the total number of observed cells. Significant differences between the treatments were evaluated by one-way ANOVA analysis, followed by Duncan's multiple range test. A significant decrease in mitotic index was observed at concentrations of 5, 25 and 50 mg L⁻¹ BPS compared to the control samples. A significant increase in the frequency of interphases was observed at concentrations from 5 to 50 mg L⁻¹ relative to the control. Other cell cycle phases (metaphase, anaphase and telophase) were approximately twice less frequent at 50 mg L⁻¹, with the exception of prophase, which was 3.9 times less frequent compared to the control. These results indicate that bisphenol S exerts a

cytotoxic effect on meristematic cells of onion root tips, significantly reducing the frequency of cell division.

Key words: bisphenol S, *Allium cepa* L., mitotic index, cell cycle

Antioksidativna aktivnost i fenolni profil hrastove šiške izazvane osom *Andricus quercuscalicis*

ANA BOŽIĆ¹, VLATKA GVOZDIĆ², MARTINA JAKOVLJEVIĆ KOVAČ³, MAJA
MOLNAR³, VALENTINA PAVIĆ¹, SELMA MLINARIĆ¹, MARTINA ŠRAJER
GAJDOŠIĆ², LIDIJA KALINIĆ¹

¹ Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Cara Hadrijana 8/A, Osijek

² Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za kemiju, Cara Hadrijana 8/A, Osijek

³ Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Ulica Franje Kuhača 18, Osijek

Dopisni autor: bozicana1611@gmail.com

Sažetak

Hrastove šiške nastaju kao posljedica zaraze osom šiškaricom (*Andricus quercuscalicis* Burgsdorf). Ženka polaže jaja u žireve, tijekom njihovog razvoja, što dovodi do morfoloških i biokemijski promjena u tkivu. Nastale šiške poznate su po visokom udjelu fenolnih spojeva i tanina, koji posjeduju izražena antioksidativna i potencijalno antimutagena svojstva. Često su korištene u narodnoj medicini, a zbog značajnog sadržaja tanina kao boje i sredstvo za štavljenje kože. Cilj ovog istraživanja bio je istražiti sadržaj bioaktivnih komponenti, polifenola i tanina te izmjeriti je antioksidativni potencijal ekstrakta šiški primjenom DPPH, FRAP i ABTS metoda. Rezultati ukazuju na značajan bioaktivni potencijal šiški te mogu poslužiti kao temelj za razvoj prirodnih dodataka prehrani, kozmetičkih pripravaka i farmaceutskih proizvoda s antioksidativnim djelovanjem. Nadalje, budući da se šiške smatraju otpadnim biljnim materijalom, njihovom primjenom potiče se održivo korištenje šumskih resursa.

Ključne riječi: hrastove šiške, osa šiškarica, hrast lužnjak, antioksidativna aktivnost

Antioxidant activity and phenolic profile of oak galls caused by the wasp *Andricus quercuscalicis*

ANA BOŽIĆ¹, VLATKA GVOZDIĆ², MARTINA JAKOVLJEVIĆ KOVAČ³, MAJA
MOLNAR³, VALENTINA PAVIĆ¹, SELMA MLINARIĆ¹, MARTINA ŠRAJER
GAJDOŠIK², LIDIJA KALINIĆ¹

¹ Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Biology, Cara Hadrijana 8/A,
Osijek, Croatia

² Josip Juraj Strossmayer University of Osijek Department of Chemistry, Cara Hadrijana 8/A,
Osijek, Croatia

³ Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Food Technology Osijek, Ulica
Franje Kuhača 18, Osijek, Croatia

Corresponding author: bozicana1611@gmail.com

Abstract

Oak galls are caused by infestation with the wasp (*Andricus quercuscalicis* Burgsdorf). The female lays eggs in acorns during their development, which leads to morphological and biochemical changes in the tissue. The resulting acorns are known for their high content of phenolic compounds and tannins, which have pronounced antioxidant and potentially antimutagenic properties. They have been frequently used in folk medicine, and due to their significant tannin content, as a dye and a tanning agent for leather. The aim of this research was to investigate the content of bioactive components, polyphenols and tannins, and to measure the antioxidant potential of acorn extract using the DPPH, FRAP and ABTS methods. The results indicate a significant bioactive potential of acorns and can serve as a basis for the development of natural food supplements, cosmetics and pharmaceutical products with antioxidant activity. Furthermore, since acorns are considered waste plant material, their use encourages the sustainable use of forest resources.

Key words: oak acorns, acorn wasp, pedunculate oak, antioxidant activity

Hidrogeološka istraživanja za potrebe održivog upravljanja vodama Baranje

**MARKO COPIC¹, MARCO POLA¹, IGOR KARLOVIĆ¹, MATKO PATEKAR¹,
STAŠA BOROVIĆ¹, BRANKO KORDIĆ¹, FILIP LOŽEK², IZIDORA MARKOVIĆ
VUKADIN², KOSTA URUMOVIĆ¹**

¹ Hrvatski geološki institut, Sachsova 2, Zagreb

² Institut za turizam, Vrhovec 5, Zagreb

Dopisni autor: kurumovic@hgi-cgs.hr

Sažetak

Očuvanje kakvoće i zaliha podzemnih voda zahtijeva detaljan plan upravljanja vodama koji uključuje specifične hidrološke i hidrogeološke uvjete određenog područja, održivo korištenje podzemnih voda te interakciju između površinskih i podzemnih voda. Cilj ovog istraživanja je rekonstruirati hidrogeološke uvjete Baranje koja se proteže između rijeke Drave s južne i zapadne strane te Dunava na istoku. Učinkovito upravljanje vodnim resursima Baranje od ključne je važnosti zbog: i) stalnog rasta turističkih kapaciteta (povećanje od 33 % u posljednjih 5 godina), a naročito u ruralnom turizmu i Parku prirode Kopački rit, što rezultira povećanjem potreba za vodom i ii) dobro razvijene poljoprivrede koja hrani jednu od najvećih prehrambenih industrija u Hrvatskoj. Park prirode „Kopački rit“ ima posebnu prirodnu i turističku vrijednost jer se u njemu nalazi bogat močvarni ekosustav koji izravno ovisi o interakciji površinske i podzemne vode. Unatoč prirodnom i gospodarskom potencijalu, gustoća naseljenosti u Baranji je niska, a stanovnici su koncentrirani u nekoliko naselja. Vodoopskrbni sustav opskrbljuje 3 vodocrpilišta s nekoliko aktivnih zdenaca koji sežu do dubina od 40-60 m i daju ukupno 40-50 L/s. Farme i brojna mala gospodarstva koriste lokalne zdence za različite industrijske namjene. Površinske vode u glavnim kanalima regulira nekoliko crpnih stanica. Hidrogeološka istraživanja u Baranji do sada su se provodila uglavnom na vodocrpilištima. Ovo istraživanje uključuje regionalno hidrogeološko kartiranje vodonosnog sustava te kontinuirano praćenje razine podzemne vode i njenih fizikalno-kemijskih parametara. Iz različitih izvora prikupljeni su podaci o građi podzemlja i pokusnim crpljenjima bušotina za oko 300 objekata a podaci su digitalizirani i pohranjeni u bazu podataka. U tijeku je kontinuirano praćenje razine vode i periodično uzorkovanje podzemnih voda. Dobiveni rezultati predstavljat će ključne informacije potrebne za sveobuhvatno razumijevanje interakcije površinskih i podzemnih voda i njihovo korištenje, rekonstrukciju glavnih geokemijskih procesa u vodonosniku te održivo upravljanje podzemnim vodama.

Ključne riječi: hidrogeološka istraživanja, interakcija podzemnih voda i površinskih voda, održivo upravljanje vodama

Zahvala: Istraživanje je provedeno u okviru internog istraživačkog projekta BAKA pri Hrvatskom geološkom institutu, financiranog iz Nacionalnog plana oporavka i otpornosti Europske unije 2021.–2026. – NextGenerationEU i praćenog od strane Ministarstva znanosti, obrazovanja i mladih Republike Hrvatske te projekta PACT-VIRA Hrvatske zaklade za znanost, broj projekta IP-2024-05-9190.

Hydrogeological investigations for the sustainable water management plan of Baranja region

**MARKO COPIĆ¹, MARCO POLA¹, IGOR KARLOVIĆ¹, MATKO PATEKAR¹,
STAŠA BOROVIĆ¹, BRANKO KORDIĆ¹, FILIP LOŽEK², IZIDORA MARKOVIĆ
VUKADIN², KOSTA URUMOVIĆ¹,**

¹ Croatian Geological Survey, Sachsova 2, Zagreb, Croatia

² Institute for Tourism, Vrhovec 5, Zagreb, Croatia

Corresponding author: kurumovic@hgi-cgs.hr

Abstract

Preserving a good chemical and quantitative status of the groundwater resource requires a detailed management plan that accounts for the site-specific hydrological and hydrogeological settings, the utilization of the groundwater resource, and the interaction between surficial water and groundwater. This research aims to reconstruct the hydrogeological setting of the Baranja region extending between the Drava River to the S and W and the Danube River to the E. Effective water resource management is crucial in Baranja due to: i) the steady growth of tourism capacities (33% increase in last 5 years), particularly in rural tourism and the Nature Park Kopački rit, driving an increasing demand for water, and ii) a well-developed agriculture industry several farms feeding one of the biggest food industry in Croatia. The Nature Park Kopački rit holds particular natural and touristic value since it hosts a rich swamp ecosystem that strictly depend on the surface water-groundwater interaction. Despite the natural and economic appeal, the population density in Baranja is low with the inhabitants concentrated in a few settlements. The water supply system is fed by 3 well fields with a few active wells reaching a depth of 40-60 m and providing a total of 40-50 L/s. Farms and many small activities use local wells that provide water for different industrial uses. Surface water flow of main canals is regulated by several pumping stations. Hydrogeological investigations in Baranja have been mostly conducted in the main well fields. This research includes the regional hydrogeological mapping of the aquifer system and the continuous monitoring of the groundwater level and its physico-chemical parameters. Approximately 300 stratigraphic logs from different sources and results of well testings have been collected and digitalized in a geodatabase. Continuous monitoring of the water level and periodic sampling of the groundwater is ongoing. The obtained results will represent key inputs for a comprehensive understanding of the surface water and groundwater interaction

and their utilization, the reconstruction of the main geochemical processes in the aquifer, and a sustainable groundwater management.

Key words: hydrogeological investigation, groundwater-surface water interaction, sustainable water management

Acknowledgment: This research was conducted in the scope of the internal research project BAKA at the Croatian Geological Survey, funded by the National Recovery and Resilience Plan 2021–2026 of the European Union – NextGenerationEU and monitored by the Ministry of Science, Education and Youth of the Republic of Croatia, and the and the PACT-VIRA project of the Croatian Science Foundation, grant number IP-2024-05-9190.

Potencijalni učinak amigdalina na klijavost lucerne (*Medicago sativa* L.)

**FABIJAN BRKIĆ¹, ZORANA KATANIĆ¹, MAJA MOLNAR², JASMINA LUKINAC²,
MARTINA JAKOVLJEVIĆ KOVAČ², LJILJANA KRSTIN¹**

¹ Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Cara Hadrijana 8/A, Osijek

² Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Ulica Franje Kuhača 18, Osijek

Dopisni autor: fabijan.brkic@biologija.unios.hr

Sažetak

Amigdalina je cijanogeni glikozid koji tijekom razgradnje oslobađa vodikov cijanid, snažan toksin koji inhibira stanično disanje u živim organizmima. Iako su provedena brojna istraživanja o amigdalinu, tek se nekolicina bavila upotrebom niskotemperaturnih eutektičkih otapala za njegovu ekstrakciju. Ta su otapala znatno jeftinija od konvencionalnih organskih otapala, manje toksična i mogu se reciklirati. Obično se pripremaju u točno određenim molarnim omjerima dvaju spojeva, donora vodikove veze (HBD) i akceptora vodikove veze (HBA). Organske kiseline, poput jabučne i mliječne kiseline, pokazale su se kao dobar izbor za HBD. Cilj ovog istraživanja bio je ispitati mogući učinak ekstrakata amigdalina dobivenih iz listova lovorvišnje (*Prunus laurocerasus* L.) korištenjem niskotemperaturnih eutektičkih otapala, pri čemu je HBD komponenta bila jabučna, odnosno mliječna kiselina. Eksperiment je proveden na sjemenkama lucerne (*Medicago sativa* L.), široko korištene krmne kulture. Iako je cijenjena u poljoprivredi, lucerna također može pokazivati alelopatske učinke oslobađanjem saponina koji mogu negativno utjecati na okolne biljke. U takvim slučajevima može se ponašati kao korov na poljoprivrednim površinama te zahtijevati primjenu herbicida radi zaštite glavne kulture. Tijekom eksperimenta, 20 sjemenki lucerne postavljeno je na filter papir u Petrijevu zdjelicu promjera 90 mm. U pokusu su korištene različite otopine: ekstrakti amigdalina u jabučnoj i mliječnoj kiselini, čista jabučna kiselina, čista mliječna kiselina te destilirana voda koja je služila kao negativna kontrola. Otopine su korištene u volumenima od 1 µL, 25 µL i 50 µL, uz dodatak destilirane vode do ukupnog volumena od 5 mL. Svaki tretman imao je tri ponavljanja, a eksperiment je proveden dva puta. Nakon pet dana inkubacije u mraku, zabilježen je broj proklijalih sjemenki. Rezultati preliminarnog istraživanja pokazali su da je najveći volumen svih otopina potpuno inhibirao klijavost sjemenki lucerne. Pri najmanjem volumenu ispitivanih otopina, sjemenke lucerne imale su podjednaku klijavost. Nakon tretmana s 25 µL otopina, najmanji broj proklijalih sjemenki zabilježen je kod tretmana ekstraktom amigdalina u mliječnoj kiselini. Kako bi se dobio bolji

uvid u potencijalni učinak amigdalina na klijavost sjemenki potrebna su daljnja istraživanja.

Ključne riječi: cijanogeni glikozidi, niskotemperaturna eutektička otapala, *Prunus laurocerasus*

The potential effect of amygdalin on the germination of alfalfa (*Medicago sativa* L.)

FABIJAN BRKIĆ¹, ZORANA KATANIĆ¹, MAJA MOLNAR², JASMINA LUKINAC², MARTINA JAKOVLJEVIĆ KOVAČ², LJILJANA KRSTIN¹

¹ Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Biology, Cara Hadrijana 8/A, Osijek, Croatia

² Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Food Technology Osijek, Ulica Franje Kuhača 18, Osijek, Croatia

Corresponding author: fabijan.brkic@biologija.unios.hr

Abstract

Amygdalin is a cyanogenic glycoside which, upon degradation, releases hydrogen cyanide, a potent toxin that inhibits cellular respiration in living organisms. Numerous studies have been conducted on amygdalin, though only a few have explored the use of deep eutectic solvents for its extraction. These solvents are significantly cheaper than conventional organic solvents, less toxic and recyclable. They are usually prepared in specific molar ratios of two compounds, a hydrogen bond donor (HBD) and a hydrogen bond acceptor (HBA). Organic acids, such as malic or lactic, proved to be a good choice for HBD. The aim of this research was to investigate the potential effect of amygdalin extracts obtained from cherry-laurel (*Prunus laurocerasus* L.) leaves, using deep eutectic solvents in which the HBD component was malic acid or lactic acid, respectively. The experiment was conducted on alfalfa (*Medicago sativa* L.) seeds, a widely used fodder crop. Although valued in agriculture, alfalfa can also exhibit allelopathic effects by releasing saponins that may negatively impact surrounding plants. In such cases, it may act as a weed in agricultural fields and require herbicide treatment to protect the main crop. During the experiment, 20 alfalfa seeds were placed on filter paper in a 90 mm Petri dish. The treatment involved several solutions: amygdalin extracts in malic acid and lactic acid, pure malic acid, pure lactic acid, and distilled water used as the negative control. Solutions were applied in volumes of 1 µL, 25 µL, and 50 µL, with distilled water added to reach a total volume of 5 mL. Each treatment had three replicates, and the experiment was repeated two times. After five days of incubation in the dark, the number of germinated seeds was recorded. The results of preliminary research showed that the highest volume of all solutions completely inhibited the germination of alfalfa seeds. At the lowest volume of the tested solutions, alfalfa seeds exhibited similar germination rates. After treatment with 25 µL of solutions, the lowest number of germinated seeds were recorded in the treatment with amygdalin extract in lactic acid. Further research is needed

to gain a better understanding of the potential effect of amygdalin on seed germination.

Key words: cyanogenic glycosides, deep eutectic solvents, *Prunus laurocerasus*

Flora Feričanačkog kraja: autohtone i invazivne biljne svojte

FABIJAN BRKIĆ, ZORANA KATANIĆ, TANJA ŽUNA PFEIFFER, LJILJANA KRSTIN

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Cara Hadrijana 8/A, Osijek

Dopisni autor: fabijan.brkic@biologija.unios.hr

Sažetak

Terenska istraživanja provedena su tijekom vegetacijskih sezona 2023., 2024. i 2025. godine na području naselja Feričanci s ciljem dokumentiranja autohtonih biljnih svojti te utvrđivanja invazivnih, koje predstavljaju ozbiljnu prijetnju biološkoj raznolikosti. Tijekom trogodišnjeg razdoblja zabilježena je ukupno 151 biljna svojta. Većina dokumentiranih svojti raste u šumama, uz vinograde i duž prometnica na rubnim dijelovima naselja, dok je manji broj zabilježen unutar samog naselja, u blizini kuća i uz ceste. Od ukupno 151 zabilježene biljne svojte, 31 nije autohtona na ovom području. Neke od tih biljaka su se toliko prilagodile lokalnim uvjetima da ih stanovnici često smatraju autohtonima, kao što je to slučaj s vrstom *Juglans regia*. Unutar skupine stranih biljaka, njih 12 su invazivne zbog negativnog utjecaja koji imaju na lokalne ekosustave: *Amaranthus retroflexus*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Conyza candensis*, *Erigeron annuus*, *Solidago canadensis*, *Solidago gigantea*, *Robinia pseudoacacia*, *Phytolacca americana*, *Echinochloa crus-galli*, *Sorghum halepense*, *Reynoutria japonica* and *Parthenocissus quinquefolia*. Većina tih biljaka pripada dvjema biljnim porodicama, glavočikama (Asteraceae) i travama (Poaceae). Neke se vrste šire sporije i lakše ih je kontrolirati od drugih, za razliku od vrste *Ambrosia artemisiifolia*, koja se brzo širi i ujedno je snažan alergen. S druge strane, neke biljke poput vrste *Robinia pseudoacacia* smatraju se korisnima za poljoprivredu ili gospodarstvo, zbog čega se njihov invazivni potencijal često zanemaruje. Osim navedenih biljaka, zabilježene su i mahovina *Marchantia polymorpha* te paprat *Dryopteris filix-mas*. Ovo istraživanje pridonosi novim spoznajama o raznolikosti flore, posebice ovog područja koje do sada nije bilo dovoljno istraženo.

Gljučne riječi: bioraznolikost, invazivni potencijal, Osječko-baranjska županija

Flora of the Feričanci area: native and invasive plant taxa

FABIJAN BRKIĆ, ZORANA KATANIĆ, TANJA ŽUNA PFEIFFER, LJILJANA KRSTIN

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Biology, Cara Hadrijana 8/A, Osijek, Croatia

Corresponding author: fabijan.brkic@biologija.unios.hr

Abstract

Field research was performed during the vegetation seasons of 2023, 2024, and 2025 in the area of the Feričanci settlement, with the aim of documenting plant taxa and determining invasive that pose a serious threat to biodiversity. A total of 151 taxa were identified throughout the three-year period. Most of the documented taxa grow in forests, near vineyards, or along roads at the settlement edges, while a smaller number were recorded in the settlement, near houses and along the roads. Out of the overall 151 recorded plants, 31 are not native to this area. Some of these plants have adapted so well to local conditions that they are often considered by the local population as native, for example, *Juglans regia*. Among these non-native species, 12 are invasive due to their negative impact on local ecosystems: *Amaranthus retroflexus*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Conyza canadensis*, *Erigeron annuus*, *Solidago canadensis*, *Solidago gigantea*, *Robinia pseudoacacia*, *Phytolacca americana*, *Echinochloa crus-galli*, *Sorghum halepense*, *Reynoutria japonica* and *Parthenocissus quinquefolia*. Most of these plants belong to two families, Asteraceae and Poaceae. Some species spread more slowly and are easier to control than others, such as *Ambrosia artemisiifolia*, which is fast-growing and is also a strong allergen. On the other hand, some plants like *Robinia pseudoacacia* are considered beneficial for agriculture or the economy, which often leads to their invasive potential being overlooked. In addition to the mentioned plants, the moss *Marchantia polymorpha* and the fern *Dryopteris filix-mas* were also recorded. This research contributes to new insights into flora diversity, especially in areas that have not been sufficiently studied until now.

Key words: biodiversity, invasive potential, Osijek-Baranja County

Ptice bez granica: Birdwatching kao integrirani model održive zaštite i upravljanja raznolikošću ptica u delti Neretve i Parku prirode Hutovo Blato

MARLENA ČUKTERAŠ¹, IRENA ROZIĆ²

¹ Regionalni resursni centar, Tasovčići bb, Čapljina, Bosna i Hercegovina

² Park prirode „Hutovo blato“, Karaotok bb, Čapljina, Bosna i Hercegovina

Dopisni autor: mcukteras@gmail.com; irenar.2010@gmail.com

Sažetak

Delta Neretve predstavlja jedno od najznačajnijih močvarnih područja jadranskog sliva, prepoznato po iznimnoj biološkoj raznolikosti, osobito avifauni vezanoj uz vodena i močvarna staništa. Ovo ekološki vrijedno područje prostire se na teritoriju Bosne i Hercegovine i Republike Hrvatske, gdje ključni stanišni kompleksi imaju presudnu ulogu u prehrani, skloništu i reprodukciji brojnih ptičjih vrsta. Zaštita hrvatskog dijela institucionalno je osigurana kroz Ramsarsku konvenciju i uključivanje u ekološku mrežu Natura 2000, dok bosanskohercegovački dio delte (izuzev Hutova blata koje je Ramsarsko područje) zahtijeva dodatnu pravnu regulaciju i uspostavu integriranog sustava upravljanja. Park prirode Hutovo Blato u BiH jedno je od najvažnijih zimovališta ptica u Europi, s visokom raznolikošću i brojem zaštićenih vrsta. Promjene u sukcesiji staništa pokazuju osjetljivost ekosustava, što ističe potrebu za sustavnim i dosljednim upravljanjem usmjerenim na smanjenje negativnih antropogenih utjecaja. Park provodi projekte usmjerene na revitalizaciju poplavnih livada, čime se osigurava očuvanje ekološke funkcionalnosti i opstanka ptičjih vrsta, s naglaskom na praćenje kvalitete vode kao ključnog prirodnog resursa za močvarna staništa. Sustavni monitoring obuhvaća analize brojnosti, vremenske i prostorne distribucije ptica, procjenu stanja populacija i definiranje mjera upravljanja. Aktivnosti su usmjerene na smanjenje antropogenih utjecaja i prilagodbu klimatskim promjenama radi dugoročne zaštite ptičje bioraznolikosti te promicanja birdwatchinga kao održivog turizma i modela upravljanja prirodnim vrijednostima delte. Regionalni resursni centar zadnjih je godina proveo sustavna istraživanja na području cijele delte Neretve i regije Hercegovina, prikupljajući cjelovite podatke o stanju staništa, prisutnim ptičjim populacijama i utjecajima na ekosustav te ih uobličio u bazu podataka. Prema dobivenim podacima, veliki broj ptičjih vrsta ima izraženu dnevnu i sezonsku migraciju unutar cijelog prostora delte Neretve, što traži sustavnu brigu za očuvanje istih, s fokusom na birdwatching kao održivu turističku djelatnost koja je zamjenski alat umjesto lova na ptice močvarice. Prostor delte Neretve, posebno

Hutova Blata, važan je za ptice močvarice koje tijekom migracije koriste jadranski seobeni put (Adriatic flyway), stoga je nužna njegova zaštita i očuvanje. Kolebanje zastupljenosti ptičjih vrsta i njihove brojnosti ukazuju na važnost upravljanja i kontrole antropogenih utjecaja koje treba svesti u okvire podnošljivosti kako bi se ptice što duže i sigurnije zadržavale u prostoru. Upravo suradnja Bosne i Hercegovine i Hrvatske kroz integrirani sustav upravljanja, usklađena sa smjernicama EU Direktiva o pticama i staništima te provedbom koncepta Natura 2000, predstavlja model održivog upravljanja močvarnim ekosustavima i bioraznolikošću na cijelom prostoru delte Neretve. Ovakav koordinirani pristup doprinosi učinkovitijoj zaštiti, očuvanju, racionalnom korištenju i održivom upravljanju prirodnim resursima močvarnih ekosustava i bioraznolikosti delte Neretve.

Ključne riječi: Delta Neretve, Hutovo Blato, Adriatic flyway, birdwatching

Birds Without Borders: Birdwatching as an integrated model for sustainable protection and management of bird diversity in the Neretva Delta and Hutovo Blato Nature Park

MARLENA ČUKTERAŠ¹, IRENA ROZIĆ²

¹ Regional Resource Center, Tasovčići bb, Čapljina, Bosnia and Herzegovina

² Hutovo Blato Nature Park, Karaotok bb, Čapljina, Bosnia and Herzegovina

Corresponding author: mcukteras@gmail.com; irenar.2010@gmail.com

Abstract

The Neretva Delta represents one of the most significant wetland areas of the Adriatic basin, recognized for its exceptional biodiversity, especially the avifauna associated with aquatic and wetland habitats. This ecologically valuable area extends across the territory of Bosnia and Herzegovina and Croatia, where key habitat complexes play a crucial role in the feeding, shelter, and reproduction of numerous bird species. Protection of the Croatian part is institutionally ensured through the Ramsar Convention and inclusion in the ecological network Natura 2000, while the Bosnian-Herzegovinian part of the delta (except Hutovo Blato, which is a Ramsar site) requires additional legal regulation and establishment of an integrated management system. Hutovo Blato Nature Park in BiH is one of the most important bird wintering grounds in Europe, with high diversity and numbers of protected species. Successional changes in habitats indicate the ecosystem's sensitivity, emphasizing the need for systematic and consistent management focused on reducing negative anthropogenic impacts. The park implements projects aimed at revitalizing floodplain meadows, thereby ensuring the ecological functionality and survival of bird species, with an emphasis on water quality monitoring as a key natural resource for wetland habitats. Systematic monitoring includes analyses of bird abundance, spatiotemporal distribution, population status assessments, and management measure definitions. Activities aim to reduce anthropogenic pressures and adapt to climate change for the long-term protection of avian biodiversity, while promoting birdwatching as sustainable tourism and a model for managing the natural values of the delta.

The Regional Resource Center has conducted systematic research in recent years across the entire Neretva Delta and Herzegovina region, collecting comprehensive data on habitat status, present bird populations, and ecosystem impacts, shaping these into a database. According to the obtained data, numerous bird species display pronounced daily and seasonal migration throughout the delta, demanding systematic care for their preservation, focusing on birdwatching as a sustainable

tourism activity that serves as an alternative to waterbird hunting. The Neretva Delta area, especially Hutovo Blato, is important for waterbirds using the Adriatic flyway during migration, making its protection and conservation essential. Fluctuations in species presence and abundance highlight the importance of management and control of anthropogenic impacts, which need to be kept within tolerable limits to allow birds to stay longer and more safely in the area. Cooperation between Bosnia and Herzegovina and Croatia through an integrated management system, aligned with the EU Birds and Habitats Directives and implementation of the Natura 2000 concept, represents a sustainable management model for wetland ecosystems and biodiversity across the entire Neretva Delta. This coordinated approach contributes to more effective conservation, rational use, and sustainable management of natural wetland resources and biodiversity in the Neretva Delta.

Key words: Neretva Delta, Hutovo Blato, Adriatic flyway, birdwatching

Praćenje stanja faune vidre (*Lutra lutra* L.) na području Otočkih virova u Spačvanskom bazenu

IVAN DAMJANOVIĆ^{1,2}

¹ Nastavni zavod za javno zdravstvo Osječko-baranjske županije, Drinska 8, Osijek

² MEDIATRIX VITAE, obrt za savjetovanje i edukaciju, vl. Ivan Damjanović, Antuna Kanižlića
44, 31 000 Osijek

Dopisni autor: ivan.damjanovic8@gmail.com

Sažetak

Vidra (*Lutra lutra*) je autohtoni pripadnih hrvatske faune sa širokom rasprostranjenosti na gotovo svim slatkovodnim staništima u Republici Hrvatskoj. Procijenjena veličina sadašnjih populacija u Hrvatskoj kreće se između 1150 do 1400 jedinki. Spačvanski bazen s približno 43000 ha predstavlja najveći cjeloviti kompleks šume hrasta lužnjaka u Hrvatskoj i jedan od najvećih u Europi. Prostor karakterizira aluvijalna panonska ravnica posebnog reljefa koji čine mikrodepresije te povišeni lokaliteti (tzv. grede) ispresijecane mrežom vodotokova koji ulaze duboko u hrastove šume te obogaćuju vodom cijeli ekosustav. Virovi su prirodni vodeni fenomen Spačvanskog bazena koji na površini od 79 km² i dužini od 18 km objedinjuje karakteristike spore tekućice i voda stajačica u jednom sa razvijenom močvarnom i vodenjarskom vegetacijom. Virovi su dom mnogobrojnim vrstama ptica, vodozemaca i gmazova te sisavaca i riba. Glavni rezervoar i punionica Virova jesu podzemne vode koje su visoke i obilne. Praćenje stanja populacije vidre je rađeno prema Nacionalnom programu za praćenje stanja očuvanosti vrste. Prilikom obilaska terena koristile su se neinvazivne metode koje obuhvaćaju vizualno promatranje i bilježenje aktivnosti vidre: izmet, želatinozne izlučevine, tragove, humke, ostatke hrane, skloništa, staze, brloge, opažanje jedinki i bilježenje stradalih u prometu. Praćenje stanja se provodilo na 4 transektu duž lokacije zahvata. Osim bilježenja aktivnosti na terenu korištene su i fotozamke kao važan alat u praćenju vrste. Snimanje kamerama predstavlja neinvazivnu metodu istraživanja vrste pri čemu je uznemiravanje životinja svedeno na minimum. Korištene su kamere Suntek HC-900PRO, Bushnell Trophy Cam HD Aggressor te Moultrie D-80. Montirane su na stabla na visinu od 1,5 m, uz vodna tijela na lokacijama zahvata i usmjerene blago prema dolje kako bi obuhvatile kretanje jedinki na tlu, a kao mamci su korištena hrana za kućne ljubimce i ostaci riblje hrane. Postavke su definirane snimanjem isključivo video materijala u trajanju 15 sec. Aktivnosti praćenja stanja populacije vidre na lokacijama zahvata rađene su u za to predviđenim periodima sukladno protokolu.

Prvi terenski ciklusi odrađeni su u periodu listopad-prosinac 2024. godine, a drugi terenski ciklusi u periodu veljača-svibanj 2025. godine. Dokumentirane su sve zabilježene aktivnosti. Rezultati praćenja stanja faune vidre pokazali su značajnu prisutnost i aktivnost vrste na području Otočkih virova. Vrsta je zabilježena na tri od četiri transeкта. Budući da su mužjaci ciljne vrste izrazito teritorijalni rezultati istraživanja daju uvid u prostornu distribuciju jedinki. Procjenjuje se da su na području Otočkih virova trenutno 3-4 aktivna teritorija vidre (*Lutra lutra*). Potrebno je nastaviti daljnje praćenje stanja kako bi se utvrdili trendovi populacije.

Ključne riječi: Spačvanski bazen, Otočki virovi, populacija vidre (*Lutra lutra*), praćenje stanja vrsta, Natura 2000

Monitoring the status of the Eurasian otter (*Lutra lutra* L.) population in the area of Otočki Virovi in the Spačva Basin.

IVAN DAMJANOVIĆ^{1,2}

¹ Teaching institute of Public Health for the Osijek-Baranja County, Drinska 8, Osijek, Croatia

² MEDIATRIX VITAE, Consulting and Education Trade, owner Ivan Damjanović, Antuna Kanižlića 44, Osijek, Croatia

Corresponding author: ivan.damjanovic8@gmail.com

Abstract

The Eurasian otter (*Lutra lutra*) is a native species of Croatia's fauna, widely distributed across nearly all freshwater habitats in the Republic of Croatia. The estimated size of the otter population in Croatia ranges between 1,150 and 1,400 individuals. The Spačva Basin, covering approximately 43,000 hectares, represents the largest intact complex of pedunculate oak forests in Croatia and one of the largest in Europe. The area is characterized by an alluvial Pannonian plain with a unique topography, consisting of micro-depressions and elevated sites, intersected by a network of watercourses that penetrate deep into the forests, enriching the entire ecosystem with water. The Virovi, a natural water phenomenon in the Spačva Basin, spans an area of 79 km² and a length of 18 km, combining characteristics of slow-flowing and standing waters with well-developed marsh and aquatic vegetation. They are home to numerous species of birds, amphibians, reptiles, mammals, and fish. The primary reservoir and source of water for the Virovi are abundant and high groundwater levels. Monitoring of the otter population was conducted in accordance with the National Program for Monitoring the Conservation Status of the Species. During field surveys, non-invasive methods were used, including visual observation and recording of otter activities such as scat, gelatinous secretions, tracks, mounds, food remains, shelters, paths, dens, sightings of individuals, and records of roadkill. The monitoring was carried out along four transects at the area. In addition to field observations, camera traps were used as an important tool for monitoring the species. Camera trapping is a non-invasive research method that minimizes disturbance to the animals. The cameras used included Suntek HC-900PRO, Bushnell Trophy Cam HD Aggressor, and Moultrie D-80. They were mounted on trees at a height of 1.5 meters near water bodies at the study sites, angled slightly downward to capture the movement of individuals on the ground. Pet food and fish remain were used as bait. The cameras were set to record exclusively video footage lasting 15 seconds. Monitoring activities for the otter population at the study sites were

conducted during periods in accordance with the protocol. The first field cycles took place from October to December 2024, and the second field cycles from February to May 2025. All recorded activities were documented. The results of the fauna monitoring showed significant presence and activity of the otter in the area of the Otočki Virovi. The species was recorded on three out of four transects. Given that male otters are highly territorial, the research results provide insight into the spatial distribution of individuals. It is estimated that there are currently 3–4 active otter territories in the area of the area of Otočki Virovi. It is necessary to continue further monitoring to determine population trends.

Key words: Spačva basin, Otočki virovi, Eurasian otter, biological monitoring, Natura 2000

UrbanBlueHealth – zajednička inicijativa srednjoeuropskih zemalja za poboljšanje kvalitete vode urbanih prirodnih kupališta

IVAN DAMJANOVIĆ¹, IVAN MIHIĆ¹, URANELA HORVAT¹, SNJEŽANA
BENKOTIĆ¹, DARIO KOLARIĆ¹, DAVORKA ŠALAVARDA¹, NATAŠA TURIĆ^{1,2}

¹ Nastavni zavod za javno zdravstvo Osječko-baranjske županije, Drinska 8, Osijek

² Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Cara Hadrijana 8/A,
Osijek

Dopisni autor: zz-projekti@zzjz-osijek.hr

Sažetak

Projekt UrbanBlueHealth, započet Kick-off sastankom 13. i 14. svibnja 2024. u Budimpešti, fokusira se na poboljšanje kvalitete vode urbanih kupališnih mjesta u srednjoj Europi, u sklopu Programa Interreg Središnja Europa (2021.-2027.). Istraživanja pokazuju da u gradovima srednje Europe 65 % urbanih površinskih voda zadovoljava samo minimalne standarde kvalitete. Takovi rezultati zahtijevaju reakciju, a kao odgovor na navedenu problematiku početak rješenja donosi UrbanBlueHealth preko kojeg se nastoji poboljšati situaciju procjenom zdravstvenih utjecaja i stvaranjem novih rješenja za čišćenje urbanih jezera i rijeka. Projekt, vrijedan 1,628.900,00 EUR, traje od svibnja 2024. do listopada 2026. i uključuje 9 partnera iz 5 zemalja Srednje Europe uključujući Austriju, Hrvatsku, Češku, Mađarsku i Poljsku. Cilj projekta je smanjiti zdravstvene rizike povezane s onečišćenjem urbanih kupališnih voda, poboljšati kvalitetu vode i ojačati kapacitete lokalnih i regionalnih tijela za upravljanje kupališnim mjestima. Ključni rezultati uključuju razvoj *Blue Health Repository* baze podataka za praćenje kvalitete vode, Strategije za upravljanje kupališnom vodom te edukacije i radionice za upravljače kupališnih mjesta. Projekt naglašava transnacionalnu suradnju za razmjenu znanja i iskustava, uz *Transnational Bathing Water Platform* za praćenje rezultata. Dionici su lokalne vlasti, gradovi, nevladine organizacije i cjelokupno građanstvo pilot lokacija kao krajnji korisnici.

Ključne riječi: UrbanBlueHealth, INTERREG Srednja Europa, urbana prirodna kupališta, zdravstveni rizik

UrbanBlueHealth – joint central European actions for improving quality of urban bathing waters

IVAN DAMJANOVIĆ¹, IVAN MIHIĆ¹, URANELA HORVAT¹, SNJEŽANA BENKOTIĆ¹, DARIO KOLARIĆ¹, DAVORKA ŠALAVARDA¹, NATAŠA TURIĆ^{1,2}

¹ Teaching institute of Public Health for the Osijek-Baranja County, Drinska 8, Osijek, Croatia

² Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Biology, Cara Hadrijana 8/A, Osijek, Croatia

Corresponding author: zz-projekti@zzjzjosijek.hr

Abstract

The UrbanBlueHealth project, launched with a Kick-off meeting on 13th and 14th May 2024 in Budapest, focuses on improving the water quality of urban bathing areas in Central Europe, as part of the Programme Interreg Central Europe (2021-2027). Research shows that in Central European cities, 65% of urban surface waters meet only minimum quality standards. Such results require a response, and in response, UrbanBlueHealth is the beginning of a solution that seeks to improve the situation by assessing health impacts and creating new solutions for cleaning urban lakes and rivers. The project, worth 1,628,900,00 EUR runs from May 2024 to October 2026 and involves 9 partners from 5 Central European countries including Austria, Croatia, Czech Republic, Hungary and Poland. The project aims to reduce health risks associated with urban bathing water pollution, improve water quality and strengthen the capacities of local and regional authorities for the management of urban bathing areas. Key results include the development of the *Blue Health Repository* database for monitoring water quality, Strategy management for bathing water, and training and workshops for urban bathing area managers. The project emphasizes transnational cooperation for the exchange of knowledge and experiences, with a *Transnational Bathing Water Platform* for monitoring results. Stakeholders are local authorities, cities, non-governmental organizations and the entire citizenry of pilot locations as end users.

Key words: UrbanBlueHealth, INTERREG Central Europe, urban surface waters, health risk

Fauna ptica starih rukavaca srednjeg toka Dunava u Hrvatskoj – područje istraživanja Lorenzov dunavac

IVAN DAMJANOVIĆ^{1,2}, DRAGAN PRLIĆ³

¹ Nastavni zavod za javno zdravstvo Osječko-baranjske županije, Drinska 8, Osijek

² MEDIATRIX VITAE, obrt za savjetovanje i edukaciju, vl. Ivan Damjanović,
Antuna Kanižlića 44, Osijek

³ TRAGOPOGON, obrt za savjetovanje i edukaciju, vl. Dragan Prlić, Donji Meljani 92c,
Donji Meljani, Slatina

Dopisni autor: ivan.damjanovic8@gmail.com

Sažetak

Lorenzov dunavac stari je tok Dunava koji je u prošlosti predstavljao dio glavnog toka. Uslijed prirodnih procesa meandriranja i taloženja sedimenta te regulacijskih radova uređenja plovnog puta na Dunavu, početkom prošlog stoljeća izgubio je povezanost s matičnim koritom rijeke. Danas rukavcem samo za vrijeme visokog vodostaja protječu vode Dunava. Dunav se na ovom području širio poplavnom ravnicom i račvao na nekoliko tokova koji su se ponovno spajali čineći iznimno bogatu poplavnu ravninu. Područje istraživanja dio je ekološke mreže Natura 2000, Područje očuvanja značajno za ptice (POP) HR1000016 Podunavlje i donje Podravlje. Područje karakteriziraju različiti riječni, močvarni i šumski kompleksi staništa s brojnim rukavcima, sprudovima, strmim riječnim obalama, barama i manjim prirodnim kanalima. Područje istraživanja dio je UNESCO-vog prvog petodržavnih prekograničnog rezervata biosfere „Mura –Drava –Dunav“. Provedeno je sezonsko praćenje faune ptica kako bi se utvrdio kvalitativni i kvantitativni sastav zajednice. Terenska istraživanja provedena su tijekom 2024. godine u periodu od zimskog prebrojavanja ptica močvarica (siječanj 2024.), preko sezone gniježđenja (travanj-lipanj) do jesenske migracije ptica (kolovoz-listopad). Inicijalno je napravljeno rekognosciranje terena na temelju kojeg su uspostavljeni linijski transekti i stajne točke za provedbu istraživanja. Rezultati su pokazali prisutnost 60 vrsta ptica. Zabilježeno je ukupno 18 ciljnih vrsta područja ekološke mreže od kojih su najznačajnije vodomar (*Alcedo atthis*), žuta čaplja (*Ardeola ralloides*), sova močvarica (*Asio flammeus*), velika bijela čaplja (*Ardea alba*), crna roda (*Ciconia nigra*), eja močvarica (*Circus aeruginosus*), štekavac (*Haliaeetus albicilla*), crvenoglavi djetlić (*Leiopicus medius*) i bukoč (*Pandion haliaetus*). Od ukupnog broja zabilježenih vrsta gotovo sve (N=57) su gnjezdarice (95 %), 27 je stanarica (45 %), 33 su selice (55 %) i 3 vrste su zimovalice (5 %). Prema Crvenoj knjizi ptica Hrvatske u najmanje zabrinjavajuću kategoriju (LC) pripada 45

vrsta (75 %), dok su po 4 vrste (6,67 %) u kategorijama ranjivih (VU), neodređenih (NA) i gotovo ugroženih (NT). Tri vrste su u kategoriji ugroženih (EN). Zabilježeno je ukupno 38 strogo zaštićenih vrsta (63,33 %). Prema objedinjenim rezultatima može se zaključiti da je područje istraživanja Lorenzov dunavac iznimno važna lokacija za faunu ptica u cjelini, kako za gniježđenje i podizanje ptica, tako i za hranjenje, odmor tijekom migracija, zimovanje, ali i druge životne aktivnosti i cikluse.

Ključne riječi: Dunav, Lorenzov dunavac, riječni ekosustav, fauna ptica, praćenje stanja, Natura 2000

The bird fauna of the old oxbows of the Middle Danube in Croatia – study site Lorenz oxbow lake

IVAN DAMJANOVIĆ^{1,2}, DRAGAN PRLIĆ³

¹ Teaching Institute of Public Health of the Osijek-Baranja County, Drinska 8, Osijek, Croatia

² MEDIATRIX VITAE, Consulting and Education Trade, owner Ivan Damjanović,
Antuna Kanižlića 44, Osijek, Croatia

³ TRAGOPOGON, Consulting and Education Trade, owner Dragan Prlić, Donji Meljani 92c,
Donji Meljani, Slatina, Croatia

Corresponding author: ivan.damjanovic8@gmail.com

Abstract

The Lorenz oxbow is an old Danube course that was once part of the main river stream. Due to natural processes of meandering, as well as regulatory works to improve the waterway on the Danube at the beginning of the 20th century, it lost its connection with the main riverbed. Today, the Danube flows through the oxbow only during high water levels. In this area, the Danube spread across the floodplain and expanded into several streams that merged back into one stream, forming an exceptionally rich floodplain. The research area is part of the Natura 2000 ecological network and is designated as Special Protection Area (SPA) HR1000016 Podunavlje i donje Podravlje. The area is characterized by various riverine, wetland and forest habitat with numerous oxbows, oxbow lakes, sandbanks, steep river banks, ponds and natural channels. The research area is part of UNESCO's first five-country transboundary biosphere reserve "Mura- Drav- Danube". Seasonal monitoring of bird fauna has been conducted to determine the qualitative and quantitative composition of the bird fauna. Field research was conducted during 2024 in the period from the bird winter counting (January 2024), through the nesting season (April-June) to the autumn migration of birds (August-October). Reconnaissance-level field survey was conducted as a basis on which linear transects and counting points were established.

The results showed the presence of 60 bird species. A total of 18 species of the ecological network Natura 2000 were recorded, the most significant of which are the kingfisher (*Alcedo atthis*), the squacco heron (*Ardeola ralloides*), the short-eared owl (*Asio flammeus*), the great egret (*Ardea alba*), the black stork (*Ciconia nigra*), the marsh harrier (*Circus aeruginosus*), the white-tailed eagle (*Haliaeetus albicilla*), the middlespotted woodpecker (*Leiopicus medius*) and the osprey (*Pandion haliaetus*). Of the total number of recorded species, almost all (N=57) are nesting (95%), 27 are residents (45%), 33 are migrants (55%) and 3 species

are wintering (5%). According to the Red Book of Croatian Birds, 45 species (75%) belong to the Least Concern category (LC), while 4 species (6.67%) are each in the Vulnerable (VU), Undetermined (NA) and Near Threatened (NT). Three species are considered endangered (EN). Also, a total of 38 strictly protected species (63.33%) were recorded. According to the obtained results, it can be concluded that the research area of the Lorenz oxbow is an extremely important location for the bird fauna in general, from nesting and raising chicks, to feeding, resting during migrations, wintering, but also for other life activities and cycles.

Key words: Danube, Lorenz oxbow, riverine ecosystem, bird fauna, biological monitoring, Natura 2000

Bioakustični monitoring raznolikosti ptica tijekom 2024. godine u Parku prirode „Kopački rit“

DENIS DEŽE¹, SINIŠA OZIMEC¹, IVAN PLAŠČAK¹, ANKICA SARAJLIĆ¹,
HELENA EREŠ¹, VLATKO ROŽAC², MARIJA VEREŠ², MARIN ŠKORO², BORIS
BOLŠEC², LJUBICA ŠUNIĆ², DAMIR OPAČIĆ², HRVOJE DOMAZETOVIĆ², IVO
BAŠIĆ², IVANA MAJIĆ¹

¹ Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti
Osijek, Ulica Vladimira Preloga 1, Osijek

² Javna ustanova „Park prirode Kopački rit“, Mali Sakadaš 1, Kopačevo, Bilje

Dopisni autor: ddeze@fazos.hr

Sažetak

Klimatske promjene negativno utječu na bioraznolikost pogotovo u močvarnim područjima koji se smatraju jednim od najugroženijih ekosustava. Takva područja oblikovana su dinamikom sezonskog plavljenja te sadržavaju različita staništa koja su pogodna nastanjanju velikog broja različitih životinjskih vrsta. Kako bi se pratile promjene u takvim ekosustavima, potreban je konstantan monitoring koji je danas moguć upotrebom bioakustičnih uređaja. Takvi uređaji omogućuju monitoring velikog područja i u uvjetima kada tim područjima nije moguć pristup, primjerice prilikom visokog vodostaja. Ovakav oblik monitoringa omogućuje istovremeno proučavanje istraživanog područja i prikupljanje većeg broja podataka, koji se dalje mogu iskoristiti za praćenje promjena u ciljanom ekosustavu te bolje upravljanje područjem. Kako bi se podaci lakše analizirali sve se više koristi umjetna inteligencija koja na temelju stručnog inputa prepoznaje različite životinjske vrste i daje gotove podatke o njihovoj prostornoj distribuciji i dnevnim aktivnostima. Istraživačke aktivnosti provedene su u razdoblju od sredine travnja do kraja listopada 2024. u okviru projekta: „Wetland and Wildlife Monitoring Using Technology and Acoustics“ („WatchOut“) koji podupire tvrtka Huawei Technologies d.o.o. u okviru projekta: „Nature Guardian“ iz „Tech4All Global Initiative“ programa. Jedan od ključnih zadataka istraživanja je korištenje AI modela za prepoznavanje ciljnih vrsta na temelju prikupljenih bioakustičkih podataka. Podaci su prikupljeni na 100 lokacija koje su ravnomjerno raspoređene na području Parka prirode „Kopački rit“, te obuhvaćaju različita šumska, travnjačka, vodena, močvarna, te kultivirana staništa. Audiomoth uređaji korišteni u istraživanju, konfigurirani su da snimaju 1 minutu svakih 5 minuta tijekom 24 sata s frekvencijom uzorkovanja od 48 kHz pri srednjoj razini pojačanja u tri kruga snimanja po 10 dana. Tako konfigurirani uređaji generirali su 288 snimaka dnevno, veličine od 5.760 kB. Prikupljeni podaci

obrađeni su pomoću umjetne inteligencije kako bi dobili podatke o bioraznolikosti ptica. Nakon istraživanja prikupljeno je 1,629.714 audio zapisa čijom analizom je utvrđena raznolikost faune od 226 vrsta ptica, uključujući i značajni broj ugroženih i strogo zaštićenih vrsta. Analizom dobivenih podataka dobiven je uvid o brojnosti ptica u Kopačkom ritu, te njihovu rasprostranjenost po staništima. Ovakav način proučavanja bioraznolikosti kombinira tehnologiju s umjetnom inteligencijom što značajno ubrzava proces identifikacije životinjskih vrsta. Također analiza velikog broj audio zapisa može dati preciznije i točnije informacije o kretanju i rasprostranjenju životinjskih vrsta u Parku prirode "Kopački rit".

Ključne riječi: bioakustika, bioraznolikost, ekosustav, ptice, Kopački rit

Bioacoustic monitoring of bird diversity in 2024 in Kopački rit Nature Park

DENIS DEŽE¹, SINIŠA OZIMEC¹, IVAN PLAŠČAK¹, ANKICA SARAJLIĆ¹,
HELENA EREŠ¹, VLATKO ROŽAC², MARIJA VEREŠ², MARIN ŠKORO², BORIS
BOLŠEC², LJUBICA ŠUNIĆ², DAMIR OPAČIĆ², HRVOJE DOMAZETOVIĆ², IVO
BAŠIĆ², IVANA MAJIĆ¹

¹ Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek,
Ulica Vladimira Preloga 1, Osijek, Croatia

² Public Institution Nature Park Kopački rit, Mali Sakadaš 1, Kopačevo, Bilje, Croatia

Corresponding author: ddeze@fazos.hr

Abstract

Climate changes negatively affect biodiversity, especially in wetlands, which are considered one of the most endangered ecosystems. Such areas are shaped by the dynamics of seasonal flooding and contain different habitats that are suitable for a large number of different animal species. In order to monitor changes in such ecosystems, constant monitoring is required, which is now possible through the use of bioacoustic devices. Such devices enable monitoring of a large area even in conditions when these areas are not accessible, for example during high water levels. Also, this form of monitoring allows for the simultaneous study of the research area and the collection of a large amount of data, which can later be used to monitor changes in the target ecosystem and better manage the area. In order to make data analysis easier, artificial intelligence (AI) is increasingly being used, which, based on expert input, recognizes different animal species and provides data on their spatial distribution and daily activities. Research activities were carried out from mid-April to the end of October 2024 as part of the project: "Wetland and Wildlife Monitoring Using Technology and Acoustics" ("WatchOut"), supported by Huawei Technologies d.o.o. under the project: "Nature Guardian" from the "Tech4All Global Initiative" program. One of the key tasks of the research is the use of AI models to recognize target species based on the collected bioacoustic data. Research data was collected at 100 locations that are evenly distributed throughout the Kopački rit Nature Park, and encompass various forest, grassland, aquatic, wetland, and cultivated habitats. The Audiomoth devices used in the research were configured to record 1 minute every 5 minutes for 24 hours with a sampling rate of 48 kHz at a medium gain level in three recording cycles of 10 days each. The devices configured in this way generated 288 recordings per day, with a size of 5,760 kB. The collected data was processed using artificial intelligence to obtain data on bird biodiversity.

A total of 1,629,714 audio recordings were collected, analyses of which confirmed bird fauna diversity of 226 bird species, including a significant amount of threatened and strictly protected species. The analysis of the obtained data provided insight into the number of birds in Kopački rit, and their distribution across habitats. This method of studying biodiversity combines technology with artificial intelligence, which significantly speeds up the process of identifying animal species. Also, the analysis of such a large number of audio recordings can provide more precise and accurate information about the movement and distribution of animal species in Kopački rit Nature Park.

Key words: bioacoustics, biodiversity, ecosystem, birds, Kopački rit

Sedra u Slavoniji

MARKO DOBOŠ¹, MARIJA KOVAČEVIĆ², IVICA SAMARDIĆ², KRISTINA AŠENBRENER², ČASLAV SIKORA¹, DAVID HUŠKA², HRVOJE PETROVIĆ³, DARIO ŠIMUNIĆ⁴, KARLO MIKIĆ⁵, DOBRIVOJE BOGOJEVIĆ⁶, IVA GALIĆ²

¹ Javna ustanova „Park prirode Papuk“, Stjepana Radića 46, Velika

² Javna ustanova za upravljanje zaštićenim područjem Požeško-slavonske županije, Republike Hrvatske 1B, Požega

³ Trenkovo 36a, Velika

⁴ Hrvatske šume d.o.o. Šumarija Sirač, Ul. Stjepana Radića 45, Sirač

⁵ Bačin Dol 76, Cernik

⁶ Gornji Vrhovci b.b., Velika

Dopisni autor: markodo@yahoo.com

Sažetak

Sedra izgrađuje neke od najpoznatijih hrvatskih krajolika, poput Plitvičkih jezera, slapova Krke i Rastoka, no malo je poznato da takav stanišni tip postoji i u Slavoniji. Najpoznatiji i jedini istraživani lokalitet je slap Skakavac na Jankovcu, međutim terenska istraživanja pokazala su kako je broj sedrišta na ovom području znatno veći. Stoga je cilj ovoga istraživanja bio kartirati lokalitete u Slavoniji na kojima se pojavljuje ovaj stanišni tip. Proces stvaranja sedre vezan je za izvorišta i gornje tokove potoka koji se napajaju vodom koja protječe kroz karbonatne stijene i obogaćuju se otopljenim kalcijevim karbonatom, ključnim u sedrotvornom procesu. Od 2019. godine do danas pregledana su izvorišta i vodotoci vezani uz velike karbonatne komplekse pri čemu je evidentirano više od 60 lokaliteta na Papuku, Psunju, Požeškoj gori, Dilju i u Požeškoj kotlini. Broj se odnosi na aktivna sedrišta s prisutnim sedrotvornim organizmima, prvenstveno mahovinama, ali zabilježili smo i manji broj lokaliteta s neaktivnom sedrom. Pojedina karbonatna vrela s razvijenom sedrom pokazala su se kao staništa stenoendemičnih puževa roda *Graziana*, za koje su zabilježeni novi nalazi. Rezultati potvrđuju da je sedra u Slavoniji znatno rasprostranjenija nego što se pretpostavljalo te ističu važnost daljnjih istraživanja i mjera zaštite ovoga rijetkog i osjetljivog fenomena.

Ključne riječi: rijetka staništa, karbonatna vrela, endemi, *Graziana*

Tufa in Slavonia

MARKO DOBOŠ¹, MARIJA KOVAČEVIĆ², IVICA SAMARDIĆ², KRISTINA AŠENBRENER², ČASLAV SIKORA¹, DAVID HUŠKA², HRVOJE PETROVIĆ³, DARIO ŠIMUNIĆ⁴, KARLO MIKIĆ⁵, DOBRIVOJE BOGOJEVIĆ⁶, IVA GALIĆ²

¹ Public Institution Papuk Nature Park, Stjepana Radića 46, Velika, Croatia

² Public Institution for the Management of the Protected Area of Požega-Slavonia County, Republike Hrvatske 1B, Požega, Croatia

³ Trenkovo 36a, Velika, Croatia

⁴ Hrvatske šume d.o.o. Šumarija Sirač, Ul. Stjepana Radića 45, Sirač, Croatia

⁵ Bačin Dol 76, Cernik, Croatia

⁶ Gornji Vrhovci b.b., Velika, Croatia

Corresponding author: markodo@yahoo.com

Abstract

Tufa builds some of the most famous Croatian landscapes, such as the Plitvice Lakes, Krka waterfalls and Rastoke, but little is known that such a habitat type also exists in Slavonia. The most famous and only researched site is the Skakavac waterfall in Jankovac, however, field research has shown that the number of tufa sites in this area is significantly higher. Therefore, the goal of this research was to map the sites in Slavonia where this habitat type occurs. The process of tufa formation is related to springs and upper reaches of streams that are fed by water flowing through carbonate rocks and are enriched with dissolved calcium carbonate, which is key in the tufa formation process. From 2019 to today, springs and watercourses associated with large carbonate complexes have been examined, with more than 60 sites recorded on Papuk, Psunj, Požeška gora, Dilj and in the Požega valley. The number refers to active tufa deposits with tufa-forming organisms present, primarily mosses, but we also recorded a smaller number of sites with inactive tufa. Some carbonate springs with developed tufa have proven to be habitats for stenoendemic snails of the genus *Graziana*, for which new findings have been recorded. The results confirm that tufa in Slavonia is significantly more widespread than previously assumed and highlight the importance of further research and protection measures for this rare and sensitive phenomenon.

Key words: rare habitats, carbonate springs, endemics, *Graziana*

Interdisciplinarni pristupi očuvanju Kopačkoga rita

ANDREJA DORIĆ, NATAŠA MESIĆ MUHAREMI

Osnovna škola Darda, Školska 9, Darda

Dopisni autor: andreja.doric@skole.hr; natasa.mesic-muharemi@skole.hr

Sažetak

Park prirode „Kopački rit“ smješten je na ušću Drave u Dunav i predstavlja jedno od najznačajnijih poplavnih područja u Europi. Njegovu najveću vrijednost čini bogata bioraznolikost koja oblikuje složene hranidbene lance, a očuvanje svake „karike“ važno je za stabilnost ekosustava. Ekološke prijetnje poput klimatskih promjena, zagađenja i ljudskih aktivnosti, zahtijevaju inovativne pristupe očuvanju. U tome posebnu ulogu imaju digitalni alati i umjetna inteligencija koji omogućuju automatizirano prepoznavanje vrsta, analizu zvukova i slika te praćenje stanja faune bez invazivnih metoda. Ovaj rad prikazuje primjere iz obrazovne prakse u kojima su učenici istraživali bioraznolikost Kopačkoga rita koristeći digitalne alate, aplikacije i umjetnu inteligenciju. Aktivnosti uključuju izradu hranidbenih lanaca, monitoring ptičjih glasova aplikacijom BirdNET, mapiranje vrsta aplikacijom iNaturalist, analizu flore i faune uz pomoć AI, te projekte vezane uz održivi razvoj poput projekta „Izlij vodu da nas ne bodu“. Interdisciplinarni pristup povezuje biologiju, ekologiju, informatiku i održivi razvoj, potičući razvoj STEM vještina i ekološku pismenosti. Umjetna inteligencija u kontekstu očuvanja prirode sve više prelazi iz teorije u praksu. Automatizirani sustavi omogućuju precizniji i brži monitoring ekosustava, a u obrazovanju potiču kritičko razmišljanje i znanstveni pristup te se tako stvaraju temelji za nove generacije tehnološki pismenih i ekološki osviještenih mladih ljudi, što je ključno za budućnost očuvanja prirode.

Ključne riječi: digitalni alati, umjetna inteligencija, Kopački rit, očuvanje bioraznolikosti, STEM

Interdisciplinary approaches to Kopački rit conservation

ANDREJA DORIĆ, NATAŠA MESIĆ MUHAREMI

Primary School Darda, Školska 9, Darda, Croatia

Corresponding author: andreja.doric@skole.hr; natasa.mesic-muharemi@skole.hr

Abstract

Kopački rit Nature Park is located at the confluence of the Drava and Danube rivers and is one of the most significant floodplain areas in Europe. Its greatest value lies in its rich biodiversity, which shapes complex food chains, where the preservation of every "link" is essential for ecosystem stability. Ecological threats such as climate change, pollution, and human activities require innovative approaches to conservation. Digital tools and artificial intelligence play a special role by enabling automated species recognition, sound and image analysis, and non-invasive monitoring of fauna. This paper presents examples from educational practice in which students explored the biodiversity of Kopački rit using digital tools, applications, and artificial intelligence. Activities included the creation of food chains, bird song monitoring through the BirdNET application, species mapping with iNaturalist, flora and fauna analysis with the help of AI, and sustainability-related projects such as "Pour Out Water so Mosquitoes Don't Breed." The interdisciplinary approach connects biology, ecology, computer science, and sustainable development, encouraging the development of STEM skills and ecological literacy. Artificial intelligence in the context of nature conservation is increasingly moving from theory into practice. Automated systems allow more precise and faster ecosystem monitoring, while in education they foster critical thinking and a scientific approach. In this way, the foundation is laid for new generations of young people who are both technologically literate and environmentally aware, which is crucial for the future of nature conservation.

Key words: digital tools, artificial intelligence, Kopački rit, biodiversity conservation, STEM

Park prirode „Kopački rit“ kao socio–ekološki sustav: Društvena dimenzija upravljanja

KRUNOSLAVA DUKA^{1*}, SAŠA DUKA^{1,2*}

¹ Osnovna škola Ladimirevci, Đuke Maričića-Munje 21, Ladimirevci, Valpovo

² Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet za odgojne i obrazovne znanosti, Cara Hadrijana 10, Osijek (*doktorand doktorskog studija Obrazovne znanosti i perspektive obrazovanja)

Dopisni autor: kduka@foozos.hr; sduka@foozos.hr

Sažetak

Park prirode „Kopački rit“ jedno je od najvećih europskih močvarnih područja, poznato po iznimnoj bioraznolikosti. Upravljanje područjem već uključuje elemente socio–ekološkog pristupa (SES): donesene su upravljačke smjernice, provedene participativne radionice te su kroz projekte jačani kapaciteti i suradnja s lokalnom zajednicom. Ipak, u dostupnim dokumentima društvena je dimenzija manje jasno prikazana kroz mjerljive pokazatelje, što otvara prostor za teorijsku analizu u SES okviru. U posteru se razmatra nekoliko međusobno povezanih pitanja. Promišlja se na koji bi se način sudjelovanje dionika moglo pratiti kroz indikatore koji odražavaju njihov utjecaj na upravljačke odluke, kako se relacijske vrijednosti prostora i društveni kapital mogu sagledati kao potencijalni resursi otpornosti zajednice te na koje bi se načine tradicijske prakse, poput ribarstva, mogle uključiti u suvremene režime zaštite. Namjera je postera predložiti konceptualni okvir pokazatelja društvene dimenzije SES-a i potaknuti raspravu o mogućnostima unaprjeđenja transparentnosti i učenja u upravljanju Kopačkim ritom.

Ključne riječi: društvena dimenzija zaštite prirode, participativno upravljanje, socio–ekološki sustavi (SES)

Kopački rit Nature Park as a socio–ecological system: The social dimension of management

KRUNOSLAVA DUKA^{1*}, SAŠA DUKA^{1,2*}

¹ Primary School Ladimirevci, Duke Maričića-Munje 21, Ladimirevci, Valpovo, Croatia

² Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Education, Cara Hadrijana 10, Osijek, Croatia (*PhD student of Doctoral Program in Educational Sciences and Perspectives of Education)

Corresponding author: kduka@foozos.hr; sduka@foozos.hr

Abstract

Kopački Rit Nature Park is one of the most extensive wetlands in Europe, recognised for its exceptional biodiversity. Management already reflects elements of a socio–ecological systems (SES) approach: management guidelines have been adopted, participatory workshops have been conducted, and capacities have been strengthened through projects in cooperation with the local community. Yet, in the available documents, the social dimension is less clearly represented through measurable indicators, which opens up space for theoretical analysis within the SES framework. The poster reflects on several related questions. It considers how stakeholder participation might be conceptualised through indicators of its influence on management decisions, how relational values of place and social capital can be viewed as potential resources of community resilience, and in what ways traditional practices, such as fishing, could be incorporated into contemporary conservation frameworks. The intention is to propose a conceptual framework of indicators for the social dimension of SES and to stimulate discussion on enhancing transparency and learning in the management of Kopački rit.

Key words: participatory governance, social dimension of management, socio–ecological systems (SES)

Važnost zelenog socijalnog rada i obrazovanja u postizanju održivog suživota s okolišem

ANA ĐANIĆ ČEKO, MATEA NOVAK*

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Pravni fakultet Osijek, Katedra upravnog prava i znanosti, Zelena pravna klinika, Ulica Stjepana Radića 13, Osijek (*studentica sveučilišnog diplomskog studija Socijalni rad)

Dopisni autor: adjanic@pravos.hr

Sažetak

Zeleni socijalni rad predstavlja inovativni pristup profesije socijalnog rada koji stavlja naglasak na značajnost uspostavljanja pojedinačevog održivog suživota s okolišem. Prema tome, ovaj pristup objašnjava kako uobičajene navike ljudi utječu na prirodu i okoliš. Cilj ovog rada je naglasiti važnost obrazovanja kroz zeleni socijalni rad, kao i prikazati primjere dobre prakse Zelene pravne klinike. U ovome segmentu, ističu se aktivnosti kroz rad u Zelenoj pravnoj klinici pomoću kojih studenti svoje teorijsko znanje o važnosti uspostavljanja održivosti, zaštite okoliša i prirode primjenjuje u praktičnoj izvedbi. Shodno navedenom, u današnje vrijeme proživljavamo brojne klimatske oscilacije, onečišćenja zraka, narušavanja bioraznolikosti koje itekako imaju snažan učinak na kvalitetu života. Važno je naglasiti da ranjive osobe unutar društva pripadaju jednima od najpogođenijih skupina ovim izazovima, a što polazi od toga da učestalo nemaju jednaki pristup resursima usporedno sa širom populacijom. Ovako formulirana problematika otkriva korelaciju između socijalnih i ekonomskih segmenata. Za uspostavljanje održivog suživota s okolišem potrebno je primarni fokus staviti na obrazovni proces. Takvo pristupanje olakšat će uspostavu adekvatnog balansa, koji će usmjeriti pojedince prema preoblikovanju svakodnevnih životnih navika koje negativno utječu na prirodu i okoliš. Obrazovni proces ima veliku ulogu u podizanju razine svijesti i znanja društva o održivom razvoju, uz istodobno naglašavanje posljedica što će biti ako se djeluje suprotno od preporuka. Za stvaranje promjene potrebno je izgraditi otpornost zajednice prema prakticiranju negativnih ponašajnih obrazaca koji bi doveli do osporavanja postizanja održivosti. Stoga, naglasak treba staviti na aktivnu participaciju društva pri adresiranju izazova po ekosustave. Shodno navedenom, obrazovanje nije samo stjecanje teorijske podloge, već zahtjeva i društveni angažman svakog pojedinca kako bi se stvorio globalni sveobuhvatni okvir održivog razvoja.

Ključne riječi: zeleni socijalni rad, obrazovanje, održivost, zaštita okoliša, participacija

The importance of green social work and education in achieving sustainable coexistence with the environment

ANA ĐANIĆ ČEKO, MATEA NOVAK*

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Law Osijek, Chair of Administrative Law and Science, Green Legal Clinic, Ulica Stjepana Radića 13, Osijek, Croatia (*student of the University graduate study Social Work)

Corresponding author: adjanic@pravos.hr

Abstract

Green Social Work represents an innovative approach within the social work profession that emphasizes the significance of establishing an individual's sustainable coexistence with the environment. Accordingly, this approach explains how people's common habits affect nature and the environment. This paper aims to highlight the importance of education through green social work and also to present examples of good practice from the Green Legal Clinic. This section highlights the activities through work in the Green Legal Clinic, which allows students to put their theoretical knowledge of sustainability, nature and environmental protection into practice. Accordingly, today we are experiencing numerous climate oscillations, air pollution, and biodiversity loss, which have a strong impact on the quality of life. It is important to highlight that vulnerable members of society are among the most affected by these challenges, due to their often limited access to resources compared to the wider population. The issue formulated in this way reveals the correlation between social and economic segments. To establish a sustainable coexistence with the environment, primary focus must be placed on the educational process. This approach will facilitate the creation of an adequate balance, directing individuals toward modifying everyday behaviours that adversely affect nature and the environment. The educational process plays a crucial role in enhancing societal awareness and understanding of sustainable development, while concurrently highlighting the potential consequences of disregarding recommended guidelines. To create change, it is necessary to build community resilience against practicing harmful behavioural patterns that would hinder the achievement of sustainability. Therefore, emphasis should be placed on the active participation of society in addressing ecosystem challenges. Accordingly, education is not merely the acquisition of theoretical knowledge because it also requires the social engagement of each individual in order to create a comprehensive global framework for sustainable development.

Key words: green social work, education, sustainability, environmental protection, participation

„Šišmiš patrola“ – projekt ZOO vrta Osijek i Javne ustanove „Park prirode Kopački rit“

TATJANA ELEZ

Unikom d.o.o. Osijek, ZOO vrt Osijek, Tvrdavica 1, Osijek

Dopisni autor: tatjana.elez@unikom.ht

Sažetak

Odlična suradnja koja između ZOO vrta Osijek i Javne ustanove „Park prirode Kopački rit“ traje dugi niz godina, u posljednje je vrijeme, na radost obaju ustanova, još više intenzivirana.

Prošle godine na ovom istom simpoziju govorili smo o Oporavilištu Zoološkog vrta u Osijeku, u kojemu zbrinjavamo strogo zaštićene divlje životinje, a među kojima je dobar dio ptica (sove ušare, škanjci, orlovi štekavci) baš iz Kopačkog rita, te ih, nakon procesa pružanja veterinarske skrbi i stjecanja potrebnih uvjeta, vraćamo u prirodu s približno iste lokacije na kojoj je pronađena. Reintrodukciju u pravilu obavljamo u suradnji s djelatnicima Javne ustanove „park prirode Kopački rit“. U rujnu prošle godine pokrenuli smo novi projekt pod zanimljivim nazivom „Šišmiš patrola“, a koji će trajati dvije godine. Riječ je o edukativnom obilasku osnovnih škola i dječjih vrtića s ciljem promoviranja zaštite šišmiša. Do sada smo obišli osnovne škole August Šenoa, Antuna Mihanovića, Fakultet za odgojne i obrazovne znanosti u Osijeku, Mađarski dječji vrtić i kulturni centar „U Lisztovoj“ u Belom Manastiru, osnovnu školu i Dječji vrtić Korođ, osnovnu školu Laslovo, te osnovnu školu Šećerana područnu školu Petlovac. O značaju šišmiša u prirodi djeci su tumačile voditeljica prodaje Varja Guttert i stručna savjetnica za rad na projektima - biologinja Ivančica Jurčević Agić, te Tatjana Elez, edukatorica osječkog ZOO vrta. Pored interaktivnog predavanja, mališani su se upoznali i s izgledom i potrebom postavljanja kućice za šišmiše u prirodi, te su ih uz pomoć naših majstora, i izrađivali. Kućice su, kao dar ZOO vrta Osijek, postavljene u školskom parku. S obzirom da je ova radionica poučna djeci i korisna šišmišima, isti projekt planiramo provesti i u ostalim predškolskim ustanovama i osnovnim školama na području Osječko baranjske županije. Cilj „Šišmiš patrola“ je i monitoring šišmiša u naseljenim mjestima, odnosno je prikupljanje podataka o njihovoj brojnosti, rasprostranjenosti i korištenju staništa kako bi se utvrdile potrebe za zaštitom te razvile učinkovite mjere za očuvanje ovih važnih sisavaca i njihovih ekosustava, kao i podizanje svijesti javnosti o njihovoj ulozi. I ZOO vrt i Javna ustanova „Park prirode Kopački rit“ su do sada uspješno zasebno organizirali manifestacije „Međunarodna noć šišmiša“ i „Šišmišijada“, no, početkom rujna ove godine, prvi put je zajednički organizirana Međunarodna noć šišmiša u ZOO vrtu Osijek, koja

je privukla gotovo 400 posjetitelja. To samo svjedoči o interesu javnosti za zaštitu šišmiša, a na čemu obje ustanove planiraju nastaviti partnerski raditi.

Ključne riječi: zaštita šišmiša, edukativni program, monitoring, Kopački rit, ZOO Osijek

„Bat patrol“ – project between the Osijek ZOO vrsta and Public Institution Kopački rit Nature Park

TATJANA ELEZ

Unikom Ltd. Osijek, ZOO Osijek, Tvrdavica 1, Osijek, Croatia

Corresponding author: tatjana.elez@unikom.ht

Abstract

The excellent cooperation between the Osijek ZOO and the Public Institution Kopački Rrt Nature Park has been going on for many years, and has recently intensified, to the delight of both institutions. Last year, at this same symposium, we spoke about the Osijek Zoo Rehabilitation Center, where we take care of strictly protected wild animals, among which a good number of birds (tawny owls, skuas, white-tailed eagles) are from Kopački Rit. After providing veterinary care and providing the necessary conditions, we return them to nature from approximately the same location where they were found. Reintroduction is usually carried out in cooperation with the employees of the Public Institution Kopački rit Nature Park. In September 2024, we launched a new project under the interesting name “Bat Patrol”, which will last two years. This is an educational tour of primary schools and kindergartens with the aim of promoting the protection of bats. So far, we have visited the Primary Schools August Šenoa and Antun Mihanović, the Faculty of Educational Sciences in Osijek, the Hungarian Kindergarten and Cultural Center “U Lisztovaja” in Beli Manastir, the Primary School Korođ and Kindergarten, the Primary School Laslovo, and the Primary School Šećerana, Branch School Petlovac. The importance of bats in nature was explained to the children by sales manager Varja Guttert and expert advisor for project work - biologist Ivančica Jurčević Agić, and Tatjana Elez, an educator at the Osijek ZOO. In addition to the interactive lecture, the children also learned about the appearance and need for setting up bat houses in nature, and with the help of our craftsmen, they made them. The houses, as a gift from the Osijek ZOO, were placed in the school park. Given that this workshop is educational for children and beneficial for bats, we plan to implement the same project in other preschool institutions and elementary schools in the Osijek-Baranja County. The goal of the “Bat Patrol” is also to monitor bats in populated areas, i.e. to collect data on their number, distribution and use of habitats in order to determine the need for protection and develop effective measures for the preservation of these important mammals and their ecosystems, as well as to raise public awareness of their role. Both the ZOO and Public institution Kopački rit Nature Park have so far successfully organized the

“International Bat Night” and “Bat Festival” events separately, but at the beginning of September this year, the International Bat Night was jointly organized for the first time at the Osijek ZOO, which attracted almost 400 visitors. This only testifies to the public’s interest in bat protection, which both institutions plan to continue working on in partnership.

Key words: bat conservation, educational program, monitoring, Kopački rit, ZOO Osijek

Utvrđivanje vrsta vodenjaka analizom okolišne DNA

**FRAN FIŠER¹, NIKOLINA BEK¹, TOMISLAV MANDIR², MARIN ŠKORO³,
KRISTINA ROMANJEK³, MATEJ MARUŠIĆ⁴, LIDIJA KALINIĆ¹, ALMA
MIKUŠKA¹**

¹ Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Cara Hadrijana 8/A, Osijek

² Javna ustanova Agencija za upravljanje zaštićenim prirodnim vrijednostima na području Osječko-baranjske županije, Županijska 4/III, Osijek

³ Javna ustanova „Park prirode Kopački rit“, Mali Sakadaš 1, Kopačevo, Bilje

⁴ DANUBEPARKS - Mreža zaštićenih područja na rijeci Dunav, Orth Schloss, Orth an der Donau, Austrija

Dopisni autor: fran.fiser@biologija.unios.hr

Sažetak

Analiza okolišne DNA omogućuje pouzdano i neinvazivno otkrivanje vrsta vodenjaka u njihovim prirodnim staništima. Rasprostranjenost vodenjaka u Republici Hrvatskoj nedovoljno je poznata, dok je njegovo stanište podložno ugrožavanju uslijed hidromorfoloških promjena i antropogenih utjecaja. Cilj ovog istraživanja bio je primjenom okolišne DNA (eDNA) utvrditi prisutnost dunavskog vodenjaka (*Triturus dobrogicus* Kiritzescu, 1903) u jezeru Mali Sakadaš, smještenog u Parku prirode „Kopački rit“. Osim toga, ispitala se mogućnost detekcije vrste pomoću odabrane metode za analizu eDNA. Metoda se sastojala od filtracije uzoraka vode iz jezera, izolacije DNA u laboratorijskim uvjetima, amplifikiranja željenih fragmenata DNA pomoću specifičnih početnica metodom lančane reakcije polimeraze (PCR), te prikazivanja fragmenata elektroforezom na 2 % agaroznom gelu. Rezultati istraživanja pokazali su kako u prikupljenim uzorcima nije potvrđena prisutnost dunavskog vodenjaka. Takav ishod može se pripisati činjenici da u protokolu nije korišten Real-time PCR (qPCR), što je osjetljivija i češće korištena tehnika za analizu eDNA te bi se rezultate trebali ponoviti koristeći qPCR. Osim toga, može značiti da vrsta u trenutku uzorkovanja nije bila prisutna, da je populacija malobrojna i time nedetektabilna, ili da odabrani lokalitet ne predstavlja trajno stanište za ovu vrstu. Unatoč negativnim rezultatima, istraživanje potvrđuje da se analiza okolišne DNA može koristiti kao pouzdan alat u monitoringu vodozemaca i ostalih semiakvatičnih organizama. Metoda omogućuje neinvazivno prikupljanje podataka o rasprostranjenosti i može doprinijeti razvoju učinkovitijih programa zaštite i očuvanja biološke raznolikosti Kopačkog rita. U budućim istraživanjima preporučuje se kombinacija analize okolišne DNA s tradicionalnim metodama praćenja kako bi se dobila potpunija slika o stanju

populacija dunavskog vodenjaka i drugih osjetljivih vrsta te uporaba osjetljivijih laboratorijskih metoda.

Ključne riječi: dunavski vodenjak, *Triturus dobrogicus*, okolišna DNA, PCR, Mali Sakadaš, rasprostranjenost

Identification of newt species using environmental DNA analysis

FRAN FIŠER¹, NIKOLINA BEK¹, TOMISLAV MANDIR², MARIN ŠKORO³,
KRISTINA ROMANJEK³, MATEJ MARUŠIĆ⁴, LIDIJA KALINIĆ¹, ALMA
MIKUŠKA¹

¹ Josip Juraj Strossmayer University of Osijeku, Department of Biology, Cara Hadrijana 8/A, Osijek, Croatia

² Public Institution Agency for the Management of Protected Natural Values in Osijek-Baranja County, Županijska 4/III, Osijek, Croatia

³ Public Institution Nature Park Kopački rit , Mali Sakadaš 1, Kopačevo, Bilje, Croatia

⁴ DANUBE PARKS – Danube River Network of Protected Areas, Orth Schloss, Orth an der Donau, Austria

Corresponding author: fran.fiser@biologija.unios.hr

Abstract

Environmental DNA (eDNA) analysis provides a reliable and non-invasive approach for detecting newt species in their natural habitats. The distribution of newts in the Republic of Croatia remains insufficiently documented, while their habitats are increasingly threatened by hydromorphological changes and anthropogenic pressures. This study aimed to assess the presence of the Danube crested newt (*Triturus dobrogicus* Kiritzescu, 1903) in Lake Mali Sakadaš, located within Kopački rit Nature Park, using eDNA analysis. In addition, the study evaluated the applicability of the selected eDNA method for species detection. The procedure included filtration of lake water samples, laboratory DNA isolation, amplification of target DNA fragments with species-specific primers through polymerase chain reaction (PCR), and visualization of fragments via agarose gel electrophoresis. The results of the study showed that the presence of the Danube crested newt was not confirmed in the collected samples. This outcome may be attributed to the fact that Real-time PCR (qPCR), a more sensitive and commonly applied technique for eDNA analysis, was not employed in the protocol, and therefore, the results should be repeated using qPCR. Moreover, it may indicate that the species was not present at the time of sampling, that the population size was too small to be detected, or that the selected locality does not represent a permanent habitat for this species. Despite negative results, the study highlights the potential of eDNA analysis as a reliable tool for monitoring amphibians and other semi-aquatic organisms. The method enables non-invasive collection of distributional data and may contribute to the development of more effective conservation and management programs for the biodiversity of Kopački rit. Future research should combine eDNA approaches with traditional monitoring techniques to obtain a

more comprehensive understanding of population status, as well as employ more sensitive molecular methods to improve detection efficiency.

Key words: Danube crested newt, *Triturus dobrogicus*, eDNA, PCR, Lake Mali Sakadaš, distribution

Kopački rit kao prirodna učionica: implementacija novog kurikula Prirodoslovlje u nižim razredima osnovne škole kroz iskustveno učenje

OKTAVIJA FLANJAK

Osnovna škola „Grigor Vitez“ Osijek, Korčulanska 1, Osijek

Dopisni autor: oktavijaf@gmail.com

Sažetak

Uvođenje novog kurikula *Prirodoslovlje* za niže razrede osnovne škole predstavlja važan iskorak u oblikovanju suvremenog pristupa nastavi prirodoslovnih sadržaja. Kurikul naglašava istraživačko učenje, razvoj kompetencija održivog razvoja te snažnije povezivanje učenika s lokalnom zajednicom i prirodnim okruženjem. Park prirode „Kopački rit“, kao jedan od najočuvanijih močvarnih ekosustava u Europi i zaštićeno područje od međunarodne važnosti, nudi izuzetne mogućnosti za ostvarivanje navedenih ciljeva kroz iskustveno, terensko i projektno učenje. Ovaj posterski rad polazi od analize odabranih odgojno-obrazovnih ishoda i udžbeničkih sadržaja prirodoslovlja za niže razrede osnovne škole, s naglaskom na njihovu povezanost s ekološkim i edukativnim potencijalom Kopačkog rita. Poseban naglasak stavljen je na prikaz konkretnih prijedloga nastavnih aktivnosti u obliku terenske nastave, projektnog rada i istraživačkog učenja, kojima se omogućuje aktivna uloga učenika u procesu konstruiranja znanja. Razmatra se uloga cjelodnevne nastave kao važnog čimbenika u sustavnom planiranju i provedbi ovakvih aktivnosti, pri čemu se učenicima osigurava dovoljno vremena za refleksiju, integraciju znanja i razvoj kritičkog mišljenja. Cilj rada jest pokazati na koji se način odgojno-obrazovni ishodi kurikula, poput razumijevanja staništa i životnih zajednica, kruženja tvari u prirodi te važnosti očuvanja bioraznolikosti, mogu konkretizirati i unaprijediti primjenom prirodnih resursa u neposrednoj blizini škole. Time se dodatno potiče razvoj znanstvene pismenosti, ekološke svijesti i aktivnog građanstva kod učenika nižih razreda. Naglašava se da lokalno prirodno okruženje, u ovom slučaju Kopački rit, predstavlja vrijedan resurs za kvalitetnu implementaciju kurikula *Prirodoslovlje*, čime se ostvaruje integracija teorijskog znanja s praktičnim iskustvom te doprinosi razvoju održivog odgoja i obrazovanja.

Ključne riječi: kurikulum Prirodoslovlje, cjelodnevna nastava, održivi razvoj, Kopački rit, iskustveno učenje

Kopački rit as a natural classroom: Implementation of the new science curriculum in lower primary grades through experiential learning

OKTAVIJA FLANJAK

Primary School „Grigor Vitez“, Korčulanska 1, Osijek, Croatia

Corresponding author: oktavijaf@gmail.com

Abstract

The introduction of the new *Science* curriculum for lower primary grades represents an important step forward in shaping a contemporary approach to teaching natural science content. The curriculum emphasizes inquiry-based learning, the development of sustainable development competences, and a stronger connection between students, the local community, and the natural environment. Kopački rit Nature Park, as one of the best-preserved wetland ecosystems in Europe and a protected area of international significance, offers exceptional opportunities for achieving these goals through experiential, field, and project-based learning.

This poster presentation is based on an analysis of selected learning outcomes and textbook content in *Science* for lower primary grades, with a focus on their correlation with the ecological and educational potential of Kopački rit. Special emphasis is placed on presenting concrete proposals for teaching activities in the form of fieldwork, project-based tasks, and inquiry-based learning, which allow students to take an active role in the process of constructing knowledge. Furthermore, the role of full-day school is considered as an important factor in the systematic planning and implementation of such activities, providing students with sufficient time for reflection, knowledge integration, and the development of critical thinking skills. The aim of the paper is to demonstrate how the curriculum learning outcomes—such as understanding habitats and life communities, nutrient cycles in nature, and the importance of biodiversity conservation—can be concretized and enhanced through the use of natural resources in the immediate school surroundings. In doing so, the development of scientific literacy, ecological awareness, and active citizenship among lower primary school students is further encouraged. It is emphasized that the local natural environment, in this case Kopački rit, represents a valuable resource for the successful implementation of the *Science* curriculum, enabling the integration of theoretical knowledge with practical experience and contributing to the development of sustainable education.

Key words: Science curriculum, full-day school, sustainable development,
Kopački rit, experiential learning

Kora banane kao izvor fenolnih antioksidansa: Usporedba s drugim biljnim uzorcima

MARTA FRLIN, PETRA BALENOVIĆ, IVANA ŠOLA, DARIA GMIŽIĆ, GORDANA RUSAK

Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Horvatovac 102a, Zagreb

Dopisni autor: marta.frlin@biol.pmf.hr

Sažetak

Najčešća primjena kore banane (*Musa* sp.) je za kompostiranje i izradu biognojiva jer je poznato da je bogata esencijalnim biljnim nutrijentima, kalijem i fosforom. U ovom radu spektrofotometrijski smo usporedili udio fenolnih spojeva i antioksidacijski kapacitet kore banane s najčešće konzumiranim voćem i povrćem. Kora banane i naranča (*Citrus x sinensis*) imale su i najveći udio ukupnih fenola (21.62 ± 7.16 mg GAE/g suhe mase (sm) i 12.33 ± 2.45 mg GAE/g sm), dok je u mrkvi (*Daucus carota*) zabilježen najniži udio (0.88 ± 0.53 mg GAE/g sm). Ukupni flavonoidi su također najzastupljeniji u kori banane (37.36 ± 8.54 mg QE/g sm), a nakon toga u jabuci (*Malus domestica*) (12.63 ± 2.44 mg QE/g sm). Najveći antioksidacijski kapacitet, prema metodi ABTS, pokazao je uzorak kore banane (75.10 ± 4.54 % inhibicije), a nakon toga redom uzorci naranče (50.60 ± 8.24 % inhibicije), jabuke (37.57 ± 11.34 % inhibicije), brokule (*Brassica olearacea* var. *cymosa*) (27.28 ± 5.60 % inhibicije) i najniži je zabilježen za mrkvu (10.07 ± 4.80 % inhibicije) i luk (*Allium cepa*) (6.64 ± 2.34 % inhibicije). Rezultate metode FRAP karakterizira manja disperzija vrijednosti. Ekstrakti kore banane i naranče pokazali su najvišu sposobnost redukcije Fe^{3+} (redom 93.69 ± 4.05 % i 90.52 ± 8.35 %), dok je luk imao najnižu vrijednost (69.20 ± 13.53 %). Temeljem rezultata, zaključujemo da bi koru banane, osim kao značajan izvor kalija i fosfora, trebalo razmotriti i kao izvor fenolnih antioksidansa. Ovaj rezultat upućuje na značajan funkcionalni potencijal kore banane koji bi trebalo detaljnije analizirati i time pridonijeti održivosti i smanjenju biootpada.

Ključne riječi: ABTS, FRAP, ukupni fenoli, flavonoidi, spektrofotometrija

Banana peel as a source of phenolic antioxidants: Comparison with other plant samples

MARTA FRLIN, PETRA BALENOVIĆ, IVANA ŠOLA, DARIA GMIŽIĆ, GORDANA RUSAK

University of Zagreb, Faculty of Science, Division of Biology, Horvatovac 102a, Zagreb, Croatia

Corresponding author: marta.frlin@biol.pmf.hr

Abstract

The most common application of banana peel (*Musa* sp.) is for composting and bio-fertilizer production because it is known to be rich in essential plant nutrients, potassium and phosphorus. In this work, we compared spectrophotometrically the content of phenolic compounds and antioxidant capacity of banana peel with the most commonly consumed fruits and vegetables. Banana peel and orange (*Citrus x sinensis*) had the highest content of total phenols (21.62 ± 7.16 mg GAE/g dry matter (dm) and 12.33 ± 2.45 mg GAE/g dm), while carrot (*Daucus carota*) had the lowest content (0.88 ± 0.53 mg GAE/g dm). Total flavonoids were also most abundant in banana peel (37.36 ± 8.54 mg QE/g dry matter), followed by apple (*Malus domestica*) (12.63 ± 2.44 mg QE/g dry matter). The highest antioxidant capacity, according to the ABTS method, was shown by the banana peel sample ($75.10 \pm 4.54\%$ inhibition), followed by orange ($50.60 \pm 8.24\%$ inhibition), apple ($37.57 \pm 11.34\%$ inhibition), broccoli (*Brassica oleracea* var. *cymosa*) ($27.28 \pm 5.60\%$ inhibition), and the lowest was recorded for carrot ($10.07 \pm 4.80\%$ inhibition) and onion (*Allium cepa*) ($6.64 \pm 2.34\%$ inhibition). The results of the FRAP method are characterized by a smaller dispersion of values. Banana and orange peel extracts showed the highest Fe^{3+} reduction ability ($93.69 \pm 4.05\%$ and $90.52 \pm 8.35\%$, respectively), while onion had the lowest value ($69.20 \pm 13.53\%$). Based on the results, we conclude that banana peel, in addition to being a significant source of potassium and phosphorus, should also be considered as a source of phenolic antioxidants. This result indicates a significant functional potential of banana peel that should be analyzed in more detail and thus contribute to sustainability and biowaste reduction.

Key words: ABTS, FRAP, flavonoids, spectrophotometry, total phenols

Okolišni stres i metaboličke prilagodbe biljaka: Primjer brokule

MARTA FRLIN, IVANA ŠOLA

Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Horvatovac 102a, Zagreb

Dopisni autor: marta.frlin@biol.pmf.hr

Sažetak

Klimatske promjene uzrokuju brojne promjene u okolišu koje mogu negativno utjecati na rast i produktivnost biljaka. Neke od tih okolišnih promjena uključuju promjene u koncentracijama stakleničkih plinova, obrascima oborina, sve češću pojavu ekstremnih vremenskih događaja te globalni porast temperatura. Kako bi preživjele, biljke prilagođavaju svoj metabolizam, što rezultira promjenama u njihovom fitokemijskom profilu. Takve promjene u konačnici mogu utjecati na nutritivnu vrijednost biljaka. Analiziran je fitokemijski profil mikropovrća brokule (*Brassica oleracea* L. convar. *botrytis* (L.) Alef. var. *cymosa* Duch.) uzgojenog u trima temperaturnim režimima: pri niskoj temperaturi (*low temperature* – LT, 12 °C dan/7 °C noć), sobnoj temperaturi (*room temperature* – RT, 23° C dan/18 °C noć) i visokoj temperaturi (*high temperature* – HT, 38°C dan/33°C noć). Budući da je voda najčešći medij za konzumaciju, analizirani su upravo vodeni ekstrakti. Primjenom različitih spektrofotometrijskih metoda analiziran je utjecaj LT i HT na glukozinolate, fotosintetske pigmente, topive šećere i razinu vodikovog peroksida. Vodeni ekstrakti mikropovrća brokule uzgojenog pri LT sadržavali su značajno veću koncentraciju glukozinolata (40 %) u odnosu na kontrolnu skupinu uzgojenu pri RT. Suprotno tome, HT je dovela do smanjenja (-28 %) koncentracije glukozinolata. I LT i HT uzrokovale su smanjenje koncentracije klorofila a, klorofila b i porfirina, dok su istovremeno povećale koncentraciju karotenoida. Koncentracija topivih šećera porasla je tijekom oba temperaturna stresa, pri čemu je učinak HT bio izraženiji (74 % pri LT i 105 % pri HT). Razina vodikovog peroksida nije se značajno promijenila.

Ključne riječi: fitokemijski profil, klimatske promjene, metaboličke prilagodbe biljaka, mikropovrće brokule, temperaturni stres

Environmental Stress and Metabolic Adaptations of Plants: Example of Broccoli

MARTA FRLIN, IVANA ŠOLA

University of Zagreb, Faculty of Science, Division of Biology, Horvatovac 102a, Zagreb, Croatia

Corresponding author: marta.frlin@biol.pmf.hr

Abstract

Climate change causes various environmental shifts that can have a negative impact on plant growth and productivity. Some of these include changes in greenhouse gases concentrations, changes in precipitation patterns, increasing frequency of extreme weather events and rising global temperatures. In order to survive these challenges, plants adjust their metabolism, leading to changes in their phytochemical profile. These changes could subsequently alter the nutritional value of plants. We analyzed the phytochemical profile of broccoli (*Brassica oleracea* L. convar. *botrytis* (L.) Alef. var. *cymosa* Duch.) microgreens grown under three different temperature regimes: low temperature (LT, 12 °C day/7 °C night), room temperature (RT, 23° C day/18 °C night) and high temperature (HT, 38°C day/33°C night). Since water is a first choice for general consumption, we chose to analyze aqueous extracts. Using different spectrophotometric methods, we recorded the effect of LT and HT on glucosinolates, photosynthetic pigments, soluble sugars and hydrogen peroxide level. The results showed that aqueous extracts prepared from LT grown broccoli microgreens had significantly higher concentration of total glucosinolates (40%) than the control group grown under RT. On the other hand, HT decreased (-28%) the concentration of total glucosinolates. Both LT and HT decreased the concentration of chlorophyll a, chlorophyll b and porphyrins, while they increased the concentration of carotenoids. Soluble sugars were increased by both temperature stresses, with HT showing more pronounced effect (74% for LT and 105% for HT). Hydrogen peroxide level was not significantly changed.

Key words: broccoli microgreens, climate change, phytochemical profile, plant metabolic adaptation, temperature stress

Ekološki učinci mikroplastike na slatkovodni plankton s naglaskom na ispašu i smrtnost

ANITA GALIR, DUBRAVKA ŠPOLJARIĆ MARONIĆ, TENA MINARIK, FILIP STEVIĆ, TANJA ŽUNA PFEIFFER, MATEA DENT

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Cara Hadrijana 8/A, Osijek

Dopisni autor: agalir@biologija.unios.hr

Sažetak

Istraživanja učinka mikroplastike (MP) na zajednice slatkovodnih ekosustava posljednjih su godina u porastu. Međutim, većina istraživanja danas provodi se na pojedinačnim vrstama uzgojenima u laboratorijskim uvjetima pa ostaju neistraženi njihovi učinci na prirodnu biotičku zajednicu. Ovo istraživanje pratilo je utjecaj ekološki relevantnih koncentracija MP-a na prirodne zajednice zooplanktona i fitoplanktona uzorkovane u Sakadaškom jezeru (Park prirode „Kopački rit“). U fitoplanktonu su bile dobro zastupljene cijanobakterije, euglenofiti, kriptofiti, krizofiti, dijatomeje i zelene alge, a dominirale su svoje veličine 5-10 μm (51 %). U zajednici zooplanktona dominirali su kolnjaci i rašljoticalci s 96 % u ukupnoj brojnosti, te nauplii i kopepoditi među veslonošcima. Zooplankton je izložen tijekom 96 sati polietilenskim česticama MP-a tri veličinske kategorije: A (1-5 μm), B (27-32 μm) i C (45-53 μm). U skupini A, 34 % kolnjaka, 20 % rašljoticalca i 67 % veslonožaca je ingestiralo MP dok je u skupini B samo 2 % kolnjaka ingestiralo MP. U skupini C nije uočena ingestija. Smrtnost kolnjaka u skupini A ($7,69 \pm 0,31$ %) bila je slična kontrolnoj skupini ($6,67 \pm 0,76$ %). Međutim, smrtnost rašljoticalca bila je značajno veća u skupini A ($12,7 \pm 0,91$ %), nego u skupinama B i C, gdje je smrtnost bila manja od 3,5 %. Smrtnost veslonožaca nije uočena ni u jednoj skupini. Brojnost fitoplanktona bila je najveća u skupini A, gdje su unos MP-a i smrtnost rašljoticalca također bili najveći. Ovi rezultati ukazuju na smanjen pritisak hranjenja, koji omogućuje povećanje brojnosti fitoplanktona. Male veličinske kategorije MP-a (1–5 μm) zooplankton lakše unosi u organizam, što uzrokuje veće poremećaje hranjenja i preživljavanja, posebno kod rašljoticalca što može utjecati na ravnotežu zajednica slatkovodnog planktona, smanjiti ispašu fitoplanktona i narušiti funkciju ekosustava. Rezultati ističu ekološke rizike mikroplastike i važnost proučavanja njezinog utjecaja na razini zajednice.

Ključne riječi: fitoplankton, zooplankton, ingestija, onečišćenje okoliša, polietilen

Ecological effects of microplastics on freshwater plankton with focus on grazing and mortality

ANITA GALIR, DUBRAVKA ŠPOLJARIĆ MARONIĆ, TENA MINARIK, FILIP STEVIĆ, TANJA ŽUNA PFEIFFER, MATEA DENT

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Biology, Cara Hadrijana 8/A, Osijek, Croatia

Corresponding author: agalir@biologija.unios.hr

Abstract

In recent years, studies on the effects of microplastics (MP) in freshwater environments are increasing. However, most studies focus on single species under laboratory conditions, leaving a gap in understanding their effects on the natural biotic community. In this study, MP uptake by natural zooplankton and phytoplankton communities from Lake Sakadaš (Kopački rit Nature Park) was investigated using environmentally relevant MP concentrations. The phytoplankton consisted of cyanobacteria, euglenophytes, cryptophytes, chrysophytes, diatoms and chlorophytes, with taxa with a size of 5–10 µm being the most abundant (51%). More than 96% of the zooplankton consisted of rotifers and cladocerans, with nauplii and copepodites dominating among the copepods. The zooplankton were treated for 96 hours with polyethylene MP in three sizes: A (1–5 µm), B (27–32 µm) and C (45–53 µm). In group A, 34% of rotifers, 20% of cladocerans and 67% of copepods ingested MP. In group B, only 2% of cladocerans ingested MPs. No ingestion was observed in group C. The mortality of rotifers in group A ($7.69 \pm 0.31\%$) was similar to that in the control group ($6.67 \pm 0.76\%$). However, the mortality of cladocerans was significantly higher in group A ($12.7 \pm 0.91\%$) than in groups B and C, where mortality was less than 3.5%. Copepod mortality was not observed in any group. The abundance of phytoplankton was highest in group A, where MP uptake and cladoceran mortality were also highest. This indicates a lower feeding pressure, that allows phytoplankton to proliferate. In summary, small MP (1–5 µm) are more easily ingested by zooplankton and cause greater disruption of feeding and survival, especially in cladocerans. These effects can alter the balance of freshwater plankton communities, reduce phytoplankton grazing and impair overall ecosystem function. The results highlight the ecological risks of microplastics and the importance of studying their impact at the community level.

Key words: zooplankton, phytoplankton, ingestion, environmental contamination, polyethylen

Ometajući učinci azitromicina na interakcije u hranidbenoj mreži slatkovodnog planktona

ANITA GALIR, DUBRAVKA ŠPOLJARIĆ MARONIĆ, FILIP STEVIĆ, TANJA ŽUNA PFEIFFER, FRAN PRAŠNIKAR, NIKOLINA BEK, EVA PENAVALA, PETRA KRIŽEVAC

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Cara Hadrijana 8/A, Osijek

Dopisni autor: agalir@biologija.unios.hr

Sažetak

Antibiotik azitromicin je postojan u vodenom okolišu i često ulazi u slatkovodne sustave putem kanalizacije ili poljoprivrednog otjecanja, što može poremetiti ekološke procese. Proveden je mikrokozmos eksperiment u kojem je prirodna zajednica planktona s područja Parka prirode „Kopački rit“ (Sakadaško jezero) izložena trima koncentracijama azitromicina (EC_{50} , $\frac{1}{2} EC_{50}$ i $\frac{1}{3} EC_{50}$) tijekom 72 sata. Promjene u zajednici kolnjaka procijenjene su na temelju kretanja žvačnjaka i smrtnosti kolnjaka, a zabilježena je i brojnost fitoplanktona. Čak i pri najnižoj koncentraciji azitromicina, pokretljivost (fitnes) kolnjaka je počela opadati unutar 24 sata, pri čemu je aktivnost žvačnjaka postajala sve slabija, te je zabilježena u 3,3 do 10 % jedinki. 24 i 48 sati nakon izlaganja, pokretljivost kolnjaka je bila značajno različita među tretmanima EC_{50} i $\frac{1}{2} EC_{50}$ (t-vrijednost: -3,28, $p < 0,03$ i t-vrijednost: 5,51, $p < 0,005$). Smrtnost se povećala porastom koncentracije i vremenom izloženosti azitromicinu, s gotovo potpunom smrtnošću u svim tretiranim uzorcima nakon 72 sata. U kontrolnoj skupini je smrtnost bila <8 %, a kod svih je uzoraka tretiranih azitromicinom utvrđena značajna razlika u odnosu na kontrolu (EC_{50} t-vrijednost: 60, $p < 0,001$; $\frac{1}{2} EC_{50}$ t-vrijednost: 15,42, $p < 0,001$; $\frac{1}{3} EC_{50}$ t-vrijednost: 24,7, $p < 0,001$). Smanjenom predacijom kolnjaka, brojnost fitoplanktona se značajno povećavala, posebno u uzorcima s višim koncentracijama antibiotika. Slabiji predacijski pritisak omogućio je povećanje brojnosti fitoplanktona, posebice jestivih svojiti manjih veličinskih kategorija, što ukazuje kako promjene u pritisku ispaše mogu promijeniti dinamiku zajednice. Iako su testirane koncentracije iznad uobičajenih razina u okolišu, rezultati naglašavaju potencijalne ekološke rizike onečišćenja farmaceuticima i pomažu u razumijevanju utjecaja azitromicina, ne samo na pojedinačne vrste, već i na slatkovodnu hranidbenu mrežu putem trofičkih kaskada.

Glavne riječi: fitoplankton, zooplankton, kolnjaci, antibiotik, slatkovodni ekosustavi, Dunav

Disruptive effects of azithromycin on freshwater plankton food web interactions

ANITA GALIR, DUBRAVKA ŠPOLJARIĆ MARONIĆ, FILIP STEVIĆ, TANJA
ŽUNA PFEIFFER, FRAN PRAŠNIKAR, NIKOLINA BEK, EVA PENAVALA, PETRA
KRIŽEVAC

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Biology, Cara Hadrijana 8/A,
Osijek, Croatia

Corresponding author: agalir@biologija.unios.hr

Abstract

Azithromycin antibiotic is persistent in the aquatic environment and often enters water bodies via sewage or agricultural runoff, which can disrupt ecological processes. We conducted a microcosm experiment with natural plankton from Lake Sakadaš in the Kopački rit Nature Park and exposed it to three concentrations of azithromycin (EC_{50} , $\frac{1}{2} EC_{50}$ and $\frac{1}{3} EC_{50}$) for 72 hours. Changes in the rotifer community were assessed based on mastax movement and mortality, and phytoplankton abundance was also recorded. Even at the lowest azithromycin concentration, the fitness of the rotifers began to decline within 24 hours, with mastax activity becoming increasingly impaired and altered mastax activity ranging from 3.3 to 10 %. 24 and 48 hours after exposure, the fitness of the rotifers changed between EC_{50} and $\frac{1}{2} EC_{50}$ samples (t-value: -3.28, $p < 0.03$ and t-value: 5.51, $p < 0.005$), respectively. Mortality increased with each concentration and exposure time, with almost complete mortality observed in all treated groups after 72 hours. In contrast, mortality in the control group remained below 8 %, and all azithromycin-treated samples differed significantly from the control group (EC_{50} t-value: 60, $p < 0.001$; $\frac{1}{2} EC_{50}$ t-value: 15.42, $p < 0.001$; $\frac{1}{3} EC_{50}$ t-value: 24.7, $p < 0.001$), respectively. As predation by rotifers decreased, phytoplankton abundance increased significantly, especially in the higher antibiotic concentrations. Decreased predation pressure allowed phytoplankton, especially edible microalgae, to proliferate, suggesting that changes in grazing pressure can alter community dynamics. Although the concentrations tested are above typical environmental levels, the results emphasise the potential ecological risks of pharmaceutical pollution and help to understand how azithromycin affect not only individual species but entire aquatic food webs via trophic cascades.

Key words: phytoplankton, zooplankton, rotifers, antibiotic, freshwater ecosystems, Danube

Usklađivanje projekta DANSER s EU politikama upravljanja sedimentima: pravni okvir i prepreke u slivu Dunava

DORIS GLIBOTA¹, IGOR TADIĆ¹, ANTONIJA BARIŠIĆ LASOVIĆ¹, NIKOLA BATAKOVIĆ²

¹ Hidroing d.o.o. Osijek, Ulica Stjepana Radića 3, Osijek

² Hrvatske vode, Splavarska 2a, Osijek

Dopisni autor: doris.glibota@hidroing-os.hr

Sažetak

Održivo upravljanje sedimentima u slivu rijeke Dunav jedno je od ključnih izazova u očuvanju ekološke ravnoteže, zaštiti od poplava i funkcionalnosti plovinih putova. Ljudske intervencije, poput regulacije korita, gradnje brana i eksploatacije šljunka i pijeska, izmijenile su prirodne procese, što je dovelo do gubitka bioraznolikosti, degradacije ekosustava i povećanih hidroloških rizika. Cilj ovog rada bio je analizirati koliko su aktivnosti projekta DANSER (Danube Sediment Restoration) financiranog iz programa Obzor Europa, usklađene s europskim pravnim i strateškim dokumentima (Okvirna direktiva o vodama, Direktiva o poplavama, EU Strategija za bioraznolikost 2030., Europski zeleni plan i drugi) te identificirati prepreke koje otežavaju implementaciju održivog upravljanja sedimentima u Austriji, Hrvatskoj, Rumunjskoj i Bugarskoj. Kvalitativnom analizom europskog i nacionalnog zakonodavstva, projektne dokumentacije i tehničkih smjernica Međunarodne komisije za zaštitu rijeke Dunav, utvrđeno je da DANSER u značajnoj mjeri doprinosi ciljevima europskih politika. Aktivnosti obuhvaćaju uspostavu sustava monitoringa sedimenta, revitalizaciju riječnih i poplavnih područja, uklanjanje prepreka za migraciju riba, modeliranje transporta sedimenta te poticanje međusektorske suradnje i uključivanje javnosti. Rezultati pokazuju da projekt anticipira i buduće regulatorne zahtjeve, posebice one vezane uz Uredbu o obnovi prirode i misiju EU „Obnovimo naš ocean i vode”, čime se potvrđuje njegova strateška važnost. Provedena gap analiza otkrila je ključne prepreke: nepostojanje integriranog i harmoniziranog sustava praćenja sedimenta, nedovoljnu međusektorsku koordinaciju, fragmentiranost nacionalnih propisa te ograničenu participaciju lokalnih dionika. Austrija pokazuje napredniji model upravljanja sedimentima kroz koordinirane procedure i funkcionalnu suradnju sektora, dok Hrvatska, Rumunjska i Bugarska još uvijek nemaju u potpunosti razvijene mehanizme provedbe zakonskih i tehničkih mjera. Financijski i institucionalni kapaciteti predstavljaju dodatni izazov za dugoročnu održivost mjera. Zaključno, projekt DANSER pokazuje kako transnacionalni i multidisciplinarni pristupi mogu

doprinijeti provedbi europskih politika zaštite voda, prirode i klimatske otpornosti. Njegova vrijednost ne ogleda se samo u tehničkim rješenjima, već i u oblikovanju novih standarda i modela suradnje za održivo upravljanje sedimentima u cijelom dunavskom slivu. Iako su uočene praznine u zakonodavnom i institucionalnom okviru, iskustva i preporuke proizašle iz projekta predstavljaju temelj za oblikovanje budućih politika usmjerenih na očuvanju zdravlja riječnih ekosustava i jačanju otpornosti na klimatske promjene.

Ključne riječi: Dunav, upravljanje sedimentima, transnacionalna suradnja, EU regulativa, bioraznolikost, revitalizacija, DANSER projekt

Alignment of the DANSER project with EU sediment management policies: legal framework and challenges in the Danube basin

DORIS GLIBOTA¹, IGOR TADIĆ¹, ANTONIJA BARIŠIĆ LASOVIĆ¹, NIKOLA
BATAKOVIĆ²

¹ Hidroing Ltd. Osijek, Ulica Stjepana Radića 3, Osijek, Croatia

² Croatian Waters, Splavarska 2a, Osijek, Croatia

Corresponding author: doris.glibota@hidroing-os.hr

Abstract

Sustainable sediment management in the Danube River Basin is one of the key challenges for maintaining ecological balance, flood protection, and the functionality of navigable waterways. Human interventions, such as riverbed regulation, dam construction, and the extraction of gravel and sand, have altered natural processes, leading to biodiversity loss, ecosystem degradation, and increased hydrological risks. The aim of this study was to analyse the extent to which the DANSER (Danube Sediment Restoration) project activities, financed under the „Horizon Europe” programme, are aligned with European legal and strategic documents (Water Framework Directive, Floods Directive, EU Biodiversity Strategy 2030, European Green Deal, and others) and to identify obstacles hindering the implementation of sustainable sediment management in Austria, Croatia, Romania, and Bulgaria. Through qualitative analysis of European and national legislation, project documentation, and technical guidelines from the International Commission for the Protection of the Danube River, it was determined that DANSER significantly contributes to the objectives of European policies. Activities include establishing a sediment monitoring system, revitalizing river and floodplain areas, removing barriers to fish migration, modelling sediment transport, and promoting cross-sectoral cooperation and public engagement. Results show that the project anticipates future regulatory requirements, particularly those related to the Nature Restoration Regulation and the EU mission “Restore our Ocean and Waters”, confirming its strategic importance. The conducted gap analysis revealed key obstacles: the absence of an integrated and harmonized sediment monitoring system, insufficient cross-sectoral coordination, fragmentation of national regulations, and limited participation of local stakeholders. Austria demonstrates a more advanced sediment management model through coordinated procedures and functional sectoral cooperation, whereas Croatia, Romania, and Bulgaria still lack fully developed mechanisms

for implementing legal and technical measures. Financial and institutional capacities present an additional challenge for the long-term sustainability of measures. In conclusion, the DANSER project demonstrates how transnational and multidisciplinary approaches can contribute to the implementation of European policies on water protection, nature conservation, and climate resilience. Its value lies not only in technical solutions but also in shaping new standards and cooperation models for sustainable sediment management across the entire Danube Basin. Although gaps in the legislative and institutional framework were identified, the experiences and recommendations arising from the project provide a foundation for developing future policies aimed at preserving the health of river ecosystems and enhancing climate resilience.

Key words: Danube, sediment management, transnational cooperation, EU regulation, biodiversity, revitalization, DANSER project

Klijanci brokule pod vodnim stresom: Fenolni spojevi i antioksidacijski kapacitet

DARIA GMIŽIĆ, IVANA ŠOLA

Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Horvatovac 102a, Zagreb

Dopisni autor: daria.gmizic@biol.pmf.hr

Sažetak

Suše i poplave predstavljaju ozbiljan izazov za poljoprivredu i kvalitetu hrane. Razumijevanje kako ove vrste stresa utječu na fitokemijski sastav biljaka ključno je ako želimo očuvati nutritivnu vrijednost usjeva uslijed klimatskih promjena. Klijanci brokule bogat su izvor fenolnih spojeva s antioksidacijskim potencijalom, ali njihov sastav i koncentracija ovise o okolišnim uvjetima. Cilj ovog istraživanja bio je ispitati učinak suše i poplave na koncentraciju skupina i pojedinačnih fenolnih spojeva te antioksidacijski kapacitet klijanaca brokule (*Brassica oleracea* var. *cymosa*). Suša je uzrokovala povećanje ukupnih fenola (+29 %) i proantocijanidina (+7 %), dok su ukupni flavonoidi smanjeni za 23 %. Poplava je negativno utjecala na većinu skupina fenolnih spojeva, uključujući ukupne fenole (–15 %), flavonoide (–10 %), flavonole (–11 %), hidroksicimetne kiseline (–13 %), tanine (–36 %) i proantocijanidine (–19%). Analiza pojedinačnih fenolnih spojeva pokazala je da suša potiče sintezu sinapinske kiseline (+30 %), a poplava ju smanjuje (–13 %). S druge strane, poplava je povećala koncentraciju ferulične kiseline (+56 %), kempferola (+22 %) i kvercetina (+37 %), dok su sušni uvjeti smanjili koncentraciju ferulične kiseline (–17 %) i kempferola (–18 %) što ukazuje na različite mehanizme prilagodbe biljke ovisno o vrsti vodnog stresa. Suša je povećala antioksidacijski kapacitet (ABTS +8 %, DPPH +16 %), dok su rezultati u uvjetima poplave ovisili o korištenoj metodi. Smanjenje je zabilježeno prema metodama ABTS (–18 %) i FRAP (–1 %), dok je metodom DPPH utvrđeno povećanje (+43 %). Dobiveni rezultati potvrđuju da vodni stres značajno oblikuje metabolizam fenolnih spojeva klijanaca brokule te da odgovor ovisi o vrsti stresa i skupini fenolnih spojeva. Takve promjene utječu na nutritivnu vrijednost brokule, što je važno u kontekstu održivog uzgoja i proizvodnje hrane s poboljšanim biološkim učincima.

Ključne riječi: antioksidansi, funkcionalna hrana, klimatske promjene, kupusnjače, polifenoli

Broccoli sprouts under water stress: Phenolic compounds and antioxidant capacity

DARIA GMIŽIĆ, IVANA ŠOLA

University of Zagreb, Faculty of Science, Department of Biology, Horvatovac 102a, Zagreb, Croatia

Corresponding author: daria.gmizic@biol.pmf.hr

Sažetak

Drought and flood are a serious challenge for agriculture and food quality. Understanding how these types of stress affect the phytochemical composition of plants is essential if we want to preserve the nutritional value of crops in the face of climate change. Broccoli sprouts are a rich source of phenolic compounds with antioxidant potential, but their composition and concentration depend on the environmental conditions. The aim of this study was to examine the effect of drought and flood on the concentration of different groups and individual phenolics, and the antioxidant capacity of broccoli sprouts (*Brassica oleracea* var. *cymosa*). Drought increased the concentration of total phenolics (+29%) and proanthocyanidins (+7%), while decreased total flavonoids by 23%. Flood negatively affected most groups of phenolics, including total phenolics (−15%), flavonoids (−10%), flavonols (−11%), hydroxycinnamic acids (−13%), tannins (−36%), and proanthocyanidins (−19%). Drought induced the biosynthesis of sinapic acid (+30%), while flood conditions reduced it (−13%). On the other hand, flood increased ferulic acid (+56%), kaempferol (+22%) and quercetin (+37%), while drought reduced ferulic acid (−17%) and kaempferol (−18%), indicating different mechanisms of plant adaptation depending on the type of water stress. Drought increased antioxidant activity (ABTS +8%, DPPH +16), whereas the results under flood conditions depended on the method used. A decrease was observed according to the ABTS (−18%) and FRAP (−1%) method, while an increase was recorded according to the DPPH method (+43%). The obtained results confirm that water stress significantly shapes the metabolism of phenolic compounds in broccoli sprouts and that the response depends on the type of stress and the group of phenolic compounds. These changes affect the nutritional value of broccoli, which is important in the context of sustainable development and food production with improved biological effects.

Key words: antioxidants, climate change, Brassicaceae, functional food, polyphenols

Procjena koncentracija PM čestica na području istočne Hrvatske

VLATKA GVOZDIĆ, KLARA PRITIŠANAC, VANESA VILJEVAC, ELVIRA KOVAČ-ANDRIĆ

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za kemiju, Cara Hadrijana 8/A, Osijek

Dopisni autor: eakovac@kemija.unios.hr

Sažetak

U ovom istraživanju analizirani su podaci koncentracija lebdećih čestica (PM) dobivenih s automatske mjerne postaje Zoljani kod Našica. Korištenjem višegodišnjih srednjih vrijednosti po satima i danima te primjenom Kruskal-Wallis testa za svaku godinu posebno, dobiven je uvid u dinamiku i kvalitetu zraka na ovom lokalitetu. Analize ukazuju na postojanje izraženih sezonskih i dnevnih varijacija u koncentracijama PM čestica, pri čemu su najviše razine zabilježene tijekom zimskih mjeseci. Vrijednosti PM čestica kretale su se u rasponu od oko 10 do 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, s najvišim razinama u jutarnjim i večernjim satima, što upućuje na utjecaj kućanskog grijanja i prometa. Ovakve procjene i analize od iznimne su važnosti za kompletan ekosustav posebice zbog dominantnih zapadnih i jugozapadnih vjetrova u ovom dijelu Slavonije, budući da transport onečišćujućih tvari može utjecati na ekosustave zaštićenih područja te tako smanjiti kvalitetu zraka i života. Dobiveni rezultati naglašavaju važnost kontinuiranog praćenja kvalitete zraka kako bi se dobiveni podatci integrirali u sustave zaštite prirode i prostornog planiranja, što bi u konačnici omogućilo bolju procjenu stvarnog utjecaja emisija PM čestica na zaštićena područja kao što su Park prirode „Kopački rit” i Park prirode „Papuk”.

Ključne riječi: PM čestice, kvaliteta zraka, zaštita prirode, atmosferski transport

Assessment of PM particle concentrations in the area of eastern Croatia

VLATKA GVOZDIĆ, KLARA PRITIŠANAC, VANESA VILJEVAC, ELVIRA KOVAČ-ANDRIĆ

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Chemistry, Cara Hadrijana 8/A, Osijek, Croatia

Corresponding author: eakovac@kemija.unios.hr

Abstract

This study analyzes data on particulate matter (PM) concentrations obtained from the automatic monitoring station in Zoljani near Našice. Using multi-year hourly and daily mean values, and applying the Kruskal-Wallis test separately for each year, the study provides insight into air quality dynamics at this location. The analyses reveal pronounced seasonal and daily variations in PM concentrations, with the highest levels observed during the winter months. PM values ranged from approximately 10 to 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, with peaks in the morning and evening hours, indicating the influence of domestic heating and traffic. Such assessments and analyses are of significant importance for the entire ecosystem, particularly due to the prevailing westerly and south-westerly winds in this part of Slavonia, as the transport of pollutants may affect protected areas and thus reduce air and life quality. The results underscore the importance of continuous air quality monitoring, with the aim of integrating the collected data into nature protection and spatial planning systems. This would ultimately enable a more accurate assessment of the actual impact of PM emissions on protected areas such as Kopački Rit Nature Park and Papuk Nature Park.

Key words: PM particles, air quality, nature protection, atmospheric transport

Vrijednost močvara na prekretnici: globalno izumiranje ili globalna revitalizacija

MIRNA HABUDA-STANIĆ

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek,
Ulica Franje Kuhača 18, Osijek

Dopisni autor: habudastanic@gmail.com

Sažetak

Močvarna staništa su osjetljivi i ugroženi ekosustavi čija je funkcionalnost, u globalnom kontekstu, izrazito ugrožena. Prema izvješću Global Wetland Outlook 2025 kojeg je objavilo Tajništvo Ramsarske konvencije, od 1970. godine do danas nestalo je približno 411 milijuna hektara močvara, što čini 22 % ukupnih površina. Navedeno izvješće također ističe daljnji trend smanjenja površina te naglašava da se ukupna površina močvara godišnje prosječno smanjuje za 0,52 %. Četvrtina preostalih močvara nalazi se u lošem ekološkom stanju, a smanjenje ili gubitak njihovih učinaka na ekosustav, uključujući pročišćavanje vode, regulaciju poplava i skladištenje ugljika, procjenjuje se na 36,3 trilijuna eura do 2050. godine. Ulaganja u očuvanje i restauraciju močvara značajno zaostaju za potrebama. Procjene ukazuju da bi obnova degradiranih močvarnih područja zahtijevala godišnje i do 512 milijardi eura, dok globalno financiranje biološke raznolikosti iznosi tek oko 0,25 % BDP-a. Konzervacija zdravih močvarnih staništa višestruko je učinkovitija i ekonomičnija od restauracije, čiji troškovi po hektaru mogu dosegnuti do 65.000 eura godišnje. Klimatske promjene dodatno destabiliziraju močvarna staništa. Ekstremne vremenske prilike, porast razine mora i suše posebno ugrožavaju pojedine regije. Klimatološki i hidrološki modeli procjenjuju da će do kraja 21. stoljeća nestati daljnjih 28 % močvarnih površina na Mediteranu, Srednjoj Americi i zapadnoj Amazoniji. Lokalni primjeri dodatno ilustriraju složenost problema. U kontekstu strategija oporavka i revitalizacija, u Europi je sve više projekata usmjerenih k očuvanju ekološke funkcionalnosti i povećanju otpornosti močvarnih staništa na klimatske i društvene izazove. koje slijede u narednim desetljećima.

Ključne riječi: močvarna staništa, gubitak ekosustava, restauracija i očuvanje, klimatske promjene

The value of wetlands at a crossroads: global extinction or global revitalization

MIRNA HABUDA-STANIĆ

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Food Technology Osijek, Ulica Franje Kuhača 18, Osijek, Croatia

Corresponding author: habudastanic@gmail.com

Abstract

Wetland habitats represent sensitive and vulnerable ecosystems whose functionality is critically endangered in the global context. According to the *Global Wetland Outlook 2025* published by the Secretariat of the Ramsar Convention, approximately 411 million hectares of wetlands have disappeared since 1970, corresponding to 22% of the total surface area. The report further indicates a continuing trend of decline, emphasizing that the global extent of wetlands decreases on average by 0.52% annually. Moreover, one quarter of the remaining wetlands are classified as being in poor ecological condition, while the reduction or loss of their ecosystem services—including water purification, flood regulation, and carbon storage—is projected to result in economic losses amounting to €36.3 trillion by 2050. Investment in wetland conservation and restoration remains considerably below the required level. Current estimates suggest that the restoration of degraded wetland areas would necessitate up to €512 billion annually, whereas global biodiversity financing amounts to merely 0.25% of GDP. The conservation of intact wetland habitats is demonstrably more effective and economically efficient than restoration, whose per-hectare costs may reach up to €65,000 per year. In addition, climate change further exacerbates the destabilization of wetland ecosystems. Extreme weather events, sea-level rise, and droughts pose significant threats to specific regions. Climatological and hydrological models project that by the end of the 21st century, an additional 28% of wetland areas in the Mediterranean, Central America, and the western Amazon will be lost. Local case studies further illustrate the multifaceted nature of these challenges. Within the framework of recovery and revitalization strategies, an increasing number of European projects are directed towards preserving ecological functionality and enhancing the resilience of wetlands in the face of climatic and societal challenges anticipated in the coming decades.

Key words: wetland habitats, ecosystem loss, restoration and conservation, climate change

Sortno-specifični antioksidacijski odgovor pšenice na zarazu vrstama roda *Fusarium* i gnojdbu dušikom

MATEJ HORVATOVIĆ¹, ROSEMARY VUKOVIĆ¹, MAGDALENA MATIĆ²,
KAROLINA VRANDEČIĆ², IVNA ŠTOLFA ČAMAGAJEVAC¹, ANA
VUKOVIĆ POPOVIĆ¹, JASENKA ČOSIĆ², KREŠIMIR DVOJKOVIĆ³, DARIO
NOVOSELOVIĆ³

¹ Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Cara Hadrijana 8/A, Osijek

² Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Ulica Vladimira Preloga 1, Osijek

³ Poljoprivredni institut Osijek, Odjel za oplemenjivanje i genetiku strnih žitarica, Južno predgrađe 17, Osijek

Dopisni autor: rosemary@biologija.unios.hr

Sažetak

Fitopatogene gljive roda *Fusarium* uzročnici su fuzarijske paleži klasa (FHB), jedne od najraširenijih bolesti pšenice. Osim što uzrokuje smanjenje prinosa i kvalitete pšenice, FHB dovodi i do kontaminacije zrna mikotoksinima što je ozbiljan zdravstveni problem. Gnojdba pšenice dušikom ima ključnu ulogu u razvoju i rastu pšenice, a može utjecati i na osjetljivost usjeva na FHB. Cilj ovog istraživanja bio je odrediti utjecaj različitih režima gnojidbe dušikom na antioksidacijski odgovor pšenice zaražene vrstama roda *Fusarium*. Istraživanje je provedeno u poljskim uvjetima tijekom dviju vegetacijskih sezona, na klasovima četiri sorte ozime pšenice različite osjetljivosti na FHB (Srpanjka, Sofru, Apache, Graindor). Pokusi su postavljeni prema split-split plot dizajnu u sklopu kompletnog randomiziranog blok sustava s dva ponavljanja, pri čemu su analizirana tri glavna faktora: sorta, gnojdba dušikom i tip infekcije. Oksidacijski stres procenjen je određivanjem razine lipidne peroksidacije, dok je antioksidacijski odgovor određen mjerenjem količine ukupnog glutaciona i aktivnosti antioksidacijskih enzima (gvajakol-peroksidaze, askorbat-peroksidaze, katalaze, glutation-reduktaze i glutation-S-transferaze). Oksidacijski i antioksidacijski odgovor ozime pšenice na FHB bio je sortno-specifičan, i pod značajnim utjecajem vegetacijskih sezona tijekom kojih su prevladavale različite klimatske prilike. Različiti režimi gnojidbe dušikom uglavnom nisu imali značajan utjecaj na obrambeni odgovor pšenice uslijed inokulacije vrstama roda *Fusarium*. Sorte osjetljivije na FHB, Srpanjka i Sofru, tijekom obje vegetacijske sezone, pokazale su prosječno niže bazalne razine glutaciona, kao i nižu aktivnost glutation-S-transferaze, u odnosu na sorte otpornije na FHB, Apache i Graindor, dok su bazalne vrijednosti ostalih analiziranih parametara ovisile o

vegetacijskoj sezoni. Također, sorte osjetljivije na FHB pokazale su povećanu aktivnost katalaze nakon inokulacije vrstama roda *Fusarium*. Tijekom obje vegetacijske sezone, inokulacija vrstama roda *Fusarium* uzrokovala je povećanje aktivnosti gvajakol-peroksidaze u klasovima gotovo svih sorti, što ukazuje na važnost ovog enzima u obrambenom odgovoru na patogene. Dobiveni rezultati doprinose boljem razumijevanju obrambenog odgovora pšenice na infekciju vrstama roda *Fusarium* u uvjetima različite gnojidbe dušikom te mogu poslužiti kao temelj za razvoj učinkovitijih strategija upravljanja FHB-om.

Ključne riječi: antioksidacijski odgovor, fuzarijska palež klasa, gnojidba dušikom, pšenica

Zahvala: Ovaj je rad financiran sredstvima Hrvatske zaklade za znanost (IP-2016-06-2178) te Studentskog zbora Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.

Variety-specific antioxidative response of wheat to *Fusarium* infection and nitrogen fertilisation

MATEJ HORVATOVIĆ¹, ROSEMARY VUKOVIĆ¹, MAGDALENA MATIĆ²,
KAROLINA VRANDEČIĆ², IVNA ŠTOLFA ČAMAGAJEVAC¹, ANA
VUKOVIĆ POPOVIĆ¹, JASENKA ČOSIĆ², KREŠIMIR DVOJKOVIĆ³, DARIO
NOVOSELOVIĆ³

¹ Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Biology, Cara Hadrijana 8/A, Osijek, Croatia

² Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Ulica Vladimira Preloga 1, Osijek, Croatia

³ Agricultural Institute Osijek, Department for Cereal Breeding and Genetics, Južno predgrađe 17, Osijek, Croatia

Corresponding author: rosemary@biologija.unios.hr

Abstract

Phytopathogenic fungi of the genus *Fusarium* are the causal agents of Fusarium head blight (FHB), one of the most widespread and devastating diseases of wheat. In addition to reducing grain yield and quality, FHB leads to contamination with mycotoxins as a serious health problem. Nitrogen fertilisation plays a crucial role in wheat growth and development, and may also influence crop susceptibility to FHB. This study aimed to determine the effect of different nitrogen fertilisation regimes on the antioxidative response of wheat infected with *Fusarium* species. The field research was conducted during two growing seasons, on spikes of four winter wheat varieties differing in their susceptibility to FHB (Srpanjka, Sofru, Apache, Graindor). The experiments were established as a split-split plot design within a randomised complete block system with two replications, including three main factors: variety, nitrogen fertilisation, and type of infection. Oxidative stress was assessed by measuring the level of lipid peroxidation, while the antioxidative response was determined by measuring total glutathione content and the activities of antioxidative enzymes (guaiacol peroxidase, ascorbate peroxidase, catalase, glutathione reductase, and glutathione-S-transferase). The results showed that the oxidative and antioxidative responses of winter wheat to *Fusarium* infection were variety-specific and strongly influenced by the growing season, during which different climatic conditions prevailed. Different nitrogen fertilisation regimes had no significant effect on the defence response of wheat to *Fusarium* inoculation. FHB-susceptible varieties, Srpanjka and Sofru, displayed consistently lower basal levels of glutathione and reduced activity of glutathione-S-transferase compared with the FHB-resistant varieties, Apache and Graindor, across growing seasons.

Basal values of other biochemical parameters depended on the growing season. In addition, FHB-susceptible varieties exhibited increased catalase activity following inoculation with *Fusarium* species. During both seasons, inoculation with *Fusarium* resulted in an increase in guaiacol peroxidase activity on most varieties, indicating the important role of this enzyme in the defence response to pathogen attack. These findings contribute to a better understanding of wheat defence mechanisms under different nitrogen fertilisation regimes and may support the development of more effective FHB-disease management strategies.

Key words: antioxidative response, *Fusarium* head blight, nitrogen fertilisation, wheat

Acknowledgement: This work was supported by the Croatian Science Foundation (IP-2016-06-2178) and the Student Union of the Josip Juraj Strossmayer University of Osijek.

Ekologija i održivi razvoj u ustanovama predškolskog odgoja – primjer dobre prakse

DALIBORKA JANDROKOVIĆ

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet za odgojne i obrazovne znanosti,
Cara Hadrijana 10, Osijek

Dopisni autor: djandrokovic@foozos.hr

Sažetak

Rad se bavi razvojem ekološke svijesti kod predškolske djece, s posebnim naglaskom na ulogu eko-vrtića u Hrvatskoj u ovakvom načinu predškolskog odgoja i obrazovanja. Fokusira se na integraciju ekoloških vrijednosti u obrazovni proces te na ulogu odgojitelja, roditelja i šire zajednice u promicanju održivog razvoja i održivog načina života od najranije dobi kroz primjer dobre prakse. Kroz analizu teorijskih osnovica, rad razmatra važno značenje ekološkog obrazovanja u oblikovanju ekološki osviještenih generacija djece. Za potrebe istraživanja korištena je metoda anketiranja među odgojiteljima i roditeljima, kako bi se prikupili podaci o njihovim stavovima prema ekološkom obrazovanju, potrebama za daljnjim stručnim usavršavanjem i izazovima u implementaciji ekoloških aktivnosti u vrtićima. Rezultati pokazuju visoku svijest o važnosti ekološkog odgoja i potrebu za većim uključivanjem zajednice u ekološke projekte. Iako je koncept eko-vrtića u Hrvatskoj relativno nov, istraživanje potvrđuje učinkovitost ovog pristupa u obrazovanju i ukazuje na potrebu za daljnjim unapređenjem infrastrukture i obrazovnih resursa. Rad također prikazuje uspješno provedene primjere prakse i nudi smjernice za daljnji razvoj eko-vrtića u Hrvatskoj, s naglaskom na kvalitetnu edukaciju odgojitelja i aktivno sudjelovanje roditelja u ekološkim inicijativama.

Ključne riječi: eko-vrtići, ekološki odgoj, ekološka svijest, odgojitelj, održivi razvoj, roditelji, zajednica

Ecology and sustainable development in preschool institutions – an example of good practice

DALIBORKA JANDROKOVIĆ

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Education, Cara Hadrijana 10, Osijek, Croatia

Corresponding author: djandrokovic@foozos.hr

Abstract

The paper deals with the development of environmental awareness in preschool children, with a special emphasis on the role of eco-kindergartens in Croatia in this type of preschool education. It focuses on the integration of environmental values into the educational process and on the role of educators, parents and the wider community in promoting sustainable development and a sustainable lifestyle from an early age through examples of good practice. Through an analysis of the theoretical foundations, the paper considers the important significance of environmental education in shaping environmentally aware generations of children. For the purposes of the research, a survey method was used among educators and parents to collect data on their attitudes towards environmental education, needs for further professional development and challenges in implementing environmental activities in kindergartens. The results show a high awareness of the importance of environmental education and the need for greater community involvement in environmental projects. Although the concept of eco-kindergartens in Croatia is relatively new, the research confirms the effectiveness of this approach in education and indicates the need for further improvement of infrastructure and educational resources. The paper also presents successfully implemented examples of practice and offers guidelines for the further development of eco-kindergartens in Croatia, with an emphasis on quality education of educators and active participation of parents in ecological initiatives.

Key words: eko-kindergarten, ecological education, environmental awareness, educator, sustainable development, parents, community

Održiva sinteza hidroksiapatita iz biorazgradivog materijala

**RAHELA JANŽEK, NIKOLINA FILIPOVIĆ, STJEPAN ŠARIĆ, MARTINA ŠRAJER
GAJDOŠIK, ELVIRA KOVAČ-ANDRIĆ**

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za kemiju, Cara Hadrijana 8/A, Osijek

Dopisni autor: eakovac@kemija.unios.hr

Sažetak

Hidroksiapatit (HAP , $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) je izuzetne biokompatibilnosti i bioaktivnosti te ima široku primjenu u medicini. U ovom istraživanju korištena je ekološki prihvatljiva i održiva sinteza hidroksiapatita korištenjem prirodnog izvora kalcija iz ljuski kokošjih jaja, kao alternativnog prekursora umjesto komercijalnih kemikalija. Sintetski postupak temeljen je na kemijskom taloženju iz suspenzije kalcijevog hidroksida uz dodatak fosforne kiseline. Dobiveni uzorci analizirani su pomoću rendgenske difrakcije na polikristalnom uzorku (PXRD), FT-IR spektroskopije i B.E.T. metode kako bi se potvrdila kristalna struktura, karakteristične funkcijske skupine i specifična površina materijala. Rezultati su pokazali da ovako sintetizirani hidroksiapatit posjeduje strukturne i kemijske karakteristike usporedive s komercijalnim uzorcima te zadovoljava kriterije za potencijalnu biomedicinsku primjenu. Istovremeno, proces koristi biorazgradivi otpad, čime doprinosi ciljevima kružnog gospodarstva i smanjenju okolišnog otiska. Ovo istraživanje ukazuje na važnost interdisciplinarnog pristupa koji povezuje anorgansku kemiju, zaštitu prirode i održivo upravljanje resursima. Održiva sinteza bioaktivnih materijala iz prirodnih izvora može se integrirati u strategije gospodarenja otpadom i očuvanja okoliša te doprinijeti očuvanju prirodne i kulturne baštine kroz inovativna rješenja.

Ključne riječi: hidroksiapatit, prirodni materijali, održivost, biokompatibilnost, kemija materijala

Sustainable synthesis of hydroxyapatite using a biodegradable precursor

RAHELA JANŽEK, NIKOLINA FILIPOVIĆ, STJEPAN ŠARIĆ, MARTINA ŠRAJER
GAJDOŠIK, ELVIRA KOVAČ-ANDRIĆ

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Chemistry, Cara Hadrijana 8/A,
Osijek, Croatia

Corresponding author: eakovac@kemija.unios.hr

Abstract

Hydroxyapatite (HAP, $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) is known for its exceptional biocompatibility and bioactivity, with a wide range of applications in medicine. In this study, an environmentally friendly and sustainable synthesis method was employed, utilizing a natural calcium source derived from chicken eggshells as an alternative precursor to commercial chemicals. The synthetic procedure was based on chemical precipitation from a calcium hydroxide suspension with the addition of phosphoric acid. The resulting samples were analysed using powder X-ray diffraction (PXRD), FT-IR spectroscopy, and BET surface area analysis to confirm the crystal structure, characteristic functional groups, and specific surface area of the material. The results demonstrated that the hydroxyapatite synthesized through this method possesses structural and chemical properties comparable to those of commercial samples and meets the criteria for potential biomedical applications. Moreover, the process makes use of biodegradable waste, thereby contributing to the goals of the circular economy and reducing the environmental footprint. This research underscores the importance of an interdisciplinary approach that integrates inorganic chemistry, environmental conservation, and sustainable resource management. The sustainable synthesis of bioactive materials from natural sources can be incorporated into waste management and environmental protection strategies, offering innovative solutions that support the preservation of natural and cultural heritage.

Key words: hydroxyapatite, natural materials, sustainability, biocompatibility, materials chemistry

Istraživanje čaglja (*Canis aureus*) akustičnom metodom u lovištu XI/114 "Buk"

KARLO JUŠIĆ*

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek,
Ulica Vladimira Preloga 1, Osijek (*student sveučilišnog diplomskog studija Zootehnika,
modul Lovstvo i pčelarstvo)

Dopisni autor: karlo.jusic1@gmail.com

Sažetak

Čagalj (*Canis aureus*) je najtipičniji predstavnik roda pasa (*Canis*). Iznimno je prilagodljiva i oportunistička vrsta koja zbog svog načina života može zadovoljiti egzistencijalne, društvene i reproduktivne potrebe na vrlo širokom arealu rasprostranjenosti i u raznovrsnom staništu. U današnje vrijeme vrlo brzo širi svoj areal rasprostranjenosti. Prema stručnoj podlozi smatra se da područje lovišta XI/114 „Buk“ nije pogodno za uzgoj čaglja. S ciljem utvrđivanja određenih populacijskih elemenata, u lovištu XI/114 „Buk“ i u okolnom području (efektivna zona čujnosti 105,78 km²) provedeno je istraživanje čaglja primjenom modificirane akustične metode. Istraživanje se je provodilo tijekom studenog i prosinca 2024. godine. Analizom dostupne literature utvrđeno je da je ovo sedmo istraživanje čaglja primjenom akustične metode provedeno u Hrvatskoj i prvo primjenom ove modifikacije. Terenskim istraživanjem i obradom prikupljenih podataka potvrđena je prisutnost čaglja u lovištu i na okolnom području. Na ukupno 50 točaka - lokacija emitiranja snimke zavijanja zabilježeno je 154 točke odgovora i 2 točke viđenja, što u prosjeku iznosi 3,08 točaka odgovora na svakoj točki - lokaciji emitiranja snimke zavijanja. Procijenjena je prisutnost ukupno 20 teritorijalnih čopora, od kojih je 6 u potpunosti unutar lovišta, 8 graničnih i 6 izvan ali u neposrednoj blizini lovišta. Procijenjena je gustoća čopora od 3,65 čopora na 10 km² za lovište (38,39 km²) i od 1,89 čopora na 10 km² za efektivnu zonu čujnosti (105,78 km²). Procijenjeno je da teritorijalni čopori koriste najmanje 20,35 km² (53,01 %) površine lovišta. Izrađena je procjena bazne (najmanje) veličina teritorija te iznosi od 0,96 do 3,88 km² uz srednju vrijednost 2,15 km². Utvrđeno je da od staništa (prema NKS sustavu) najviše koriste stanišni tip I.2.1. Mozaici kultiviranih površina (40,38 %) i stanišni tip E. šume (35,26 %) te da su u vrijeme provođenja istraživanja gotovo podjednako koristili otvorenije (55,13 %) i zatvorenije (44,87 %) prostore. Primijećeno je da su točke raspoređene uglavnom u blizini naselja uz to da je 73 točke (46,80 %) udaljeno do 500 metara od naselja i 53 točke (33,97 %) od 500 do 1000 metara od naselja, uz to da se najveća gustoća točaka odgovora nalazi 600 m sjeverno od glavne ceste u naselju Svilna i oko 320 m sjeverno od najbližih kuća. Postavljena

je hipoteza da navedeno korištenje prostora projicira prilagodbu čaglja na uvijete u staništu - odsutnost lova u blizini naselja, mozaična staništa koja obiluju zaklonom i pogodnim površinama za hvatanje plijena, najčešće sitnih glodavaca i prisutnost antropogenog animalnog otpada. Navedeno dokazuje važnu sanitarnu ulogu čaglja u lovištu. Prema Giannatosu (2004.) prosječna veličina čopora je 2-5 jedinki te bi očekivana prosječna veličina populacije bila oko 50 jedinki, gustoće 1,3 jedinke / km². Ukupni odstrjel čaglja u lovištu iznosi 20 jedinki kroz 6 lovni godina (u prosjeku 3,33 jedinki godišnje). Usporedbom procjena ovog istraživanja i rezultata drugih provedenih srodnih istraživanja utvrđeno je da su rezultati u skladu sa literaturom, realni i mogući.

Ključne riječi: sisavci, zvjeri, čagalj, lovstvo, lovište XI/114 "Buk"

Research on the Golden Jackal (*Canis aureus*) by acoustic method in the hunting ground XI/114 "Buk"

KARLO JUŠIĆ*

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Science Osijek,
Ulica Vladimira Preloga 1, Osijek, Croatia (*student of the University graduate study
Zootechnique, module Hunting and Beekeeping)

Corresponding author: karlo.jusic1@gmail.com

Abstract

The jackal (*Canis aureus*) is the most typical representative of the dog genus (*Canis*). It is an extremely adaptable and opportunistic species that can meet existential, social and reproductive needs over a very wide distribution area. Nowadays, it is rapidly expanding its distribution area. According to expert study, the area of hunting ground XI/114 "Buk" is considered unsuitable for its residence. To determine certain population elements, a jackal survey was conducted in hunting ground XI/114 "Buk" (38.39 km²) and the surrounding area (effective hearing zone 105.78 km²) using a modified acoustic method. The survey was conducted during November and December 2024. The analysis of the available literature showed that this is the seventh research using the acoustic method conducted in Croatia, and the first using this modification. Field research and data processing confirmed the presence of jackals in the hunting ground and the surrounding area. A total of 154 response points and 2 sighting points were recorded at 50 points - locations of howling record broadcasting, which is an average of 3.08 response points at each point - location of howling record broadcasting. The presence of a total of 20 territorial packs was estimated, of which 6 are completely within the hunting ground, 8 bordering and 6 outsides but in the immediate vicinity of the hunting ground. The pack density was estimated at 3.65 packs per 10 km² for the hunting ground and 1.89 packs per 10 km² for the effective audibility zone. It was estimated that territorial packs use at least 20.35 km² (53.01%) of the area of the hunting ground. The base (minimum) size of the territory was estimated and ranges 0.96 - 3.88 km² with a mean value of 2.15 km². Among the habitats (according to the NKS system) the most used were habitat type I.2.1. Mosaics of cultivated areas (40.38%) and E. Forests (35.26%). In the period of research jackals used more open (55.13%) and more closed (44.87%) spaces almost equally. It was observed that the points were distributed mainly near the settlements, with 73 points (46.80%) located up to 500 m from the settlements and 53 points (33.97%) from 500-1000 m from the settlements, with the highest density of response

points at 600 m north of the main road in the settlement of Svilna and about 320 m north of the nearest houses. It was hypothesized that the above-mentioned use of space projects the adaptation of the jackal to the conditions in the habitat - the absence of hunting near the settlements, mosaic habitats that are abundant in shelter and suitable surfaces for catching prey, most often small rodents, and the presence of anthropogenic animal waste. This proves the important sanitary role of the jackal in the hunting ground. According to Giannatos (2004), the average pack size is 2-5 individuals, so expected average population size would be about 50 individuals, with a density of 1.3 individuals per km². The total culling rate of jackals in the hunting ground is 20 individuals over 6 hunting years (an average of 3.33 individuals per year). By comparing the estimates of this research and of other conducted related researches, it was determined that the results are in accordance with the literature, realistic and possible.

Key words: mammals, carnivores, golden jackal, hunting, hunting ground XI/114
"Buk"

Izazovi održivosti: Kako (pre)živjeti sutra?

**MATIJA KARAPETRIĆ^{1,2}, FRAN FIŠER^{1,2}, BERNARD KOVAČ^{1,2}, SARA JANUŠ^{1,2},
ANDREJ VINAJ^{1,2}, ANJA LONČAR^{1,2}, FILIP STEVIĆ², TANJA ŽUNA PFEIFFER²
DUBRAVKA ŠPOLJARIĆ MARONIĆ²**

¹ Udruga studenata biologije Osijek – ZOA, Cara Hadrijana 8/A, Osijek

² Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Cara Hadrijana 8/A, Osijek

Kontakt: udrugazoa@gmail.com; matija.karapetric@biologija.unios.hr

Sažetak

Tema održivosti poprima sve veći značaj u visokoobrazovnim institucijama, ne samo kao dio akademskih rasprava već i kroz svakodnevno djelovanje studenata i djelatnika. Budući da se upravo u obrazovnim ustanovama oblikuju vrijednosti i ponašanja budućih stručnjaka i lidera, provedeno je istraživanje s ciljem boljeg razumijevanja percepcija, znanja i praksi vezanih uz održivi razvoj. U sklopu projekta Udruge studenata biologije Osijek – ZOA kreiran je anketni upitnik za studente i djelatnike Odjela za biologiju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku kako bi se ispitale navike, stavovi i djelovanje sukladni principima održivosti. Ukupno je ispitano 94 ispitanika, od čega 65 studenata (69 %) te 29 djelatnika Odjela (31 %). Rezultati su pokazali kako je 50 % ispitanika vrlo dobro, a 45 % djelomično upoznato s pojmom održivosti. Samo nešto više od polovice ispitanika (51 %) poznaje pojam vodenog otiska, ali gotovo 60 % ima vrlo jasan stav o štednji vode i drugih prirodnih resursa. Međutim, svega 13 % ispitanika koristi obnovljive izvore energije, dok ih 27 % ne koristi, a 39 % nije u mogućnosti, uglavnom zbog velikih početnih ulaganja. Korištenje održive ambalaže za različite tipove proizvoda (kozmetika, hrana) veliki broj ispitanika smatra važnim ili vrlo važnim (32-50 ispitanika održivu ambalažu smatra uglavnom važnom). Rezultati ukazuju da iako većina ispitanika shvaća važnost održivog pristupa u svakodnevnom životu ipak postoje razlike u usvojenim navikama i mogućnostima njihove primjene. Istraživanje potvrđuje da je održivost složen i višedimenzionalan proces koji zahtijeva aktivno uključivanje svih članova akademske zajednice. Dobiveni rezultati mogu poslužiti kao polazište za nova istraživanja, kreiranje novih inicijativa i uvođenje edukacijskih programa koji će osigurati da održivi razvoj postane sastavni dio rada i identiteta institucija.

Ključne riječi: održive prakse, ekološka osviještenost, zeleno obrazovanje

Sustainability Challenges: How to survive/live tomorrow?

**MATIJA KARAPETRIĆ^{1,2}, FRAN FIŠER^{1,2}, BERNARD KOVAČ^{1,2}, SARA JANUŠ^{1,2},
ANDREJ VINAJ^{1,2}, ANJA LONČAR^{1,2}, FILIP STEVIĆ², TANJA ŽUNA PFEIFFER²,
DUBRAVKA ŠPOLJARIĆ MARONIĆ²**

¹ Association of Biology Students Osijek – ZOA, Cara Hadrijana 8/A, Osijek, Croatia

² Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Biology, Cara Hadrijana 8/A, Osijek, Croatia

Corresponding author: udrugazoa@gmail.com; matija.karapetric@biologija.unios.hr

Abstract

The topic of sustainability is becoming increasingly significant in higher education institutions, not just in academic discussions but also in the daily activities of students and staff. Since these educational environments play a crucial role in shaping the values and behaviors of future professionals and leaders, we conducted a study to gain a deeper understanding of perceptions, knowledge, and practices related to sustainable development. This research, part of the project by the Association of Biology Students Osijek – ZOA, focused on two groups: students and staff from the Department of Biology in Osijek. To explore their habits regarding sustainability, we invited both groups to fill out a survey questionnaire. This helped us gather a broader perspective on their attitudes and behaviors, with the responses serving as a valuable tool for tackling sustainability challenges. A total of 94 participants took part in the study, including 65 students (69%) and 29 staff members (31%). When we compared the results, we found that 50% of respondents felt very familiar with the concept of sustainability, while 45% considered themselves somewhat familiar. Additionally, nearly 60% emphasized the importance of conserving water and resources. However, when asked about the use of renewable energy sources (e.g., solar panels), only 13% reported using them, 27% reported not using them, and 39% stated that they were unable to do so, presumably due to the high acquisition costs. The analysis of these findings indicates certain differences in approaches to sustainability, although the majority of respondents acknowledged the need to enhance sustainability and to integrate it into daily life. In conclusion, this study highlights that sustainability is not just a simple concept; it's a complex and multifaceted journey that needs everyone in the academic community to pitch in. The findings we've gathered could lay the groundwork for launching new initiatives, creating educational programs, and drafting strategic documents that ensure sustainable

development becomes a core part of how the institution operates and defines itself.

Key words: sustainable practices, environmental awareness, perceptions

Bioraznolikost – invazivna flora i fauna u Parku prirode „Kopački rit”

**MATIJA KARAPETRIĆ, KARLA PROVČI, LEONA MATKOVIĆ, BARBARA
TUNJIĆ, LUKA PUJEZ, MALU CELIĆ, FRAN FIŠER, BORNA BESEDIĆ, ROCCO
NEKIĆ, FABIJAN BRKIĆ**

Udruga studenata biologije Osijek – ZOA, Cara Hadrijana 8/A, Osijek

Dopisni autor: udrugazoa@gmail.com

Sažetak

Kopački rit predstavlja jedno od većih i važnijih močvarnih područja u ovom dijelu Europe, čime predstavlja jedan izuzetno vrijedan ekosustav s visokom razinom biološke raznolikosti. Ipak, kao i većina zaštićenih područja, danas je sve više izložen pritiscima unošenja i širenja invazivnih biljnih i životinjskih vrsta, koje mogu značajno narušiti prirodne ekološke ravnoteže. Cilj ovog istraživanja, bio je evidentirati prisutnost invazivne flore i faune na području Parka prirode „Kopački rit”, analizirati njihov trenutni status te predvidjeti moguće daljnje širenje. Dosadašnji rezultati obuhvaćaju uzorkovanje na nekoliko reprezentativnih lokaliteta unutar Parka. Uočene su brojne, već poznate invazivne vrste, poput *Solidago gigantea* (velika zlatnica), *Ambrosia artemisifolia* (pelinolisni limundžik) te *Phytolacca americana* (američki kermes) od biljnih vrsta, te *Myocastor coypus* (barska nutrija) od životinjskih vrsta. Možemo reći kako naše analize potvrđuju da je dinamika širenja tih vrsta u porastu, što može imati negativan utjecaj na autohtone populacije i funkcioniranje ekosustava. Iako je dio uzoraka već obrađen, očekuje se kako će daljnje analize otkriti prisutnost još nekoliko do sada invazivnih biljnih i životinjskih vrsta. Takva saznanja pridonijet će boljem razumijevanju procesa bioloških invazija u močvarnim staništima te omogućiti učinkovitije planiranje mjera zaštite i upravljanja. Istraživanje potvrđuje da je invazivna flora i fauna značajan izazov za očuvanje prirodne baštine Kopačkog rita. Sustavno praćenje, zajedno s pravovremenim mjerama kontrole, nužno je kako bi se očuvala biološka raznolikost i funkcionalnost ovog jedinstvenog ekosustava.

Ključne riječi: biološke invazije, zaštićena područja, ekološki monitoring

Biodiversity – invasive flora and fauna in Kopački rit Nature Park

MATIJA KARAPETRIĆ, KARLA PROVČI, LEONA MATKOVIĆ, BARBARA
TUNJIĆ, LUKA PUJEZ, MALU CELIĆ, FRAN FIŠER, BORNA BESEDIĆ, ROCCO
NEKIĆ, FABIJAN BRKIĆ

Biology Students Association - ZOA, Cara Hadrijana 8/A, Osijek, Croatia

Corresponding author: udrugazoa@gmail.com

Abstract

Kopački Rit stands out as one of the largest and most significant wetland areas in this part of Europe, showcasing an incredibly valuable ecosystem teeming with biodiversity. However, like many protected areas, it faces growing challenges from the introduction and spread of invasive plant and animal species, which can seriously upset the natural ecological balance. This research aimed to document the presence of invasive flora and fauna within Kopački Rit Nature Park, assess their current status, and forecast their potential spread. So far, we've gathered results from sampling at various representative sites within the park. We've spotted several well-known invasive species, including *Solidago gigantea* (giant goldenrod), *Ambrosia artemisiifolia* (common ragweed), and *Phytolacca americana* (American pokeweed) among the plants, as well as *Myocastor coypus* (nutria) among the animals. Our analyses indicate that the spread of these species is on the rise, which could negatively impact native populations and the overall functioning of the ecosystem. While some samples have already been processed, we anticipate that further analyses will uncover even more invasive plant and animal species. These findings will enhance our understanding of biological invasion processes in wetland habitats and help us plan more effective protection and management strategies. This research highlights that invasive flora and fauna pose a significant threat to preserving the natural heritage of Kopački Rit. Systematic monitoring, paired with timely control measures, is crucial for maintaining the biodiversity and functionality of this unique ecosystem.

Key words: biological invasions, protected areas, ecological monitoring

Ekoturizam u kopačkom ritu: ravnoteža između očuvanja i razvoja

KARLA KARIJ

Dječji vrtić „Ivana Brlić Mažuranić“, Naselje Andrije Hebranga 11/1, Slavonski Brod

Dopisni autor: karla.karij99@gmail.com

Sažetak

Ekoturizam je oblik održivog turizma koji stavlja naglasak na očuvanje prirode, prirodne ljepote, edukaciju posjetitelja, zajedništvo i dobrobit lokalne zajednice. Kopački rit, jedno od najvažnijih močvarnih područja Europe, smješten na istočnoj strani, a osnovan je kao Park prirode 1976. godine. Ljepota prirode koja pruža jedinstveni spoj prirodne raznolikosti i potencijal za održivi turizam. Jedan od glavnih ciljeva održivog turizma očuvanje destinacije, prirodnih i kulturnih resursa te ravnoteža između turističkog razvoja i očuvanja lokalnih vrijednosti. Održivi ekoturizam za razliku od masovnog turizma promiče pristojno i odgovorno ponašanje turista, koristi lokalne resurse i uključuje lokalnu zajednicu u promoviranje destinacije Kopački rit. Postizanje ravnoteže između očuvanja prirodnih vrijednosti i socioekonomskog razvoja jedan je od ključnih u upravljanju zaštićenim područjima Kopačkog rita. Riječ je o ravnoteži između prostorno izuzetne biološke vrijednosti osjetljive na promjene/utjecaje okoline i lokalne zajednice koji omogućuju gospodarsku aktivnost. Uprava Parka prirode Kopački rit razvija održivo upravljanje, koji uključuje zabranjene zone uz organiziranu turističku ponudu. Turističke aktivnosti poput posjećivanja Parka prirode, vožnja brodom, promatranje biljnog i životinjskog svijeta su unaprijed organizirane kako bi se smanjio njihov utjecaj na prirodu Kopačkog rita. Očuvanje prirode ne znači isključiti čovjeka, već poticati razvoj koji je sukladan s očuvanjem prirodnih vrijednosti koje dugoročno osiguravaju očuvanje za buduće generacije.

Ključne riječi: lokalna zajednica, održivi turizam, Park prirode, ravnoteža

Ecotourism in kopački rit: balancing conservation and development

KARLA KARIJ

Kindergarten „Ivana Brlić Mažuranić“, Naselje Andrije Hebranga 11/1, Slavonski Brod, Croatia

Corresponding author: karla.karij99@gmail.com

Abstract

Ecotourism is a form of sustainable tourism that emphasizes nature conservation, natural beauty, visitor education, community engagement, and the well-being of the local population. Kopački Rit, one of the most important wetland areas in Europe, is located in eastern Croatia and was established as a Nature Park in 1976. Its natural beauty offers a unique blend of biodiversity and potential for sustainable tourism. One of the main goals of sustainable tourism is to preserve the destination, its natural and cultural resources, and to maintain a balance between tourism development and the protection of local values. Unlike mass tourism, sustainable ecotourism promotes respectful and responsible tourist behavior, utilizes local resources, and involves the local community in promoting the Kopački Rit destination. Achieving a balance between the conservation of natural values and socio-economic development is one of the key challenges in managing protected areas like Kopački Rit. This balance involves the preservation of a highly valuable and sensitive natural area while allowing the local community to engage in economic activities. The management of Kopački Rit Nature Park applies a model of sustainable management, which includes strictly protected zones alongside organized tourist services. Activities such as visiting the Nature Park, boat rides, and observing plant and animal life are carefully planned in advance to minimize their impact on the environment of Kopački Rit. Nature conservation does not mean excluding people, but rather encouraging development that aligns with the preservation of natural values, ensuring long-term protection for future generations.

Key words: local community, sustainable tourism, Nature Park, balance

Poboljšanje biodostupnosti ukupnih hidroksicimetnih kiselina, fenola i flavonola u lukovicama običnog luka

PETRA KAŠNJAR PERKOVIĆ¹, VALERIJA VUJČIĆ BOK¹, LUCIJA RUBINIĆ¹,
SANJA GAGIĆ¹, IVANA ŠOLA², GORDANA RUSAK², ŽELJAN MALEŠ¹

¹ Sveučilište u Zagrebu Farmaceutsko-biokemijski fakultet, Zavod za farmaceutsku
botaniku, Schrottova 39, Zagreb

² Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Horvatovac
102a, Zagreb

Dopisni autor: vvujcibok@pharma.unizg.hr

Sažetak

Obični luk (*Allium cepa* L.) smatra se jednom od najčešće uzgajanih i konzumiranih povrtnih kultura u svijetu. Osim u kulinarsvu, luk ima dugu povijest primjene u tradicionalnoj medicini. Fitokemijski sastav luka uključuje mnoge bioaktivne spojeve kojima se pripisuju antimikrobna, antioksidacijska, protuupalna i antidijabetička svojstva. Kamilica (*Matricaria chamomilla* L.) ubraja se među najvažnije ljekovite biljke tradicionalne i suvremene medicine. Njezini bioaktivni spojevi, poput flavonoida i fenolnih kiselina, odgovorni su za njezine farmakološke učinke, uključujući protuupalno i antioksidacijsko djelovanje. U provedenom eksperimentu nastojalo se obogatiti obični luk biološki aktivnim spojevima. Kako bi se postigla poboljšana bioaktivnost i obogatio fitokemijski sastav luka, koristio se vodeni ekstrakt kamilice (12 g/L kroz 24 sata), koji je služio kao donor metabolita. Ispitivani su ekstrakti lukovice te se analizirala biodostupnost ukupnih hidroksicimetnih kiselina, fenola i flavonola. Etanolni ekstrakti lukovica pripremljeni su rotacijskom ekstrakcijom od suhih i usitnjenih lukovica. Biodostupnost je bila ispitana nakon svake faze *in vitro* probave te su rezultati prikazani kao normirane vrijednosti. Analizom je utvrđeno statistički značajno povećanje biodostupnosti ukupnih hidroksicimetnih kiselina u svim fazama probave. U oralnoj fazi uzorci izloženi tretmanu imali su značajno veću biodostupnost (99,3 %) u odnosu na kontrolnu skupinu u deioniziranoj vodi (70,6 %). U želučanoj fazi također je zabilježeno značajno povećanje biodostupnosti kod tretiranih uzoraka (87,8 %) u odnosu na kontrolni uzorak (65,0 %). Najveći postotak biodostupnosti je uočen u crijevnoj fazi (100 %), dok je u kontrolnom uzorku iznosila 65,6 %. Biodostupnost ukupnih fenola u usnoj šupljini postigla je vrijednost od 100 % u odnosu na kontrolni uzorak u kojem vrijednost iznosi 65,0 %, dok su vrijednosti u želucu i crijevima iznosile 86,2 % i 58,4 %, naspram 31,2 % i 43,4 % kod kontrolne skupine. Vrijednost biodostupnosti ukupnih flavonola u fazi oralne probave u uzorku je značajno veća

kod tretmana (100,0 %), u usporedbi s 73,1 % kod kontrolnog uzorka. U želucu je biodostupnost bila značajno veća (73,4 %), u odnosu na kontrolni uzorak (58,9 %). Značajno povećanje ukupnih flavonola uočeno je i u crijevima kod tretiranih uzoraka 82,8 %, a u odnosu na kontrolne uzorke 62,3 %. Dobiveni rezultati ukazuju na to da tretman vodenim ekstraktom kamilice učinkovito poboljšava biodostupnost i stabilnost bioaktivnih tvari tijekom probave, čime se povećava ljekovita vrijednost luka.

Ključne riječi: *Allium cepa* L., lukovica, polifenoli, biodostupnost

Improving the bioaccessibility of total hydroxycinnamic acids, phenols and flavonols in onion bulbs

PETRA KAŠNJAR PERKOVIĆ¹, VALERIJA VUJČIĆ BOK¹, LUCIJA RUBINIĆ¹,
SANJA GAGIĆ¹, IVANA ŠOLA², GORDANA RUSAK², ŽELJAN MALEŠ¹

¹ University of Zagreb, Faculty of Pharmacy and Biochemistry Department of
Pharmaceutical Botany, Schrottova 39, Zagreb, Croatia

² University of Zagreb, Faculty of Science Department of Biology, Horvatovac 102a, Zagreb,
Croatia

Corresponding author: vvujcicbok@pharma.unizg.hr

Abstract

Common onion (*Allium cepa* L.) is considered one of the most widely cultivated and consumed vegetable crops globally. In addition to its culinary use, the onion has a long history of use in traditional medicine. Its phytochemical composition includes numerous bioactive compounds to which antimicrobial, antioxidant, anti-inflammatory, and antidiabetic properties are attributed. Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) is recognized as one of the most important medicinal plants in both traditional and modern medicine. Its bioactive compounds, such as flavonoids and phenolic acids, are responsible for its pharmacological effects, including anti-inflammatory and antioxidant activity. The aim of this study was to enrich the common onion with biologically active compounds. To enhance the bioactivity and improve the phytochemical profile of the onion, an aqueous chamomile extract (12 g/L for 24 hours) was used as a donor of metabolites. Onion bulb extracts were examined, and the bioaccessibility of total hydroxycinnamic acids, phenols, and flavonols was analyzed. Ethanol extracts of the bulbs were prepared using rotary extraction from dried and ground bulbs. Bioaccessibility was assessed after each phase of *in vitro* digestion, and results were presented as normalized values. The analysis showed a statistically significant increase in the bioaccessibility of total hydroxycinnamic acids in all phases of digestion. In the oral phase, treated samples exhibited significantly higher bioaccessibility (99.3%) compared to the control group in deionized water (70.6%). In the gastric phase, treated samples again showed significantly increased bioaccessibility (87.8%) relative to the control (65.0%). The highest bioaccessibility was recorded in the intestinal phase (100%), while the control reached 65.6%. Total phenol bioaccessibility in the oral phase reached 100% in the treated sample versus 65.0% in the control. In the gastric and intestinal phases, values were 86.2% and 58.4% respectively, compared to 31.2% and 43.4% in the control. The bioaccessibility of total flavonols in the oral phase

was significantly higher in the treated sample (100.0%) compared to the control (73.1%). In the gastric phase, bioaccessibility was 73.4% in the treated sample versus 58.9% in the control. A significant increase in total flavonols was also observed in the intestinal phase (82.8%) compared to the control (62.3%). These results indicate that treatment with chamomile aqueous extract effectively improves the bioaccessibility and stability of bioactive compounds during digestion, thereby enhancing the medicinal value of onion.

Key words: *Allium cepa* L., bulb, polyphenols, bioaccessibility

Intraspecifična varijabilnost vrste *Ophiostoma novo-ulmi* na temelju standardnih DNA barkod markera

KARLA KOVAČEVIĆ¹, LJILJANA KRSTIN¹, MIRNA ĆURKOVIĆ-PERICA²,
ZDENKO TURNIŠKI³, MARILENA IDŽOJTIĆ⁴, ZORANA KATANIĆ¹

¹ Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Cara Hadrijana 8/A, Osijek

² Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Horvatovac 102a, Zagreb

³ Hrvatske šume d.o.o., Direkcija, Sektor za zelenu energiju i projekte sufinancirane sredstvima EU fondova i međunarodne projekte, Služba za projekte sufinancirane sredstvima EU fondova i međunarodne projekte, Ulica kneza Branimira 1, Zagreb

⁴ Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Svetošimunska cesta 23, Zagreb

Dopisni autor: karla.kovacevic@biologija.unios.hr

Sažetak

Brijestovi (*Ulmus* spp.) su vrijedne listopadne drvenaste vrste koje se intenzivno suše i propadaju zbog širenja holandske bolesti brijesta. Ovu su bolest tijekom dvije uzastopne pandemije uzrokovala srodne vrste gljiva mješinarki, *Ophiostoma ulmi* i *O. novo-ulmi*. Vrste *O. ulmi* i *O. novo-ulmi* nisu bile potpuno reproduktivno izolirane te je njihova interakcija rezultirala introgresijom gena, što je imalo velik utjecaj na evoluciju *O. novo-ulmi*. Današnji uzročnik bolesti obuhvaća dvije podvrste *O. novo-ulmi*, subsp. *novo-ulmi* i subsp. *americana*, te njihove fertile hibride. Hibridizacija i mogućnost postojanja različitog udjela DNA roditeljskih linija u genomu, osim što može značajno utjecati na njihova svojstva, također utječe i na mogućnost precizne identifikacije. Dosadašnja istraživanja provedena na području Hrvatske pokazala su široku zastupljenost holandske bolesti brijesta na različitim i međusobno odvojenim lokalitetima te prisutnost hibridnih genotipova na većini istraženih lokaliteta. U ovom istraživanju korišteni su izolati *O. novo-ulmi* s četiri lokaliteta: Kopački rit, Nova Kapela, Bjelovar i Istra. Pripadnost vrsti *O. novo-ulmi* potvrđena je na temelju rasta micelija i morfologije izolata u kulturi te na temelju determinacijskih gena *col1* i *cu* čija je nukleotidna sekvenca bila identična sekvencama specifičnim za subsp. *novo-ulmi* ili subsp. *americana*. Cilj je bio analizirati varijabilnost sekvenci genskih markera ITS, β -tubulina i EF1- α između jedinki vrste *O. novo-ulmi*. ITS regija se pokazala primjenjivom za identifikaciju vrste i razlikovanje *O. novo-ulmi* od ostalih srodnih vrsta, a svi izolati iz hrvatskih populacija imali su identičnu nukleotidnu sekvencu ove regije. Jednako tako, specifičan za vrstu bio je i β -tubulin, iako je intraspecifična varijabilnost ovog

gena bila nešto veća. Za razliku od toga, EF1- α ukazao je na veću raznolikost među izolatima. Filogenetska analiza na temelju ovog gena ukazala je na postojanje dvije jasno odvojene linije patogena u istraženim populacijama, od kojih je jedna imala EF1- α sekvencu identičnu sekvenci vrste *O. ulmi*. Pretpostavlja se da bi rezultati dobiveni za EF1- α mogli biti uzorkovani introgresijom *O. ulmi* EF1- α gena koji je zadržan u ovoj liniji *O. novo-ulmi*. Rezultati ovog istraživanja naglašavaju složenu evolucijsku povijest *O. novo-ulmi*, uključujući introgresiju i horizontalni prijenos gena te ukazuju na potrebu za primjenom dodatnih metoda koje bi mogle dati cjelovitiji prikaz populacijske strukture i dinamike ove fitopatogene vrste na području Hrvatske.

Ključne riječi: biljni patogeni, holandska bolest brijesta, ITS, β -tubulin, EF1- α

Intraspecific variability of *Ophiostoma novo-ulmi* based on commonly used DNA barcode markers

KARLA KOVAČEVIĆ¹, LJILJANA KRSTIN¹, MIRNA ČURKOVIĆ-PERICA²,
ZDENKO TURNIŠKI³, MARILENA IDŽOJTIĆ⁴, ZORANA KATANIĆ¹

¹ Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Biology, Cara Hadrijana 8/A, Osijek, Croatia

² University of Zagreb, Faculty of Science, Department of Biology, Horvatovac 102a, Zagreb, Croatia

³ Croatian Forests Ltd., Directorate, Sector for Green Energy and Projects Co-financed by EU Funds and International Projects, Service for Projects Co-financed by EU Funds and International Projects, Ulica kneza Branimira 1, Zagreb, Croatia

⁴ University of Zagreb, Faculty of Forestry and Wood Technology, Department of Forest Genetics, Dendrology and Botany, Svetošimunska cesta 23, Zagreb, Croatia

Corresponding author: karla.kovacevic@biologija.unios.hr

Abstract

Elms (*Ulmus* spp.) are valuable deciduous woody species that are severely affected by the spread of Dutch elm disease. Two consecutive pandemics of the disease were caused by related ascomycetes, *Ophiostoma ulmi* and *O. novo-ulmi*. The species *O. ulmi* and *O. novo-ulmi* were not completely reproductively isolated, and their interaction resulted in gene introgression, which had a major impact on the evolution of *O. novo-ulmi*. The current agent of the disease includes two subspecies of *O. novo-ulmi*, subsp. *novo-ulmi* and subsp. *americana*, and their fertile hybrids. In addition to significantly affecting their characteristics, hybridization and the possibility of different proportions of parental DNA in the genome could also affect the precision of their identification. Previous research conducted in Croatia has shown a wide distribution of Dutch elm disease in different and mutually separated sites and the presence of hybrid genotypes in most of them. In this research, isolates of *O. novo-ulmi* from four sites were used: Kopački rit, Nova Kapela, Bjelovar and Istria. The identification of *O. novo-ulmi* was confirmed based on the mycelial growth and morphology of the isolates in culture, as well as the *col1* and *cu* determination genes, which had subsp. *novo-ulmi* or subsp. *americana* specific sequences. The aim was to analyze the intraspecific sequence variability of the gene markers ITS, β -tubulin and EF1- α among different *O. novo-ulmi* genotypes. The ITS region proved applicable for species identification and distinguishing *O. novo-ulmi* from other related species, and all isolates from Croatian populations had an identical nucleotide sequence of this region. Likewise, β -tubulin was species-specific, although the intraspecific variability of this gene

was somewhat higher. In contrast, EF1- α indicated greater diversity among isolates. The phylogenetic analysis based on this gene indicated the existence of two clearly separated lineages of the pathogen in the investigated populations, one of which had an EF1- α sequence identical to *O. ulmi*. It is assumed that this could result from the introgression of the *O. ulmi* EF1- α gene that is retained in this *O. novo-ulmi* lineage. The findings of this study emphasize the complex evolutionary history of *O. novo-ulmi*, encompassing introgression and horizontal gene transfer, and point to the necessity for the implementation of additional methodologies that could offer a more comprehensive understanding of the population structure and dynamics of this phytopathogenic species in Croatia.

Key words: plant pathogens, Dutch elm disease, ITS, β -tubulin, EF1- α

Potencijal prirodne obnove poplavnih šuma: početna saznanja

**NEMANJA KOVAČEVIĆ¹, MARINA PETRIĆ², IVANA VASIĆ³, BOJAN TUBIĆ³,
MARKO MARINKOVIĆ³**

¹ Inspira Vivo Grupa, Vožda Karađorđa 5a, Orašac, Srbija

² WWF Adria, Boškovićeve 2, Zagreb

³ Javno preduzeće „Vojvodinašume“, Preradovićeve 2, Petrovaradin, Srbija

Dopisni autor: nejanja@inspiravivo.com; mrgic@wwfadria.org; ivana.vasic@vojvodinasume.rs

vojvodinasume.rs; btubic@vojvodinasume.rs; marko.marinkovic@vojvodinasume.rs

Sažetak

Ovaj rad predstavlja početne rezultate pokusa usmjerenog na prirodnu obnovu poplavnih šuma unutar Specijalnog rezervata prirode „Gornje Podunavlje“, koji je dio UNESCO-ova Prekograničnog rezervata biosfere Mura-Drava-Dunav (TBR MDD). Primarni cilj bio je usporediti učinkovitost prirodne obnove u odnosu na konvencionalne metode sadnje u obnovi autohtonih mješovitih poplavnih šuma. Pokusuključuje uspostavu dviju parcela površine 0,25 ha, na kojima je prirodna obnova omogućena bez ljudske intervencije. Provedeno je praćenje prisutnosti, brojnosti i rasta autohtonih i invazivnih biljnih vrsta. Metodologija se temeljila na prethodnoj metaanalizi 35 studija o prirodnoj obnovi poplavnih šuma, koja je provedena s ciljem identificiranja ključnih okolišnih i upravljačkih čimbenika koji utječu na uspješnost obnove te kako bi se osigurao čvrst okvir za plan praćenja. Analiza je identificirala hidrologiju kao najvažniji čimbenik, pri čemu prirodni režimi poplava imaju ključnu ulogu u raspršivanju sjemena i širenja vrsta. Također je potvrđeno da antropogeni utjecaji poput regulacije rijeka i prisutnosti invazivnih vrsta, poput *Ailanthus altissima* i *Robinia pseudoacacia*, predstavljaju značajne prepreke. Preliminarni rezultati s dvije pokusne parcele – jedne na višem terenu (Pokus 1) i druge na nižem terenu (Pokus 3) – pokazali su značajne razlike, prvenstveno pod utjecajem hidrologije. U Pokusu 1 dominantna vrsta bila je autohtona *Cornus sanguinea* s gustoćom od 6.400 biljaka/ha, dok su autohtone vrste drveća bile prisutne u znatno manjem broju – samo 80 stabala/ha. Invazivne vrste bile su minimalno prisutne. Nasuprot tome, Pokus 3 bio je pod dominacijom invazivne vrste *Fraxinus pennsylvanica*, s visokom gustoćom od 3.280 stabala/ha, što je učinkovito onemogućilo uspostavu autohtonih vrsta drveća, koje su bile prisutne u vrlo malom broju (16 stabala/ha). Dominacija invazivnih vrsta na niže položenoj parceli pripisuje se produženom poplavnom razdoblju i uvjetima tla koji pogoduju njihovom agresivnom širenju. Zaključno, početni podaci upućuju na to da prirodna obnova ima potencijal, ali njezin uspjeh uvelike ovisi o specifičnim

hidrološkim i topografskim uvjetima. Prisutnost invazivnih vrsta, osobito *Fraxinus pennsylvanica*, predstavlja značajnu prijetnju prirodnim procesima obnove u određenim područjima. Ova studija pruža ključnu početnu osnovu za buduće praćenje i doprinosi razvoju održivijih i učinkovitijih strategija obnove.

Ključne riječi: monitoring, metaanaliza, poplavna šuma, prirodna obnova šuma, invazivne vrste, UNESCO Rezervat biosfere Mura-Drava-Dunav

Natural Floodplain Forests Regeneration Potential: Initial Findings

NEMANJA KOVAČEVIĆ¹, MARINA PETRIĆ², IVANA VASIĆ³, BOJAN TUBIĆ³,
MARKO MARINKOVIĆ³

¹ Inspira Vivo Group, Vožda Karađorđa 5a, Orašac, Serbia

² WWF Adria, Boškovićeve 2, Zagreb, Croatia

³ Public Enterprise „Vojvodinašume“, Preradovićeve 2, Petrovaradin, Serbia

Corresponding author: nemanja@inspiravivo.com; mgrgic@wwfadria.org; ivana.vasic@vojvodinasume.rs; btubic@vojvodinasume.rs; marko.marinkovic@vojvodinasume.rs

Abstract

This study presents the initial findings of a trial focused on the natural regeneration of floodplain forests within the "Gornje Podunavlje" Special Nature Reserve, part of the UNESCO's Transboundary Biosphere Reserve Mura-Drava-Danube (TBR MDD). The primary objective was to compare the effectiveness of natural regeneration against conventional planting methods for restoring native mixed floodplain forests. The trial involved establishing two 0.25-hectare plots where natural regeneration was allowed to occur without human intervention. Monitoring was conducted to assess the presence, abundance, and growth of native and invasive plant species. The methodology for this trial was informed by a prior meta-analysis of 35 studies on natural floodplain forest regeneration that was conducted to identify key environmental and management factors influencing regeneration success and to provide a robust framework for our monitoring plan. The analysis identified hydrology as the most crucial factor, with natural flood regimes playing a vital role in seed dispersal and species establishment. It also confirmed that human impacts like river regulation and the presence of invasive species, such as *Ailanthus altissima* and *Robinia pseudoacacia*, are significant barriers. Preliminary results from two trial plots, one on higher ground (Trial 1) and another on lower ground (Trial 3), revealed significant differences influenced primarily by hydrological conditions. In Trial 1, the dominant species was native shrub *Cornus sanguinea* with a density of 6,400 plants/ha, while native tree species were limited to only 80 trees/ha. Invasive species were minimal. In contrast, Trial 3 was dominated by the invasive tree species *Fraxinus pennsylvanica*, with a high density of 3,280 trees/ha, effectively preventing the establishment of native tree species, which were present in extremely low numbers (16 trees/ha). The dominance of invasive species in the lower-lying plot is attributed to prolonged flooding and soil conditions that favour their aggressive propagation. In conclusion, the initial data suggests that while natural regeneration has potential, its success is highly

dependent on specific hydrological and topographical conditions. The presence of invasive species, particularly *Fraxinus pennsylvanica*, poses a significant threat to the natural restoration process in certain areas. This study provides a crucial baseline for future monitoring and will inform more sustainable and effective restoration strategies.

Key words: monitoring, meta-analysis, floodplain forest, natural forest regeneration, invasive species, UNESCO Biosphere Reserve Mura-Drava-Danube

Raznolikost faune tvrdih krpelja (Acari: Ixodidae) zelenih površina na području grada Osijeka

LORA KRČMAR, LEONARDA SUDAR, MONIKA KADAK, STJEPAN KRČMAR

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Cara Hadrijana 8/A, Osijek

Dopisni autor: stjepan@biologija.unios.hr

Sažetak

Tvrđi krpelji (Acari: Ixodidae) značajni su vektori patogenih mikroorganizama na ljude i životinje, osobito kućne ljubimce te su predmet brojnih medicinskih i veterinarskih istraživanja. Na području Osijeka i većine urbanih područja u Hrvatskoj nedostaje podataka o njihovoj raznolikosti, što je bio poticaj za provedbu ovog istraživanja. Krpelji su uzorkovani potezanjem krpeljne zatege (bijelo platno 1×1 m) dva puta mjesečno od sredine svibnja do kraja kolovoza 2025. godine na sedam lokaliteta (livade, parkovi, dječja igrališta, obala rijeke Drave i parkovi za kućne ljubimce). Ukupno je prikupljeno 59 krpelja svrstanih u tri vrste: *Dermacentor reticulatus* (Fabricius, 1794), *Ixodes ricinus* (Linnaeus, 1758) i *Haemaphysalis concinna* Koch, 1844. Najbrojnija vrsta tvrdih krpelja je *I. ricinus* s 96.61 % zastupljenosti u skupljenom uzorku, dok nalaz vrste *D. reticulatus* predstavlja prvi zabilježeni nalaz u gradu Osijeku. Najveća brojnost krpelja zabilježena je u svibnju (74.57 %), potom u lipnju (16.94 %) i srpnju (8.47 %). Najviše krpelja pronađeno je na lokalitetima uz lijevu obalu rijeke Drave, gdje prevladavaju šume, šikare i livade, dok su parkovi i održavane gradske površine imale manji broj jedinki. Na osnovi ranije obavljenih i sadašnjih istraživanja na području grada Osijeka utvrđene su tri vrste tvrdih krpelja.

Ključne riječi: tvrdi krpelji, Ixodidae, zelene površine, Osijek, Hrvatska

Diversity of hard tick fauna (Acari: Ixodidae) in green areas in the City of Osijek

LORA KRČMAR, LEONARDA SUDAR, MONIKA KADAK, STJEPAN KRČMAR

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Biology, Cara Hadrijana 8/A, Osijek, Croatia

Corresponding author: stjepan@biologija.unios.hr

Abstract

Hard ticks (Acari: Ixodidae) are important vectors of pathogenic microorganisms in humans and animals, particularly pets, and are therefore the subject of numerous medical and veterinary studies. In Osijek, as well as in most urban areas in Croatia, data on their diversity are scarce, which was the main motivation for this research. Ticks were collected by dragging flagging method (white cloth, 1×1 m) twice a month from mid-May to the end of August 2025 at seven localities (meadows, parks, playgrounds, the Drava riverbank, and dog parks). A total of 59 ticks were collected and classified into three species: *Dermacentor reticulatus* (Fabricius, 1794), *Ixodes ricinus* (Linnaeus, 1758), and *Haemaphysalis concinna* Koch, 1844. The most abundant species was *I. ricinus*, accounting for 96.61% of the collected sample, while the presence of *D. reticulatus* represents the first record of this species in the city of Osijek. The highest abundance was recorded in May (74.57%), followed by June (16.94%) and July (8.47%). Most ticks were collected along the left bank of the Drava River, where forests, thickets, and meadows dominate, while parks and regularly maintained urban green areas had lower numbers of specimens. Based on previous and current research in the city of Osijek, three species of hard ticks have been identified.

Key words: hard ticks, Ixodidae, green areas, Osijek, Croatia

Proljetna i ljetna dinamika tvrdih krpelja (Acari: Ixodidae) u šumi topole na lijevoj obali rijeke Drave u gradu Osijeku

STJEPAN KRČMAR, LORA KRČMAR

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Cara Hadrijana 8/A, Osijek

Dopisni autor: stjepan@biologija.unios.hr

Sažetak

Sezonska aktivnost tvrdih krpelja (Acari: Ixodidae) ovisi o različitim okolišnim čimbenicima poput temperature zraka, vlažnosti opalog lišća i vegetacije te duljine dnevnog osvjetljenja (fotoperioda). Iako je većina vrsta aktivna pri temperaturama između 5 °C i 30 °C te relativnoj vlažnosti iznad 80 % u površinskom sloju vegetacije, neke vrste ostaju aktivne i pri temperaturama oko 0 °C tijekom zimskih mjeseci. Istraživanje je provedeno u plantažnoj šumi topole (*Populus* sp.) na lijevoj obali rijeke Drave u Osijeku (katastarska čestica broj 619, Tvrđavica-Podravlje) tijekom proljetnih (ožujak, travanj, svibanj) i ljetnih mjeseci (lipanj, srpanj, kolovoz). Uzorkovanje je obavljano dvaput mjesečno metodom potezanja krpeljne zatege, odnosno bijelog platna (1 m x 1 m) na tlu i vegetaciji uz rub šumskih staza. Ukupno je prikupljeno 465 jedinki tvrdih krpelja, svrstanih u dvije vrste: *Ixodes ricinus* (Linnaeus, 1758) i *Haemaphysalis concinna* Koch, 1844. Vrsta *I. ricinus* zastupljena je s 410 jedinki, dok je vrsta *H. concinna* zastupljena s 55 jedinki. Najveća brojnost obje vrste zabilježena je u svibnju (proljeće) i lipnju (ljetno). Kod vrste *I. ricinus*, odrasle jedinke činile su 82.20 % proljetnog uzorka, dok su ljeti bile zastupljene s 71.42 %. Kod vrste *H. concinna*, 84.61 % odraslih jedinki zabilježeno je u proljetnim mjesecima, a 68.96 % u ljetnim. U svim mjesecima istraživanog razdoblja odrasle jedinke bile su brojnije od nimfi, dok stadiji larve nisu zabilježeni. Najveća brojnost krpelja zabilježena je u svibnju, što se može povezati s povoljnim klimatskim uvjetima u proljeće s obzirom na količinu padalina i temperaturu zraka.

Ključne riječi: tvrdi krpelji, Ixodidae, listopadna šuma, Osijek, Hrvatska

Spring and summer dynamics of hard ticks (Acari: Ixodidae) in a poplar forest on the left bank of the Drava River in the City of Osijek

STJEPAN KRČMAR, LORA KRČMAR

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Biology, Cara Hadrijana 8/A,
Osijek, Croatia

Corresponding author: stjepan@biologija.unios.hr

Abstract

The seasonal activity of hard ticks (Acari: Ixodidae) depends on various environmental factors such as air temperature, humidity of leaf litter and vegetation, and photoperiod. While most species are active at air temperatures between 5 °C and 30 °C and at relative humidity levels above 80% in the surface layer of vegetation, some species remain active even at temperatures around 0 °C during the winter months. This study was conducted in a poplar plantation forest (*Populus* sp.) located on the left bank of the Drava River in Osijek, (cadastral parcel no. 619, Tvrdavica–Podravlje) during the spring (March, April, May) and summer months (June, July, August). Tick sampling was performed twice per month using the dragging flagging method with a 1 m x 1 m white cloth across the ground and vegetation along the edges of forest paths. A total of 465 hard tick specimens were collected, identified as two species: *Ixodes ricinus* (Linnaeus, 1758) and *Haemaphysalis concinna* Koch, 1844. The species *I. ricinus* is represented by 410 specimens, while the species *H. concinna* is represented by 55 specimens. The highest abundance for both species was recorded in May (spring) and June (summer). In *I. ricinus*, adult individuals represented 82.20% of the spring sample, while in summer they accounted for 71.42%. For *H. concinna*, 84.61% of the adults were recorded in spring, and 68.96% in summer. Adult ticks outnumbered nymphs during all months of the study period, and no larval stages were recorded. The highest number of ticks was recorded in May, which can be associated with favorable climatic conditions in spring, considering the amount of precipitation and air temperature.

Key words: hard ticks, Ixodidae, deciduous forest, Osijek, Croatia

Edukativni programi o strogo zaštićenoj vrsti leptira kiseličinog vatrenog plavca (*Lycaena dispar*, Haworth, 1802) s naglaskom na razliku područja Parka prirode „Kopački rit” i područja ekološke mreže Natura 2000

SONJA KUČERA¹, DUNJA KUFNER², MIRELA KOTROMANOVIĆ³, VLATKO ROŽAC¹, KRISTINA ROMANJEK¹, MARIN ŠKORO¹, MARIJA VEREŠ¹, IVANČICA JURČEVIĆ AGIĆ¹, BORIS BOLŠEC¹, IVO BAŠIĆ¹

¹ Javna ustanova „Park prirode Kopački rit”, Mali Sakadaš 1, Kopačevo, Bilje

² Osnovna škola Kneževi Vinogradi, Glavna 44, Kneževi Vinogradi

³ Osnovna škola Darda, Školska 9, Darda

Dopisni autor: sonja.kucera@pp-kopacki-rit.hr

Sažetak

Javna ustanova Park prirode „Kopački rit” pripremila je edukativne programe učenika osnovnih škola o strogo zaštićenoj vrsti leptira u Hrvatskoj, kiseličinom vatrenom plavcu (*Lycaena dispar* Haworth, 1802), koji su prilagođeni dobnim skupinama 1.-4. razreda, 5. i 6. razred, te 7.i 8.razred. Učenike se želi upoznati s velikom biološkom raznolikošću Parka prirode „Kopački rit”, kako prirodu treba štiti, kako se postupa sa strogo zaštićenim vrstama, koje su ugroze i prijetnje za leptira kiseličinog vatrenog plavca, razliku između mužjaka i ženki, rad sa GPS uređajem i parametre koji se prate. Za terensku nastavu odredili smo dva transeкта: transekt br. 2.“ Podunavski Kanali” u području Parka prirode „Kopački rit” i transekt br. 4. “Planina Šarkanj” u području ekološke mreže Natura 2000 PPOVS HR2001309 Dunav S od Kopačkog rita. Ova dva transeкта su odabrana za terensku nastavu za prikaz monitoringa kiseličinog vatrenog plavca i kako bi učenici upoznali što je područje ekološke mreže Natura 2000 i po čemu se razlikuje od Parka prirode „Kopački rit”. Za ovu vrstu edukativnog programa i terenske nastave bile su zainteresirane Osnovna škola Kneževi Vinogradi i Osnovna škola Darda. U 2024.godini održane su edukacije za 4.a , 6.a,b razrede Osnovne škole Kneževi Vinogradi i za 4.b razred Osnovne škole Darda. Učenicima 4.a razreda Osnovne škole Kneževi Vinogradi održana je po jedna terenska nastava na transektu br. 2. i na transektu br. 4. U 2025.godini održana je jedna edukacija za 1.a razred Osnovne škole Kneževi Vinogradi i jedna terenska nastava za 4.b razred Osnovne škole Darda na transektu br. 2. Cilj je nastaviti provoditi edukativne programe o leptiru kiseličinom vatrenom plavcu (*Lycaena dispar*), učenicima osnovnih škola radi podizanja svijesti o značaju strogo zaštićenih vrsta, zaštiti prirode, biološkoj

raznolikosti Parka prirode „Kopački rit“ i poznavanju ekološke mreže Natura 2000 u Hrvatskoj.

Ključne riječi: edukativni programi, *Lycaena dispar*, Kopački rit, Natura 2000, zaštita prirode

Educational programs about the strictly protected species of Large copper butterfly (*Lycaena dispar*, Haworth, 1802), with an emphasis on the difference between Nature Park Kopački rit and the ecological network Natura 2000 area

SONJA KUČERA¹, DUNJA KUFNER², MIRELA KOTROMANOVIĆ³, VLATKO ROŽAC¹, KRISTINA ROMANJEK¹, MARIN ŠKORO¹, MARIJA VEREŠ¹, IVANČICA JURČEVIĆ AGIĆ¹, BORIS BOLŠEC¹, IVO BAŠIĆ¹

¹ Public Institution Kopački rit Nature Park, Mali Sakadaš 1, Kopačevo, Bilje, Croatia

² Primary School Kneževi Vinogradi, Glavna 44, Kneževi Vinogradi, Croatia

³ Primary School Darda, Školska 9, Darda, Croatia

Corresponding author: sonja.kucera@pp-kopacki-rit.hr

Abstract

The public institution Kopački rit Nature Park has prepared educational programs for the primary school students about the strictly protected butterfly species in Croatia, Large copper (*Lycaena dispar* Haeworth, 1802), which are adapted to the age groups 1st-4th grades, 5th and 6th grades, and 7th and 8th grades. The aim is to introduce students with great biodiversity of the Kopački rit Nature Park, how nature should be protected, how to deal with strictly protected species, what are threats and risk for butterfly Large copper, the difference between males and females, working with a GPS device and the parameters which are monitored. For fieldwork, we have determined two transects: transect no. 2. "Danubes Canals" in Kopački rit Nature Park, and transect no. 4. "Mountain Šarkanj" in the area of ecological network Natura 2000 SAC HR2001309 Dunav S od Kopačkog rita. These two transects were selected for field teaching to demonstrate the monitoring of the Large copper butterfly, and that students can understand what is an ecological network site and what is difference in comparison to Kopački rit Nature Park.

Two primary schools from Kneževi Vinogradi and Darda showed an interest for participating in this type of educational program and fieldwork. In 2024. training was held for grades 4/a, 6/a,b of the Kneževi Vinogradi primary school, and grade 4/b of the Darda primary school. Students of the 4th grade of the Kneževi Vinogradi participated on one field trip at transect no. 2. and at transect no. 4. In 2025. one training was held for 1/a grade from Kneževi Vinogradi school and field trip for 4/b grade from Darda primary school at transect no, 2. The goal is to continue implementing educational programs about the Large copper butterfly

(*Lycaena dispar*) for primary school students in order to raise awarenesses about importance of strictly protected species, nature protection, biodiversity of Kopački rit Nature Park, and understanding the ecological network Natura 2000 in Croatia.

Key words: educational programs, *Lycaena dispar*, Kopački rit, Natura 2000, nature protection

Kvantifikacija biokemijskih biomarkera u krvi bijele rode (*Ciconia ciconia*) u jačanju koncepta bioindikatora okoliša

IVONA LEVAK, SABINA ALIĆ, ROCCO NEKIĆ, ALMA MIKUŠKA, MIRNA VELKI, DORA BJEDOV

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Cara Hadrijana 8/A, Osijek

Dopisni autor: ivonalevak74@gmail.com

Sažetak

Antropogena zagađivala predstavljaju ozbiljnu prijetnju ravnoteži ekosustava, a njihovi učinci na zdravlje ljudi, životinja i biljaka često su dugoročni i teško uočljivi. Ptice se već desetljećima koriste kao bioindikatori, jer kroz ishranu i kontakt s vodom i tlom odražavaju stanje okoliša. Bijela roda (*Ciconia ciconia*) posebno je pogodna za tu svrhu zahvaljujući širokoj, oportunističkoj ishrani koja obuhvaća različite kralježnjake i beskralježnjake, čime je izložena širokom spektru onečišćujućih tvari. Kvantifikacija biokemijskih biomarkera u krvi bijelih roda omogućuje pravovremenu procjenu izloženosti zagađivalima i općeg fiziološkog statusa jedinki. Tijekom redovitog programa prstenovanja na području Osječko-baranjske županije u gnijezdećoj sezoni 2025. godine, uzorkovano je 4 mL krvi iz brahijalne vene ptica bijele rode ($n = 20$). Takav pristup omogućuje prikupljanje uzoraka bez ugrožavanja života ptica. Provedena su mjerenja biomarkera u plazmi i S9 frakciji krvnih stanica (postmitohondrijski supernatant). Određena je aktivnost enzima acetilkolinesteraze (AChE), karboksilesteraze (CES), glutation S-transferaze (GST) te koncentracije reduciranog glutationa (GSH) i reaktivnih kisikovih vrsta (ROS). Cilj istraživanja bio je kvantificirati navedene biomarkere u krvi bijelih roda te opisati njihov fiziološki status u odnosu na potencijalnu izloženost zagađivalima. U uzorcima plazme prosječne vrijednosti biomarkera iznosile su: AChE $33,21 \pm 21,81$ nmol/min/mg proteina, CES $5,68 \pm 4,99$ nmol/min/mg proteina, GST $8,39 \pm 7,04$ nmol/min/mg proteina, GSH 8.266 ± 1.848 RFU te ROS 145 ± 17 RFU. U S9 frakciji prosječne vrijednosti bile su: AChE $0,98 \pm 0,40$ nmol/min/mg proteina, CES $1,23 \pm 0,43$ nmol/min/mg proteina, GST $1,51 \pm 0,56$ nmol/min/mg proteina, GSH 19.947 ± 5.004 RFU te ROS 115 ± 61 RFU. Dobiveni rezultati predstavljaju kvantitativni prikaz biomarkera u populaciji bijele rode u gnijezdećoj sezoni 2025. godine. Iako sami po sebi ne omogućuju usporedbu s prijašnjim razdobljima, oni čine važnu referentnu vrijednost za tu sezonu i doprinose kontinuitetu dugogodišnjeg praćenja ove vrste. Takvi podaci pružaju temelj za bolje razumijevanje interakcija između zagađivala i fizioloških odgovora ptica te osnažuju koncept bijele rode

kao bioindikatora stanja okoliša. Osobitu važnost imaju u kontekstu Parka prirode Kopački rit i šire Osječko-baranjske županije, gdje bijela roda zauzima istaknuto mjesto u ekosustavu. Očuvanje ovih močvarnih staništa, koja pružaju ključna uporišta bioraznolikosti, funkcioniraju kao prirodni filteri zagađivala i doprinose regulaciji klimatskih uvjeta, od presudne je važnosti za održivost prirodnih resursa i dobrobit lokalne zajednice.

Ključne riječi: bijela roda, *Ciconia ciconia*, biomarkeri, utjecaj zagađenja

Quantification of biomarkers in the blood of the white stork (*Ciconia ciconia*) reinforcing the concept of an environmental bioindicator

IVONA LEVAK, SABINA ALIĆ, ROCCO NEKIĆ, ALMA MIKUŠKA, MIRNA VELKI, DORA BJEDOV

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Biology, Cara Hadrijana 8/A, Osijek, Croatia

Corresponding author: ivonalevak74@gmail.com

Abstract

Anthropogenic pollutants pose a serious threat to ecosystem balance, and their effects on the health of humans, animals, and plants are often long-term and difficult to detect. Birds have been used for decades as bioindicators, as their diet and contact with water and soil reflect environmental quality. The white stork (*Ciconia ciconia*) is particularly suitable for this role due to its broad, opportunistic diet that includes a wide range of vertebrates and invertebrates, thereby exposing it to diverse environmental pollutants. Quantification of biochemical biomarkers in the blood of white storks enables timely assessment of pollutant exposure and the overall physiological status. During the regular ringing programme in Osijek-Baranja County in the 2025 breeding season, blood was collected from the white stork nestlings ($n = 20$). Biomarker measurements were performed in plasma and in the S9 fraction (post-mitochondrial supernatant). The activities of acetylcholinesterase (AChE), carboxylesterase (CES), and glutathione S-transferase (GST), as well as concentrations of reduced glutathione (GSH) and reactive oxygen species (ROS), were determined. The aim of this study was to quantify these biomarkers in the blood of white storks and to describe their physiological status in relation to potential pollutant exposure. In plasma samples, mean values ($\pm$ SD) of biomarkers were: AChE 33.21 ± 21.81 nmol/min/mg protein, CES 5.68 ± 4.99 nmol/min/mg protein, GST 8.39 ± 7.04 nmol/min/mg protein, GSH $8,266 \pm 1,848$ RFU, and ROS 145 ± 17 RFU. In the S9 fraction, mean values were: AChE 0.98 ± 0.40 nmol/min/mg protein, CES 1.23 ± 0.43 nmol/min/mg protein, GST 1.51 ± 0.56 nmol/min/mg protein, GSH $19,947 \pm 5,004$ RFU, and ROS 115 ± 61 RFU. The results provide a quantitative overview of biomarkers in the white stork population during the 2025 breeding season. They represent an important reference point for that season and contribute to the continuity of long-term monitoring of this species' health status.

Such data form a basis for better understanding interactions between pollutants and physiological responses in birds and reinforce the role of the white stork as a bioindicator of environmental quality. This is particularly important in the context of Kopački rit Nature Park and Osijek-Baranja County, where the white stork holds an important ecological role. The preservation of these wetland habitats, which support biodiversity, act as natural pollutant filters, and contribute to climate regulation, is essential for the sustainability of natural resources and the well-being of local communities.

Key words: white stork, *Ciconia ciconia*, biomarkers, pollution impact

Usporedni funkcionalni odgovori autohtone bjeličice (*Leucaspis delineatus*) i invazivne bezribice (*Pseudorasbora parva*) na mlađ šarana: Implikacije za predatorsku snagu i biokontrolni potencijal

FILIP LOŽEK^{1,3}, NATALIA SZYDŁOWSKA¹, MAREK ŠMEJKAL², JAKUB
ADAMEK¹, LUKÁŠ VESELÝ¹, IZIDORA MARKOVIĆ-VUKADIN³, MILOŠ BUŘIČ¹

¹ Sveučilište Južne Češke u Českim Budějovicama, Fakultet ribarstva i zaštite voda,
Južnočeški istraživački centar za akvakulturu i bioraznolikost hidrocentičkih zajednica,
Zátiší 728/II, Vodňany, Češka

² Biološki centar Češke akademije znanosti, Institut za hidrobiologiju, Na Sádkách 702/7,
České Budějovice, Češka

³ Institut za turizam, Vrhovec 5, Zagreb

Dopisni autor: filip.lozek@iztzg.hr

Sažetak

Interakcije predator–plijen ključne su za razumijevanje utjecaja autohtonih i alohtonih vrsta na slatkovodne ekosustave. Kvantificirali smo funkcionalne odgovore autohtone europske bjeličice (*Leucaspis delineatus*) (SL = 52,0 ± 6,2 mm; W = 1,66 ± 0,78 g) i invazivne bezribice (*Pseudorasbora parva*) (L = 50,1 ± 5,1 mm; W = 1,86 ± 0,63 g) u dvosatnom eksperimentu provedenom u laboratorijskim arenama (10 L) pri temperaturi od 20 °C. Mlađ šarana (*Cyprinus carpio*) (TL = 7,1 ± 0,21 mm) korištena je kao plijen u sedam početnih gustoća (3–170 jedinki) u pet ponavljanja. Zabilježena je konzumativna i nekonzumativna smrtnost. Obje vrste pokazale su klasičan funkcionalni odgovor tipa II: visoku stopu unosa pri niskim gustoćama plijena, nakon čega slijedi zasićenje kada predatori dosegnu svoj kapacitet rukovanja plijenom. Ipak, vrste su se razlikovale u pogledu predatorske snage. Bjelica je dosljedno uklanjala više mlađi pri svim gustoćama, dostižući maksimalnu asimptotsku per capita stopu konzumacije pri prosječno ~47 jedinki·h⁻¹, dok se bezribica zasićivala pri ~20 jedinki·h⁻¹. Te su razlike bile očite i kada se uzimalo u obzir samo hranjenje i kada se promatrao ukupni gubitak mlađi (hranjenje + nekonzumativni učinci). Suprotno tome, bezribica je stvarala veću nekonzumativnu smrtnost (npr. 8,4 vs 2,0 pri N₀ = 170). Veličina tijela različito je utjecala na hranjenje po vrstama: veće bezribice konzumirale su više, dok je kod bjeličice taj učinak bio slab; mehanistički, vrijeme rukovanja smanjivalo se s masom ($\gamma = -1,17$, 95 % CI -1,65 do -0,70), a pri jednakoj masi (1 g) bjelica je rukovala plijenom brže od bezribice (h_{1g} 0,0385 vs 0,1029 h; p = 0,0006). Ekološki gledano, bjelica vjerojatno ostvaruje snažniju kontrolu odozgo nad malim populacijama

plijena i dominira izravnim trofičkim interakcijama, dok se bezribica vjerojatno više oslanja na svoju brojčanu dominaciju i ekološku toleranciju nego na snagu pojedinačnog hranjenja. Ovi rezultati mogu poslužiti kao osnova za usporedbu ekoloških učinaka ove dvije vrste ciprinida, autohtone i alohtone, s naglaskom na biokontrolni potencijal autohtone vrste.

Ključne riječi: slatkovodna okolina, odnosi predator–plijen, ribe, alohtone vrste, ugrožene vrste

Comparative functional responses of native sunbleak (*Leucaspis delineatus*) and invasive topmouth gudgeon (*Pseudorasbora parva*) on carp fry: Implications for predatory strength and biocontrol potential

FILIP LOŽEK^{1,3}, NATALIA SZYDŁOWSKA¹, MAREK ŠMEJKAL², JAKUB ADAMEK¹, LUKÁŠ VESELÝ¹, IZIDORA MARKOVIĆ-VUKADIN³, MILOŠ BUŘIČ¹

¹ University of South Bohemia in České Budějovice, Faculty of Fisheries and Protection of Waters, South Bohemian Research Center of Aquaculture and Biodiversity of Hydrocenoses, Zátíší 728/II, Vodňany, Czechia

² Biology Centre of the Czech Academy Sciences Institute of Hydrobiology Na Sádkách 702/7, České Budějovice, Czechia

³ Institute for Tourism, Vrhovec 5, Zagreb, Croatia

Corresponding author: filip.lozek@iztzg.hr

Abstract

Predator–prey interactions are central to understanding the impacts of native and non-native species on freshwater ecosystems. We quantified the functional responses of the native European sunbleak (*Leucaspis delineatus*) (SL = 52,0 ± 6,2 mm; W = 1,66 ± 0,78 g) and invasive topmouth gudgeon (*Pseudorasbora parva*) (L = 50.1 ± 5.1 mm; W = 1.86 ± 0.63 g) in a two-hour experiment conducted in laboratory arenas (10 L) at a temperature of 20° C. Carp fry (*Cyprinus carpio*) (TL = 7,1 ± 0,21 mm) was used as prey at seven initial densities (3–170 individuals) in five replicates. Consumptive and non-consumptive mortality was recorded. Both species exhibited a classic Type II saturating functional response: a high level of intake at low prey densities, followed by a levelling off as the predators reached their handling capacity. However, the two species differed in terms of their predatory strength. Sunbleak consistently removed more fry at all densities, reaching maximum asymptotic per capita consumption rates at mean sizes ~47 fry·h⁻¹, whereas topmouth gudgeon saturated at ~20 fry·h⁻¹. These differences were evident when considering either ingestion or total fry lost (ingestion plus non-consumptive effects). In contrast, topmouth gudgeon generated more non-consumptive mortality (e.g., 8,4 vs 2,0 at N₀ = 170). Body size influenced feeding differently by species, larger topmouth gudgeon consumed more, whereas in sunbleak the size effect on consumption was weak; mechanistically, handling time decreased with mass (γ = -1,17, 95% CI -1,65 to -0,70) and at equal mass (1g) sunbleak handled faster than topmouth gudgeon (h_{1g} 0,0385 vs 0,1029 h; p = 0,0006). Ecologically speaking, the sunbleak is likely to exert stronger top-down

control over small prey populations and dominate direct trophic interactions, whereas the topmouth gudgeon may rely more on its numerical dominance and ecological tolerance than on the strength of its individual foraging. These results could form a basis for comparing the ecological effects of these two native and non-native cyprinids, highlighting the biocontrol potential of native species.

Key words: Freshwater environment, predator-prey relationships, fish, non-native species, endangered species

Otključavanje dormantnosti: Mehanički potaknuta klijavost kod *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle

MARIN LUKAČEVIĆ^{1*}, EDITA ŠTEFANIĆ², KRZYSZTOF SŁOWIŃSKI¹, ŁUKASZ
MARCIN MATEUSIAK¹, BEATA GRYGIERZEC³, SYLWESTER TABOR⁴,
AGNIESZKA SYNOWIEC³

¹ Poljoprivredno sveučilište Kraków, Fakultet šumarstva, al. 29 Listopada 46, 31-425 Kraków, Poljska (*doktorant)

² Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Ulica Vladimira Preloga 1, Osijek

³ Poljoprivredno sveučilište Kraków, Fakultet agronomije i ekonomije, al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków, Poljska

⁴ Poljoprivredno sveučilište Kraków, Fakultet proizvodnog i energetskog inženjerstva, ul. Balicka 116 B, 30-149, Kraków, Poljska

Dopisni autor: mluka666@net.hr

Sažetak

Ailanthus altissima (Mill.) Swingle, poznatiji kao žljezdasti pajasen, jedna je od najagresivnijih drvenastih invazivnih vrsta u Europi, međutim utjecaj fizičkog ometanja biologije klijanja sjemenki još uvijek nije dovoljno istražen. Ovo istraživanje imalo je za cilj procijeniti potencijal kontrolirane mehaničke sile kao strategije suzbijanja klijanja sjemenki. Zrele sjemenke prikupljene su sa ženske jedinke u Prądniku Czerwonym, Kraków, Poljska (50°4'57"N, 19°56'58"E) u prosincu 2024. godine. Prije tretmana, sjemenke su dezinficirane i sušene na zraku dva mjeseca (suhi uzorak) ili natopljene destiliranom vodom 24 sata (mokri uzorak). Sjemenke su podvrgnute sedam razina tlačnih sila (0–30 N) korištenjem Shimadzu TX–M univerzalnog stroja za ispitivanje, u tri ponavljanja ($n = 45$), te inkubirane 10 dana u Petrijevim posudicama na vlažnom filtracijskom papiru pri 30 °C u mraku unutar Memmert UF 160 sušare za drvo. Sjeme je smatrano proklijanim kada je klicin korijenčić dostigao duljinu od 2 mm. Mehanička tlačna sila izazvala je jasnu, nelinearnu reakciju klijanja. Niske sile (5–10 N) značajno su potaknule klijanje suhih sjemenki u odnosu na kontrolu, što upućuje na učinak kondicioniranja. Nagli pad klijavosti zabilježen je pri 20 N, dok su sile ≥ 25 N rezultirale potpunom inhibicijom klijanja. Mokre sjemenke pokazale su nižu ukupnu klijavost i postupan pad duž gradijenta primjenjene sile, pri čemu je potpuna inhibicija zabilježena pri ≥ 25 N. Temporalna dinamika pokazala je da suhe sjemenke započinju klijanje ranije i postižu veći kumulativni postotak klijanja tijekom 10 dana u odnosu na mokre, pri svim subletalnim razinama sile (0–20 N), osobito pri 5 N i 15 N, što ukazuje na jaču osjetljivost na kondicioniranje. Komparativna analiza prosječnih

postotaka klijanja također je potvrdila da suhe sjemenke nadmašuju mokre pri svim razinama sile ispod kritičnog praga inhibicije, odražavajući njihovu veću osjetljivost na mehaničke podražaje. Ovi rezultati ukazuju na kritični prag (20–25 N) iznad kojeg se klijanje dosljedno suzbija neovisno o stanju hidracije, uz potvrdu da kalibrirane tlačne sile nižeg intenziteta mogu potaknuti klijanje. Zaključno, ovo preliminarno istraživanje pruže prve kvantitativne dokaze da mehaničke tlačne sile mogu djelovati i kao stimulans i kao inhibitor klijanja, naglašavajući značajan potencijal tretmana sjemena tlačnom silom kao inovativne nekemijske strategije suzbijanja žljezdastog pajasena.

Ključne riječi: *Ailanthus altissima*, žljezdasti pajasen, suzbijanje invazivnih vrsta, mehaničko suzbijanje, ekologija klijanja

Unlocking dormancy: Mechanically induced germination in *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle

MARIN LUKAČEVIĆ^{1*}, EDITA ŠTEFANIĆ², KRZYSZTOF SŁOWIŃSKI¹, ŁUKASZ MARCIN MATEUSIAK¹, BEATA GRYGIERZEC³, SYLWESTER TABOR⁴, AGNIESZKA SYNOWIEC³

¹ University of Agriculture in Kraków, Faculty of Forestry, al. 29 Listopada 46, 31-425 Kraków, Poland (*PhD student)

² Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Ulica Vladimira Preloga 1, Osijek, Croatia

³ University of Agriculture in Kraków, Faculty of Agriculture and Economics, al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków, Poland

⁴ University of Agriculture in Kraków, Faculty of Production and Power Engineering, ul. Balicka 116 B, 30-149, Kraków, Poland

Corresponding author: mluka666@net.hr

Abstract

Ailanthus altissima (Mill.) Swingle, commonly known as the tree-of-heaven, is one of Europe's most aggressive arboreal invaders. However, the impact of physical disturbances on its seed germination pattern remains poorly understood. This study aimed to evaluate the potential of controlled mechanical force as a seed-based suppression strategy. Mature seeds were collected from a female specimen in Prądnik Czerwony, Kraków, Poland (50°4'57"N, 19°56'58"E) in December 2024, disinfected, and either air-dried for two months (dry batch) or soaked in distilled water for 24 hours before treatment (wet batch). Seeds were subjected to seven compressive force treatments (0–30 N) using a Shimadzu TX–M universal testing machine, replicated three times (n = 45), and incubated for 10 days in Petri dishes on moistened filter paper at 30 °C in darkness inside a Memmert UF 160 wood dryer. Seeds were considered germinated once the radicle reached 2 mm in length. Mechanical force elicited a clear, non-linear germination pattern. Low forces (5–15 N) markedly enhanced dry seeds germination relative to the untreated control, suggesting a priming effect, whereas germination sharply declined at 20 N and was completely inhibited at ≥25 N. Wet seeds exhibited lower overall germination, with only slight enhancement at 5–10 N and gradual suppression at 15 N, followed by near or total inhibition at ≥20 N. Temporal progression revealed that dry seed consistently initiated germination earlier and reached higher cumulative germination at 10 days than wet seeds at each sub-lethal force treatment (0–20 N), especially under 5 N and 15 N, indicating a stronger priming responsiveness. Likewise, comparative analysis of mean germination percentages confirmed

that dry seeds outperformed wet seeds across all forces below the inhibition threshold, reflecting their higher sensitivity to mechanical cues. These results identify a pressure threshold (20–25 N) beyond which germination is consistently suppressed irrespective of hydration state, while also revealing that calibrated compressive forces can stimulate germination at lower intensities. In conclusion, this study provides the first quantitative evidence that mechanical pressure can act as both a germination stimulant and suppressant, depending on the pressure force, underscoring the significant potential of force-based seed treatment as an innovative non-chemical strategy for managing *A. altissima*.

Key words: *Ailanthus altissima*, tree-of-heaven, invasive species management, mechanical suppression, germination ecology

Istraživanje vidre (*Lutra lutra*) u području ekološke mreže Natura 2000 Dunav – Vukovar u Osječko-baranjskoj županiji

TOMISLAV MANDIR, ŽELJKA VREBAC, IVANA PAVASOVIĆ

Javna ustanova Agencija za upravljanje zaštićenim prirodnim vrijednostima na području
Osječko-baranjske županije, Županijska 4/III, Osijek

Dopisni autor: tomlav.mandir@obz-zastita-prirode.hr; zeljka.vrebac@obz-zastita-prirode.
hr; ivana.pavasovic@obz-zastita-prirode.hr

Sažetak

Vidra (*Lutra lutra*) predstavlja ključnu indikatorsku vrstu očuvanosti vodenih ekosustava te je kao ciljna vrsta cilj očuvanja u području ekološke mreže Natura 2000 u Hrvatskoj PPOVS HR 2000372 Dunav.Vukovar. Iako rasprostranjena na području cijele Hrvatske, njezina populacija je podatkovno deficitarna, a lokalna istraživanja rijetko se provode. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi prisutnost i stanje populacije vidre u području ekološke mreže PPOVS HR2000372 Dunav – Vukovar, važnog riječnog koridora koji obuhvaća dijelove toka Drave i Dunava. Istraživanje je provedeno u sklopu nacionalno usklađenog programa monitoringa vidre, unutar četiri HTRS kvadranta (10×10 km), obuhvaćajući 12 lokaliteta ukupne duljine transekata od približno 5,1 km. Na svakom lokalitetu bilježeni su tragovi prisutnosti vidre (izmet različite starosti, želatinozne izlučevine, otisci šapa, ostaci hrane, brlozi), a podaci su standardizirano dokumentirani i kartirani radi prostorne i vremenske usporedivosti. Paralelno su evidentirani i osnovni pritisci te okolišni čimbenici. Rezultati istraživanja potvrdili su prisutnost vidre na gotovo svim istraženim lokalitetima. Ukupno je zabilježeno 65 tragova, od čega 2 svjež, 13 srednje starih i 50 starih izmeta te 6 ostataka hrane, pretežno ribljeg podrijetla. Svjež nalazi ukazuju na aktualnu aktivnost, dok stariji tragovi potvrđuju dugoročnu prisutnost vrste na ovom dijelu Drave i Dunava. Brlozi, otisci stopala i opažanja jedinki nisu zabilježeni, što se može pripisati ograničenom vremenskom okviru i noćnom načinu života vrste. Identificirani pritisci uključivali su lov i ribolov (10/12 lokaliteta), industrijske utjecaje (2 lokaliteta) te svjetlosno onečišćenje (1 lokalitet). Značajnije kemijsko onečišćenje nije uočeno, što ukazuje na relativno visoku razinu očuvanosti staništa. Dobiveni podaci potvrđuju da je istraživano područje Dunava i Drave od velike važnosti za prehranu, kretanje i migraciju vidre. Premda prisutni pritisci trenutačno ne ugrožavaju stabilnost populacije, oni potencijalno mogu negativno utjecati na kvalitetu staništa u budućnosti. Rezultati naglašavaju potrebu za sustavnim i kontinuiranim monitoringom kako bi se pravovremeno identificirali negativni trendovi te poduzele mjere očuvanja. Ovakav pristup

osigurava ispunjenje nacionalnih i europskih obveza Republike Hrvatske vezanih uz ciljeve očuvanja ekološke mreže Natura 2000 i Direktivu o staništima.

Ključne riječi: *Lutra lutra*, vidra, Dunav, Drava, Natura 2000, očuvanje staništa

Study of the Eurasian Otter (*Lutra lutra*) in the ecological network Natura 2000 site Dunav–Vukovar in Osijek-Baranja County

TOMISLAV MANDIR, ŽELJKA VREBAC, IVANA PAVASOVIĆ

Public Institution Agency for the Management of Protected Natural Values in Osijek-Baranja County, Županijska 4/III, Osijek, Croatia

Corresponding author: tomlav.mandir@obz-zastita-prirode.hr; zeljka.vrebac@obz-zastita-prirode.hr; ivana.pavasovic@obz-zastita-prirode.hr

Abstract

The Eurasian otter (*Lutra lutra*) is a key indicator species of freshwater ecosystem integrity and one of the target species for conservation targets in ecological network Natura 2000 site in Croatia SAC HR2000372 Dunav-Vukovar. Although widespread across Croatia, its population status remains data deficient, and local studies are rarely conducted. The aim of this research was to assess the presence and population status of the otter in the ecological network Natura 2000 site SAC HR2000372 Dunav-Vukovar, an important river corridor encompassing parts of the Drava and Danube rivers. The study was carried out within the framework of the nationally standardized monitoring program, covering four HTRS 10×10 km grid squares and including 12 localities with a total transect length of approximately 5.1 km. At each site, otter signs (spraints of different ages, jelly, footprints, food remains, holts) were recorded, while environmental pressures and habitat characteristics were also noted. Data were standardized, geo-referenced, and mapped to ensure spatial and temporal comparability. The results confirmed otter presence at nearly all surveyed sites. A total of 65 signs were recorded, including 2 fresh, 13 medium-aged, and 50 old spraints, as well as 6 food remains (mainly fish). Fresh spraints indicated recent activity, whereas older signs confirmed long-term otter presence in this part of the Drava and Danube. No holts, footprints, or direct sightings of individuals were recorded, which can be explained by the limited survey timeframe and the nocturnal lifestyle of the species. Pressures identified included hunting and fishing (10/12 sites), industrial impacts (2 sites), and light pollution (1 site). No significant chemical pollution was detected, suggesting a relatively high level of habitat preservation. The findings confirm that this section of the Drava and Danube represents an important feeding, movement, and migration corridor for otters. Although current pressures do not directly threaten population stability, they may negatively affect habitat quality in the long term. The study highlights the importance of systematic and continuous monitoring to identify potential negative trends and to implement timely conservation measures.

Such efforts are essential for fulfilling Croatia's national and EU obligations related to conservation targets under the ecological network Natura 2000 and the EU Habitats Directive.

Key words: *Lutra lutra*, Eurasian Otter, Danube, Drava, Natura 2000, habitat conservation

Vodna bilanca i Kopački rit

SINIŠA MARIČIĆ

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Građevinski i arhitektonski fakultet Osijek,
Ulica Vladimira Preloga 3, Osijek

Dopisni autor: smaricic@gfos.hr

Sažetak

Vodna bilanca je važan inženjerski alat za određivanje suvišnih/nedostatnih količina vode s određenog aspekta razmatranja. Prilikom kreiranja vodne balance važan je odabir prostornog i vremenskog okvira obuhvata. Pod Kopačkim ritom prvenstveno se podrazumijeva administrativno utvrđen prostor za koji su vezane prirodne močvarne osobine. Taj prostor dobrim dijelom ograđuju protupoplavni nasipi desne strane Dunava i lijeve strane Drave, sprječavajući razlijevanje velikih voda. Drugi značajni dio „granice” ide glavnim koritima ovih rijeka, koja dijelom i razdvajaju formalni prostor. Voda u svom kretanju ide putem najmanjih energetskih gubitaka pa značajnije ometanje prirodnom kretanju vode tako predstavljaju nasipi. Neposredno s ovim prostorom u kontaktu su slični prirodni krajevi druge strane rijeke Dunav na teritoriju Republike Srbije, kao i uzvodni uz obale Dunava u Mađarskoj. Za administrativni Kopački rit je iskazivana vodna bilanca, za prosječne jednogodišnje hidrološke prilike. Pri tom su, za višegodišnji period razmatranja (1960.-1991.), izračunate prosječne mjesečne temperature te mjesečne vrijednosti evapotranspiracije, kao i prosječne mjesečne oborine. Kao vertikalna komponente bilance nije razmatrana infiltracija. Za procjenu horizontalnih komponenti vodne balance Kopačkog rita mjerodavni su bili reljefno stanje (protjecajni profili) i vodostaji rijeka. Te dominantne komponente bilance procijenjene su posebno za sušne, a posebno za vlažne godine. Pretpostavka ovog bilanciranja je bila stalnost podzemnih rezervi vode (nepromjenljivost vodostaja podzemne vode). U novijem vremenskom periodu za ovaj prostor konstatirane se klimatske i hidrološke promjene. Povećane su temperature zraka pa tako i isparavanja. Oborine značajno variraju tijekom godina i primjetne su periodične izmjene godišnjeg režima. Osjetno je sniženje prosječnih vodostaja rubnih rijeka, glavnih opskrbljivača vodom Kopačkog rita, što ukazuje i na gubitak rezervi podzemne vode. Analiza dosadašnje opće vodne bilance Kopačkog rita upućuje na nešto drugačije procjene njenih elemenata, što potkrijepljuju noviji podatci hidroloških studijama. Potcijenjene su bile temperaturne i oborinske komponente, a precijenjene izmjene vode sa Dunavom. Posebno se ističe potreba za razmatranjem kraćeg (polugodišnjeg) perioda u kojem se obnavljaju organizmi uz prisustvo vode vezanih ekosustava (IV.-IX. mjesec). Za taj period jače su izraženi povišenje temperature zraka i sniženje prosječnih i minimalnih mjesečnih

vodostaja Dunava i Drave. Zaključno se može konstatirati da je iskazivana opća vodna bilanca samo pokazatelj odnosa komponenti bilance, ali da bi bilancu s aspekta održanja vodenih i močvarnih ekosustava trebalo razmatrati u kraćem, kritičnom razdoblju, na razinama pojedinih (manjih) dijelova Kopačkog rita.

Ključne riječi: vodna bilanca, Dunav, Kopački rit, ekosustav, klimatske promjene

Water balance and Kopački rit

SINIŠA MARIČIĆ

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Civil Engineering and Architecture
Osijek, Ulica Vladimira Preloga 3, Osijek, Croatia

Corresponding author: smaricic@gfos.hr

Abstract

Water balance is an important engineering tool for determining excess/deficient amounts of water from a particular aspect of consideration. When creating the water balance, it is important to choose the spatial and temporal framework of coverage. Kopački rit primarily refers to an administratively defined area to which natural wetland features are attached. This area is largely fenced off by anti-flood embankments on the right side of the Danube and the left side of the Drava, preventing the spilling of large amounts of water. The second larger part of the "border" goes along the main beds of these rivers, which partly separate the formal space. In its movement, water follows the path of the smallest energy losses, so embankments represent a significant obstacle to the natural movement of water. Directly in contact with this area are similar natural area on the left Danube bank at territory of the Republic of Serbia, as well as upstream regions along the banks of the Danube in Hungary. A water balance was previously performed for the administrative Kopački rit for average annual hydrological conditions. On that occasion, average monthly temperatures and monthly evapotranspiration values, as well as average monthly precipitation, were calculated for a multi-year period of consideration (1960-1991). As a vertical component of the balance, infiltration was not considered. The relief state (flow profiles) and river water levels were relevant for the assessment of the horizontal components of the water balance of Kopački rit. These dominant components of the balance were assessed separately for dry and wet years. The assumption of this balancing was the constancy of the underground water reserves (invariability of the water level of the underground water). In the recent period of time, climatic and hydrological changes have been noted for this area. Air temperatures and thus evaporation have increased. Precipitation varies significantly over the years and periodic changes in the annual regime are noticeable. There has been a noticeable decrease in the average water levels of the marginal rivers, the main water suppliers of Kopački rit, which also indicates the loss of groundwater reserves. Analysis of the previous general water balance of Kopački rit indicates somewhat different estimates of its elements, which is supported by more recent data from hydrological studies. Temperature and precipitation components were underestimated, and water exchanges with the Danube were overestimated. The need to consider a shorter (semi-annual) period

in which organisms are renewed in the presence of water-bound ecosystems (April-September) is particularly emphasized. For this period, the increase in air temperature and the decrease in the average and minimum monthly water levels of the Danube and Drava are more pronounced. In conclusion, it can be stated that the reported general water balance is only an indicator of the relationship between the balance components, but the balance from maintaining aquatic and wetland ecosystems should be considered in a shorter, critical period, at the level of individual (smaller) parts of the Kopački rit.

Key words: water balance, Danube, Kopački rit, ecosystem, climate change

Tov svinja na dubokoj stelji

**KATARINA MARIĆ¹, KRISTINA GVOZDANOVIĆ², IVONA DJURKIN KUŠEC²,
GORAN KUŠEC², VLADIMIR MARGETA²**

¹ Belje plus d.o.o., Svetog Ivana Krstitelja 1a, Darda

² Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek,
Ulica Vladimira Preloga 1, Osijek

Dopisni autor: kata9589@gmail.com

Sažetak

Duboka stelja je sve zastupljeniji proizvodno-tehnološki proces suvremenog svinjogojstva. To je metoda odlaganja prirodnih materijala poput slame, piljevine ili strugotine drveta u objektima za uzgoj svih proizvodnih kategorija svinja. Predstavlja jeftin i ekološki prihvatljiv sustav jer ne zahtijeva velika ulaganja. Objekti su izgrađeni od punog poda na koji se nanosi čista i suha stelja. Najzastupljenija je primjena slame ili piljevine koje apsorbiraju plinove i vlagu iz urina i fecesa životinja osiguravajući bolje mikroklimatske i zoohigijenske uvjete unutar objekta. Piljevina se, naime pokazala kao bolji apsorber u odnosu na slamu. Stoga, ukoliko se objekt nastire slamom, dnevno je neophodno osigurati do 1,5 kg slame po grlu, dok se piljevina nastire rjeđe, do 60 cm debiljne uz redovito miješanje svaka dva tjedna. Zbog smanjene emisije štetnih plinova smanjena je i potreba za ugrađivanjem rashladnih sustava unutar objekata tijekom ljetnih mjeseci. Tijekom zimskih mjeseci, smanjeni su troškovi grijanja zbog fermentacije uslijed koje se iz stelje oslobađa toplina koja grije objekt. Budući da izgnojavanje nastupa tek po završetku tova, proizvodi se ekološki prihvatljivo, kvalitetno organsko gnojivo pogodno za ekološku proizvodnju brojnih kultura. Kako u intenzivnom svinjogojstvu gnojovka predstavlja globalni problem, ovim je načinom njezina proizvodnja svedena na najmanju razinu što uvelike doprinosi očuvanju okoliša. Primjenom duboke stelje suzbijena je pojavnost ozlijeda, želučanih i plućnih oboljenja svinja, šepavosti i smrtnosti. Osim toga, stelja unutar objekta omogućuje zadovoljavanje prirodnih obrazaca ponašanja poput rovanja i izgradnje gnijezda čime se povećava razina zadovoljstva životinja. U Hrvatskoj se duboka stelja uglavnom primjenjuje u ekstenzivnom ili poluintenzivnom uzgoju autohtonih pasmina svinja, dok se u intenzivnom sustavu uglavnom primjenjuje kod tovnih pasmina poput duroka za ostvarivanje bolje kakvoće mesa te za uzgoj dojnih krmača i prasadi uglavnom landras i jorkšir pasmina. Budućnost i održivost svinjogojске proizvodnje leži u primjeni duboke stelje kao ekološkom načinu uzgoja jer ima smanjeni štetni otisak na okoliš uz povećani pozitivan učinak na očuvanje bioraznolikosti. Stoga se ovakav način uzgoja svinja ubraja u ekološku proizvodnju koja pozitivno utječe na zaštitu

okoliša uz sve popularniju proizvodnju zdrave hrane s naglaskom na dobrobit životinja. Adekvatnom manipulacijom stajskim gnojem i njihovom primjenom u obliku organskog gnojiva moguće je sudjelovati u cjelokupnom krugu ekosustava čime se istovremeno doprinosi smanjenju emisija stakleničkih plinova na koje svinjogojstvo kao intenzivna proizvodnja ima značajan utjecaj.

Ključne riječi: svinje, ekološki uzgoj, bioraznolikost, održivost, autohtone pasmine

Pig fattening on deep litter

**KATARINA MARIĆ¹, KRISTINA GVOZDANOVIĆ², IVONA DJURKIN KUŠEC²,
GORAN KUŠEC², VLADIMIR MARGETA²**

¹ Belje plus Ltd., Svetog Ivana Krstitelja 1a, Darda, Croatia

² Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek,
Ulica Vladimira Preloga 1, Osijek, Croatia

Corresponding author: kata9589@gmail.com

Abstract

Deep litter is an increasingly widespread production and technological process in modern pig farming. It is a method of disposing of natural materials such as straw, sawdust or wood shavings in facilities for rearing pigs of all production categories. It is a cost-effective and environmentally friendly system as it does not require large investments. The systems are built with a solid floor on which clean and dry bedding is spread. Straw or sawdust is usually used, which absorbs gases and moisture from the animals' urine and faeces, thus ensuring a better microclimate and zoohygienic conditions in the facility. Sawdust has proven to be a better absorber than straw. When using straw as bedding, up to 1.5 kg of straw per animal per day must therefore be provided, whereas sawdust is mixed in less frequently, up to 60 cm thick and regularly every fortnight. Due to the lower pollutant emissions, fewer cooling systems need to be installed in the facilities during the summer months. In the winter months, heating costs are reduced as heat is released from the bedding during fermentation, which heats the system. Since manure is only produced after fattening, it is an environmentally friendly, high-quality organic fertiliser that is suitable for the organic production of numerous crops. As liquid manure is a global problem in intensive pig farming, its production is minimised in this way, which makes an important contribution to environmental protection. The use of deep litter reduces the incidence of injuries, stomach and lung diseases in pigs, lameness and mortality. In addition, the litter in the facility enables natural behaviours such as rooting and nest building, which increases the welfare of the animals. In Croatia, deep litter is mainly used in extensive or semi-intensive breeding of domestic pig breeds, while in intensive systems it is mainly used for fattening breeds such as Duroc to achieve better meat quality, as well as for rearing sows and piglets, mainly of the Landrace and Yorkshire breeds. The future and sustainability of pig production lies in the use of deep litter as an organic farming method, as it has a lower environmental footprint and a positive impact on biodiversity. Therefore, this type of pig farming is seen as an organic production method that has a positive impact on the environment while enabling the increasingly popular production of healthy food with a focus on

animal welfare. Through appropriate management of manure and its application in the form of organic fertiliser, it is possible to participate in the entire ecosystem cycle, which at the same time contributes to the reduction of greenhouse gas emissions, on which pig farming as intensive production has a significant impact.

Key words: pigs, organic farming, biodiversity, sustainability, indigenous breeds

Integriranje različitih znanstvenih pristupa za upravljanje turizmom otpornim na klimu u zaštićenim područjima

IZIDORA MARKOVIĆ VUKADIN¹, FILIP LOŽEK¹, DAMIR KREŠIĆ¹, STAŠA BOROVIĆ², MARCO POLA², JOSIP TERZIĆ², KOSTA URUMOVIĆ², LIDIJA SRNEC³, TANJA LISKO³, IVANA HAVRLE KOZARIĆ³, ALJOŠA DUPLIĆ⁴, TAMARA KIRIN⁴, KARLA FABRIO ČUBRIĆ⁴

¹ Institut za turizam, Vrhovec 5, Zagreb

² Hrvatski geološki institut, Milana Sachsa 2, Zagreb

³ Državni hidrometeorološki zavod, Ravnice 48, Zagreb

⁴ Ministarstvo zaštite okoliša i zelene tranzicije, Zavod za zaštitu okoliša i prirode, Radnička cesta 80, Zagreb

Dopisni autor: Izidora.markovic@iztzg.hr

Sažetak

Zaštićena područja suočavaju se s rastućim pritiscima klimatskih promjena, posebno kroz utjecaje na turizam, usluge ekosustava i dostupnost prirodnih resursa. Razvoj učinkovitih upravljačkih odgovora zahtijeva integraciju više znanstvenih područja jer se nije moguće pouzdati u spoznaje samo jedne discipline. Ova studija prikazuje interdisciplinarni okvir koji kombinira regionalne klimatske projekcije, bioklimatske indekse i modeliranje toplinske ugodnosti s hidrološkim, ekološkim i socioekonomskim procjenama. Podaci o klimi prevode se u praktične informacije putem povezanih modela dostupnosti vode, dinamike ekosustava i prikladnosti za turizam. Takva integracija omogućuje upraviteljima da procijene rizike i mogućnosti prilagodbe na način koji obuhvaća svu složenost interakcija ljudi i okoliša. Ovaj pristup je primijenjen unutar projekta Pact-Vira na tri pilot lokacije: Nacionalnom parku "Plitvička jezera", Parku prirode "Kopački rit" i Geoparku Viškog arhipelaga. Ova mjesta predstavljaju različite ekološke i socioekonomske kontekste, što omogućuje testiranje fleksibilnosti i relevantnosti okvira u različitim krajolicima. Povezivanjem spoznaja iz ekološke i konzervacijske biologije s geografskom, ekonomskom i političkom analizom, okvir pruža znanstveno utemeljene smjernice za strategije upravljanja. U konačnici, ovaj rad pokazuje kako interdisciplinarna suradnja može stvoriti robusne alate za očuvanje bioraznolikosti i integriteta ekosustava, a istovremeno podržava razvoj turizma u zaštićenim područjima. Ova integrativna metodologija naglašava potrebu povezivanja prirodnih i društvenih znanosti radi osiguranja upravljačkih praksi koje nisu utemeljene samo na skupu činjenica, već su i praktično provedive, osiguravajući da zaštićena područja ostanu otporna na klimatske promjene, a istovremeno nastavljaju pružati ekološku, kulturnu i ekonomsku vrijednost.

Ključne riječi: prilagodba klimatskim promjenama, zaštićena područja, održivi turizam, interdisciplinarna integracija, bioklimatski indeksi, hidrologija i ekologija, upravljanje okolišom

Integrating diverse scientific approaches for climate-resilient tourism management in protected areas

IZIDORA MARKOVIĆ VUKADIN¹, FILIP LOŽEK¹, DAMIR KREŠIĆ¹, STAŠA BOROVIĆ², MARCO POLA², JOSIP TERZIĆ², KOSTA URUMOVIĆ², LIDIJA SRNEC³, TANJA LISKO³, IVANA HAVRLE KOZARIĆ³, ALJOŠA DUPLIĆ⁴, TAMARA KIRIN⁴, KARLA FABRIO ČUBRIĆ⁴

¹ Institute for tourism, Vrhovec 5, Zagreb, Croatia

² Croatian Geological Survey, Milana Sachsa 2, Zagreb, Croatia

³ Croatian Meteorological and Hydrological Service, Ravnice 48, Zagreb, Croatia

⁴ Ministry of Environmental Protection and Green Transition, Institute for Environment and Nature Protection, Radnička cesta 80, Zagreb, Croatia

Corresponding author: Izidora.markovic@iztzg.hr

Abstract

Protected areas face increasing pressures from climate change, particularly through its impacts on tourism, ecosystem services, and natural resource availability. Developing effective management responses requires integration across multiple scientific domains rather than relying on single-discipline insights. This study introduces an interdisciplinary framework that combines regional climate projections, bioclimatic indices, and thermal comfort modeling with hydrological, ecological, and socio-economic assessments. Climate input data are translated into actionable information through linked models of water availability, ecosystem dynamics, and tourism suitability. Such integration enables managers to evaluate both risks and adaptation options in a way that captures the full complexity of human–environment interactions. The approach is being implemented within the Pact-Vira project across three pilot sites: Plitvice Lakes National Park, Kopački Rit Nature Park, and the Vis Archipelago Geopark. These sites represent distinct ecological and socio-economic contexts, allowing for testing of the framework's flexibility and relevance across diverse landscapes. By merging ecological and conservation biology insights with geography, economics, and policy analysis, the framework provides science-based guidance for adaptive management strategies. Ultimately, this work demonstrates how interdisciplinary collaboration can produce robust tools for sustaining biodiversity and ecosystem integrity while supporting tourism development in protected areas. This integrative methodology highlights the necessity of connecting natural and social sciences to deliver management practices that are not only evidence-based but also practically implementable, ensuring that protected areas remain resilient to climate change while continuing to provide ecological, cultural, and economic value.

Key words: climate change adaptation, protected areas, sustainable tourism, interdisciplinary integration, bioclimatic indices, hydrology and ecology, environmental management

Građanska znanost u zaštićenim područjima na rijeci Dunav

MATEJ MARUŠIĆ¹, ANITA CHENESHKOVA¹, DORJA BUČEVIĆ¹, LIDIJA MAUROVIĆ KOŠČAK², PETAR GLAVAŠ², MATIJA KARAPETRIĆ³, KARLA PROVČI³

¹ DANUBEPARKS – Mreža zaštićenih područja na rijeci Dunav, Orth Schloss, Orth an der Donau, Austrija

² Udruga OSPERA, Grmić 20, Podravlje, Osijek

³ Udruga studenata biologije ZOA, Cara Hadrijana 8/A, Osijek

Dopisni autor: m.marusic@danubeparks.org

Sažetak

Građanska znanost je pojam koji se odnosi na uključivanje šire javnosti u znanstveno-istraživačke aktivnosti. Europska komisija kao i brojne druge europske institucije nastoje promovirati važnost građanske znanosti te istaknuti izvanredne inicijative i projekte koje istraživanje, inovacije i kreativnost stavljaju u službu našeg društva. Jedan od takvih projekata je i DANUBE4all koji građansku znanost koristi u svrhu uključivanja pojedinaca i zajednica u sukreciju rješenja za zaštitu i obnovu prirode, kako bi lokalna zajednica što bolje razumjela važnost zahvata i mjera za obnovu prirode koje će biti prezentirane u „Akcijskom planu za restauraciju Dunavskog riječnog sliva“. Uz potporu DANUBE4all projektnog konzorcija te na inicijativu DANUBEPARKS-a (Mreže zaštićenih područja na rijeci Dunav), pokrenute su dvije nove inicijative za građansku znanost u zaštićenim područjima na rijeci Dunav. Prva inicijativa, koju koordinira osječka udruga OSPERA, je prijavljena programu IMPETUS pod nazivom „Osijek-Baranja Citizen Science Hub“. Ova inicijativa uključuje građane u istraživanja vezana za ekosustave u osječko-baranjskoj županiji s fokusom na zaštićena područja koja se nalaze u županiji: Park prirode Kopački rit i Regionalni park Mura-Drava. Građani znanstvenici okupljeni u skupinu pod nazivom „Panonski rendžer“ su organizirani u 3 radne grupe: 1) Rijeke: uključuje građane u ispitivanje kvalitete vode u Dravi i Dunavu; 2) Bioraznolikost: građani sudjeluju u monitoringu lokalne flore i faune; 3) Tlo: istraživanje održivih praksi poput permakulture i konzervacijske poljoprivrede. Drugu inicijativu pod nazivom „Persina4Danube – Community Engagement for Wetland Conservation“ koordinira DANUBEPARKS. Ona je također pokrenuta kroz IMPETUS akcelerator, a provodi se na području Parka prirode Persina u Bugarskoj. Cilj ove inicijative je mobilizirati lokalnu zajednicu kroz aktivnosti građanske znanosti usmjerene na istraživanje stanja prirodnih staništa i identifikaciju lokalnih vrsta. Fokus ove inicijative je na organizaciji edukativnog ljetnog kampa koji će metode i alate za građansku znanost približiti djeci u dobi od 7-12 godina. Iako će

sve prezentirane inicijative koje se provode u 2025. godini imati primarni utjecaj na lokalne zajednice, one imaju velik potencijal za replikaciju u drugim zaštićenim područjima, kako na Dunavu tako i na drugim rijekama u Europi.

Ključne riječi: građanska znanost, DANUBEPARKS, zaštićena područja, Dunav, monitoring

Citizen science in protected areas along the Danube River

MATEJ MARUŠIĆ¹, ANITA CHENESHKOVA¹, DORJA BUČEVIĆ¹, LIDIJA MAUROVIĆ KOŠČAK², PETAR GLAVAŠ², MATIJA KARAPETRIĆ³, KARLA PROVČI³

¹ DANUBEPARKS – Danube River Network of Protected Areas, Orth Schloss, Orth an der Donau, Austria

² OSPERA Association, Grmič 20, Podravlje, Croatia

³ Biology Students Association - ZOA, Cara Hadrijana 8/A, Osijek, Croatia

Corresponding author: m.marusic@danubeparks.org

Abstract

Citizen science is a concept that refers to the involvement of the wider public in scientific and research activities. The European Commission, as well as many other European institutions, promotes the importance of citizen science and highlights outstanding initiatives and projects that put research, innovation, and creativity at the service of our society. One such project is DANUBE4all, which uses citizen science to engage individuals and communities in co-creating solutions for nature conservation and restoration. The aim is to help local communities better understand the importance of interventions and restoration measures that will be presented in the Action Plan for the Restoration of the Danube River Basin. With the support of the DANUBE4all consortium and the initiative of DANUBEPARKS (the Network of Protected Areas along the Danube), two new citizen science initiatives have been launched in Danube Protected Areas. The first initiative, coordinated by the Osijek-based NGO OSPERA, was submitted to the IMPETUS programme under the name Osijek-Baranja Citizen Science Hub. This initiative involves citizens in ecosystem research in Osijek-Baranja County, with a focus on the Protected Areas within the county: Kopački rit Nature Park and Mura-Drava Regional Park. Citizen scientists, gathered under the name Pannonian Ranger, are organized into three working groups: 1) Rivers: involving citizens in water quality testing of the Drava and Danube; 2) Biodiversity: citizens participate in monitoring local flora and fauna; 3) Soil: focusing on sustainable practices such as permaculture and conservation agriculture. The second initiative, Persina4Danube – Community Engagement for Wetland Conservation, is coordinated by DANUBEPARKS. Also launched through the IMPETUS accelerator, it is being implemented in Persina Nature Park in Bulgaria. The goal is to mobilize the local community through citizen science activities aimed at researching natural habitats and identifying local species. The initiative focuses on organizing an educational summer camp that will introduce

children aged 7-12 to citizen science methods and tools. Although all initiatives presented in 2025 will primarily impact local communities, they hold strong potential for replication in other protected areas, both along the Danube and on other rivers across Europe.

Key words: citizen science, DANUBEPARKS, protected areas, Danube, monitoring

Rezultati projekta RAINSTORM

TOMISLAV MEŠTROVIĆ¹, BRANKO PETRINEC^{1,2}, LUKA PAVELIĆ¹, BRANIMIR ZAUNER¹, IGOR MIKLAVČIĆ³

¹ Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Zavod za zaštitu od zračenja, Ksaverska cesta 2, Zagreb

² Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet za dentalnu medicinu i zdravstvo, Crkvena 21, Osijek

³ Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za fiziku, Trg Ljudevita Gaja 6, Osijek

Dopisni autor: tomislav@imi.hr

Sažetak

RAINSTORM projekt (Razvoj i implementacija hibridnih gamaspektrometrijskih metoda za povećanje kapaciteta radiološkog nadzora okoliša nuklearnih elektrana) je usmjeren na uporabu radiološkog kartiranja kao dodatnog alata za brzu in-situ gamaspektrometrijsku karakterizaciju okoliša te povećanje njenih kapaciteta. Cilj radiološkog kartiranja je omogućiti što bržu identifikaciju područja s maksimalnom izmjerenom vrijednošću ambijentalnog doznog ekvivalenta (žarišna točka), kako bi se značajno skratilo vrijeme detaljnog in-situ gamaspektrometrijskog mjerenja koje može trajati i do 120 minuta za svaki segment područja.

Radiološko kartiranje provedeno je na lokaciji JUPP Kopački rit, koristeći uređaj za mjerenje ambijentalnog doznog ekvivalenta tvrtke Thermo Fisher Scientific, model FH 40G. te je obuhvatilo je interesno područje dimenzija 28 x 28 metara, koje je podijeljeno u matricu od 7x7 polja, pri čemu svako polje pokriva površinu od 4x4 metra. U središtu svakog polja provedemo je mjerenje na visini od 1 metra, u trajanju od 5 minuta, kako bi se dobila srednja vrijednost ambijentalnog doznog ekvivalenta. Izrađena je detaljna karta zračenja, koja je omogućila precizno određivanje točke maksimalne izmjerene vrijednosti ambijentalnog doznog ekvivalenta te je povećana efikasnost cjelokupnog procesa monitoringa. Izmjerene su minimalne (95 nSv/h) i maksimalne vrijednosti (136 nSv/h) ambijentalnog doznog ekvivalenta. Na mjestu maksimalne izmjerene vrijednosti ambijentalnog doznog ekvivalenta je potom provedeno gamaspektrometrijsko mjerenje koje je omogućilo detaljniju analizu prisutnosti radionuklida u tlu. Rezultati mjerenja potvrđuju podatke dobivene mjerenjem ambijentalnog doznog ekvivalenta. Sve izmjerene vrijednosti su unutar očekivanog raspona prirodnog pozadinskog zračenja u RH. Daljnji planovi uključuju istraživanja i na drugim lokacijama kao i unaprjeđenje započetih algoritama i optimiziranje provedenih postupaka radiološkog nadzora.

Ključne riječi: radiološko kartiranje, in-situ gamaspektrometrija, nuklearne elektrane, radionuklidi, hibridne metode, ambijentalni dozni ekvivalent, radiološki nadzor okoliša, detekcija žarišnih točaka, radiološka sigurnost

RAINSTORM project results

TOMISLAV MEŠTROVIĆ¹, BRANKO PETRINEC^{1,2}, LUKA PAVELIĆ¹, BRANIMIR ZAUNER¹, IGOR MIKLAVČIĆ³

¹ Institute for Medical Research and Occupational Health, Ksaverska cesta 2, Zagreb, Croatia

² Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Dental Medicine and Health, Crkvena 21, Osijek, Croatia

³ Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Physics, Trg Ljudevita Gaja 6, Osijek, Croatia

Corresponding author: tomlislav@imi.hr

Abstract

RAINSTORM project (Development and implementation of hybrid gamma-ray spectrometry methods to increase radiological surveillance capacity in vicinity of nuclear power plants) is focused on use of radiological mapping as additional tool for fast in-situ gamma-ray spectrometry characterization of the environment and increase of its capabilities. Purpose of radiological mapping is enabling fast and efficient identification of area with maximal measured value of ambient dose equivalent rate (focal point) which significantly decreases measuring time for gamma-ray spectrometry which can last up to 120 minutes for every field segment. Radiological mapping field research was performed at location JUPP Kopački rit, using ambient dose equivalent rate detector Thermo Fisher Scientific FH 40G. It included field of interest with dimensions 28 x 28 meter, which was divided in 7x7 meter matrix, in which every field covers area of 4x4 meters. In the middle of every field, measurement was performed 1 meter above ground, in 5 minutes interval, in which mean value of ambient dose equivalent rate was obtained. Detailed radiological map was made which enabled precise determination of points with maximal measured value of ambient dose equivalent rate in the area of interest which increased efficiency of radiological surveillance. Minimum (95 nSv/h) and maximum (136 nSv/h) values of ambient dose equivalent rate were measured. At point of maximum value

in-situ gamma-ray spectrometry measurements were made which enabled detailed assessment of radionuclide presence in the soil. Results confirm measurement made for ambient dose equivalent rate. All measured results are within expected values of natural background radiation for this area. Further plans include measurements at another locations of interest, as well as developing existing algorithms, and optimization of procedures used in radiological monitoring.

Key words: radiological mapping, in-situ gamma-ray spectrometry, nuclear power plant, radionuclides, hybrid methods, ambient dose equivalent, radiological monitoring of environment, focal-point detection, radiation safety

Optimizacija metode određivanja oksidacijskog oštećenja DNA pomoću reagensa Fenton ili UV-fotolizom H_2O_2 za analizu učinka vodnog stresa na klijance brokule

KARLO MIŠKEC, MARTA FRLIN, IVANA ŠOLA

Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Horvatovac 102a, Zagreb

Dopisni autor: marta.frlin@biol.pmf.hr

Sažetak

Metodom određivanja oksidacijskog oštećenja DNA pomoću reagensa Fenton ili UV-fotolizom H_2O_2 procjenjuje se sposobnost uzorka da zaštiti DNA od jedno- i dvolančanih lomova nastalih djelovanjem reaktivnih kisikovih spojeva (engl. *reactive oxygen species*, ROS), koji nastaju u reakciji H_2O_2 s željezovim ionima (Fe^{2+}) ili raspadom uslijed UV-zračenja. Cilj ovog rada bio je optimizirati parametre koji utječu na osjetljivost i reproducibilnost metode, uključujući omjer Fe^{2+}/H_2O_2 trajanje izloženosti UV-zračenju, pH vrijednost reakcijskog pufera, plazmidne koncentracije i prisustvo EDTA. S obzirom na to da Fe^{2+} ioni mogu uzrokovati oštećenje i neovisno o reakciji s H_2O_2 , EDTA je dodana kako bi se izoliralo oštećenje uzrokovano isključivo stvaranjem ROS-ova. Agarozna gel elektroforeza korištena je za kvalitativno i semikvantitativno određivanje linearnih, jednolančano-urezanih i superzavijenih varijanti. Dodatno su optimizirani koncentracija agaroze, trajanje elektroforeze te vrsta bojila kojim se detektiraju vrpce DNA. Intenzitet vrpce kvantificiran je denzitometrijom u programu ImageJ Fiji verzija 2.2.0 te je svakoj plazmidnoj varijanti određena masa DNA. Optimizacija metode provedena je na uzorcima klijanaca brokule (*Brassica oleracea* var. *cymosa*) koji su bili izloženi suši (BS) i poplavi (BP). Kontrolna skupina uzgojena je uz regularno zalijevanje. Ekstrakt uzorka BS bio je učinkovitiji u očuvanju superzavijane DNA varijante ($57,82 \pm 3,32$ %) izložene reagensu Fenton u odnosu na kontrolu ($36,10 \pm 3,44$) i uzorak BP ($44,91 \pm 5,59$ %). U eksperimentalnom dizajnu s UV-fotolizom H_2O_2 , kontrolna skupina i uzorak BS imali su veći zaštitni učinak u očuvanju superzavijene DNA (redom $76,93 \pm 0,22$ % i $75,48 \pm 3,00$ %) od uzorka BP ($57,47 \pm 1,81$ %). Zaključno, objema metodama je uspješno zabilježena razlika između uzoraka klijanaca brokule uzgajanih u uvjetima

vodnog stresa, što potvrđuje njihovu primjenjivost u procjeni oksidacijskog stresa kod biljnih uzoraka.

Ključne riječi: gel elektroforeza, plazmidna DNA, reagens Fenton, UV-fotoliza
 H_2O_2

Optimization of DNA nicking protection assay using the Fenton reagent or UV-photolysis of H₂O₂ for analysis of the effect of water stress on broccoli seedlings

KARLO MIŠKEC, MARTA FRLIN, IVANA ŠOLA

University of Zagreb, Faculty of Science, Department of Biology, Horvatovac 102a, Zagreb, Croatia

Corresponding author: marta.frlin@biol.pmf.hr

Abstract

Method for determining oxidative DNA damage using the Fenton reagent or UV-photolysis of H₂O₂ is used for assessing the ability of the sample to protect DNA from single- and double-stranded breaks induced by reactive oxygen species (ROS). In this method, ROS are formed in the reaction of H₂O₂ with ferrous ions (Fe²⁺) or from its photolysis under UV-radiation. The aim of this study was to optimize the parameters that affect the sensitivity and reproducibility of the method, including the Fe²⁺/ H₂O₂ ratio, UV exposure time, pH of the reaction buffer, plasmid concentration, and the presence of EDTA. Since Fe²⁺ ions can cause DNA damage independently of their reaction with H₂O₂, EDTA was added to isolate damage caused exclusively by ROS formation. Agarose gel electrophoresis was used for qualitative and semi-quantitative determination of linear, single-strand nicked, and supercoiled plasmid variants. Further optimization included agarose concentration, electrophoresis duration, and the type of DNA dye used for band visualization. Band intensity was quantified by densitometry using ImageJ Fiji version 2.2.0, and the DNA mass of each plasmid variant was determined. Method optimization was carried out on broccoli (*Brassica oleracea* var. *cymosa*) seedlings exposed to drought (BS) and flooding (BP), with control group grown under regular watering conditions. BS extract was more effective in preserving the supercoiled DNA variant (57.82 ± 3.32%) exposed to the Fenton reagent, compared to control (36.10 ± 3.44%) and BP extract (44.91 ± 5.59%). In the experimental design with UV-photolysis of H₂O₂, both the control group and BS extract showed stronger protective effect in preserving supercoiled DNA (76.93 ± 0.22% and 75.48 ± 3.00%, respectively) compared to BP (57.47 ± 1.81%). In conclusion, both methods successfully recorded differences between broccoli seedlings grown under water

stress conditions, confirming their applicability in assessing oxidative stress in plant samples.

Key words: Fenton reagent, gel elektrophoresis, plasmid DNA, UV-photolysis of H_2O_2

Upoznavanje flore i faune, hranidbenih lanaca i mreža Kopačkoga rita integriranim aktivnostima za učenike mlađe školske dobi

MONIKA MUŽAR-KOS*, IRELLA BOGUT, IRENA KIŠMARTIN, KREŠIMIR VIDAČIĆ*

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet za odgojne i obrazovne znanosti, Cara Hadrijana 10, Osijek, (*doktorand poslijediplomskog studija Obrazovne znanosti i perspektive obrazovanja)

Dopisni autor: kvidacic@foozos.hr

Sažetak

U okviru programa Festivala znanosti 2025 na zadanu temu Mreže, u Osnovnoj školi Hinka Juhna Podgorač – Područna škola Stipanovci, održana je radionica pod nazivom "Hranidbeni lanci i hranidbene mreže ekosustava Kopačkoga rita za djecu mlađe školske dobi". Osnovni cilj ove radionice bio je omogućiti proučavanje prirodne baštine Kopačkog rita u nastavi koja pomaže učenicima razviti svijest o važnosti očuvanja prirodnih bogatstava te ih osposobljava za održivo djelovanje u budućnosti. Učenici su, u kombiniranim razredu od 1. do 4. razreda, integriranim aktivnostima nastavnih predmeta prirode i društva, hrvatskog jezika i likovne kulture istraživali i uspoređivali odnose i međuovisnost živih bića te prehrambene odnose najvećeg poplavnog područja - Kopačkoga rita (često nazvanog močvarom našeg kraja). Učenici su kroz interaktivne igrice Memory (okretanje parova kartica), *Slovo na slovo* (formiranje riječi dodavanjem slova), *Kružić-Križić* (postavljanje tri znaka u vodoravnom i okomitom redu) te *Razmisli, upari, podijeli* (razmišljanje i razmjena ideja u paru) upoznali floru i faunu kopnenih i vodenih ekosustava te samostalno kreirali hranidbene lance i mreže u različitim staništima u Kopačkom ritu. Zadane aktivnosti potaknule su učenike na uočavanje međusobne ovisnosti opstanka i suživota biljaka i životinja u neposrednom okruženju. Radionica je završila aktivnostima putem koje su učenici likovnim i vizualnim izražavanjem i likovnim jezikom izrazili osobne doživljaje tematskog sadržaja radionice. Optimalno odabranim sadržajima usklađenim s psihofizičkom dobi učenika ostvareni su odgojno-obrazovni ishodi Kurikuluma za nastavni predmet Priroda i društvo (2019). Primjereno odabranim sadržajima učenici su uočili međusobnu ovisnost živih bića i prostora te uočili povezanost staništa i uvjeta u okolišu s promjenama u biljnome i životinjskome svijetu u zavičaju. Na primjerima ekosustava Kopačkoga rita učenici su analizirali i povezivali životne uvjete i raznolikost živih bića na različitim staništima uz opisivanje ciklusa u prirodi i prilagodbi biljaka i životinja na različite uvjete života. Aktivnostima unutar

ove radionice učenicima smo omogućili otkrivanje povezanosti i međuovisnosti procesa i pojava u prirodnome i društvenome okružju te tako stvorili polazište i temelj za društvo koje poštuje prirodu i aktivno sudjeluje u njezinu očuvanju.

Ključne riječi: integrirane aktivnosti u razrednoj nastavi, interaktivne igre, hranidbeni lanci, hranidbene mreže, Kopački rit

Exploring the flora, fauna, food chains and webs within Kopački rit through integrated activities for younger primary school students

MONIKA MUŽAR-KOS*, IRELLA BOGUT, IRENA KIŠMARTIN, KREŠIMIR VIDAČIĆ*

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Education, Ulica cara Hadrijana 10, Osijek, Croatia (*PhD student of the Postgraduate programme Educational Sciences and Perspectives of Education)

Corresponding author: kvidacic@foozos.hr

Abstract

As part of the 2025 Science Festival programme on the theme *Networks*, a workshop titled "Food Chains and Food Networks of the Kopački Rit Ecosystem for Younger Primary School Children" was held at Hinko Juhn Primary School Podgorač – Stipanovci Branch School. The primary objective of this workshop was to facilitate the exploration of the natural heritage of Kopački Rit within the framework of teaching, thereby helping students develop an awareness of the importance of preserving natural resources and equipping them for sustainable action in the future. Students from a combined class, from Grades 1 to 4, engaged in integrated activities across the subjects of Nature and Society, Croatian Language, and Visual Arts. Through these interdisciplinary approaches, they investigated and compared relationships and interdependence among living organisms, as well as trophic interactions within the largest floodplain area in Croatia - Kopački Rit (often referred to as the "wetland of our region"). Using interactive games such as *Memory* (card matching), *Letter by Letter* (word formation), *Tic-Tac-Toe* (creating a sequence of three symbols horizontally or vertically), and *Think, Pair, Share* (reflection and idea exchange in pairs), students explored the flora and fauna of terrestrial and aquatic ecosystems. They also independently constructed food chains and food webs corresponding to different habitats within Kopački Rit. These activities encouraged students to recognize the mutual dependence of plant and animal life for survival and coexistence within their immediate environment. The workshop concluded with a creative visual arts activity, through which students expressed their personal experiences and interpretations of the workshop's thematic content using visual language. Through optimally selected content aligned with the students' psychophysical development, the educational outcomes prescribed by the Nature and Society Curriculum (2019) were achieved. This carefully chosen content enabled students to recognize the mutual dependence between living organisms and their habitats, as well as

the relationship between habitats and environmental conditions with changes observed in the local flora and fauna. Through examples drawn from the Kopački Rit ecosystem, students analysed and connected living conditions and biodiversity across different habitats, described natural cycles, and examined the adaptations of plants and animals to varying life conditions. Through the activities within this workshop, we have enabled students to discover the interconnectedness and interdependence of processes and phenomena in both natural and social environments, thereby establishing a foundation for a society that respects nature and actively participates in its preservation.

Key words: integrated activities in primary education, interactive games, food chains, food webs, Kopački rit

Varijabilnost sporulacije fitopatogene gljive *Ophiostoma novo-ulmi*

ANA MUŽIK¹, LJILJANA KRSTIN¹, IVNA ŠTOLFA ČAMAGAJEVAC¹, MIRNA
ČURKOVIĆ-PERICA², ZDENKO TURNIŠKI³, IVA ŠUKER¹, ZORANA KATANIĆ¹

¹ Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku; Odjel za biologiju, Cara Hadrijana 8/A, Osijek

² Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Horvatovac 102a, Zagreb

³ Hrvatske šume d.o.o., Direkcija, Sektor za zelenu energiju i projekte sufinancirane sredstvima EU fondova i međunarodne projekte, Služba za projekte sufinancirane sredstvima EU fondova i međunarodne projekte, Ulica kneza Branimira 1, Zagreb

Dopisni autor: ana.muzik@biologija.unios.hr

Sažetak

Holandska bolest brijesta biljna je bolest koju uzrokuju gljive mješinarke iz roda *Ophiostoma*. Tijekom 20. stoljeća zabilježene su dvije pandemije ove bolesti, a točno porijeklo uzročnika još uvijek nije sa sigurnošću potvrđeno. Prva pandemija uzrokovana vrstom *Ophiostoma ulmi* započela je početkom 20. stoljeća, dok se sredinom 20. stoljeća pojavila vrsta *O. novo-ulmi* uzrokujući drugu pandemiju koja još uvijek traje. Vrsta *O. novo-ulmi* dijeli se na dvije podvrste, *O. novo-ulmi* subsp. *novo-ulmi* i *O. novo-ulmi* subsp. *americana*. Na području Europe gdje se obje podvrste pojavljuju, prisutan je i varijabilni udio njihovih hibrida. Specifična genetička struktura patogena u populaciji može rezultirati postojanjem razlika u brojnim značajnim svojstvima. Holandska bolest brijesta prenosi se tijekom ulaska mladih jedinki potkornjaka, koji nose gljivične spore na svom egzoskeletu, u krošnju zdravih brijestova, gdje se hrane. Spore ulaze u žile provodnog sustava brijesta, posebice ksilema, te dolazi do klijanja spora i razvija micelij. Infekcija dovodi do poremećaja funkcije provodnog sustava i pojave simptoma venuća. Vrste potkornjaka razlikuju se po svojoj učinkovitosti i broju spora prisutnih na pojedinoj jedinki tijekom širenja uzročnika bolesti, a količina inokuluma značajno utječe na uspješnost infekcije. U ovom radu istražena je sposobnost sporulacije gljive *O. novo-ulmi*, što predstavlja važno svojstvo za mogućnost širenja patogena. U istraživanju su korišteni genetički različiti izolati *O. novo-ulmi* uzorkovani na području Kopačkog rita. Usporedba sposobnosti stvaranja nespolnih spora ukazala je na velik sporulacijski potencijal u *in vitro* uvjetima, ali su postojale statistički značajne razlike u sporulaciji pojedinih izolata. Dobiveni rezultati ukazali su kako je sposobnost stvaranja spora gljive *O. novo-ulmi* varijabilno svojstvo, a učinke varijabilnosti u sporulaciji na razini populacije potrebno je dodatno istražiti.

Ključne riječi: holandska bolesti brijesta, širenje bolesti, *Ulmus*, raznolikost
patogena

Variability of sporulation of the phytopathogenic fungus *Ophiostoma novo- ulmi*

ANA MUŽIK¹, LJILJANA KRSTIN¹, IVNA ŠTOLFA ČAMAGAJEVAC¹, MIRNA
ČURKOVIĆ-PERICA², ZDENKO TURNIŠKI³, IVA ŠUKER¹, ZORANA KATANIĆ¹

¹ Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Biology, Cara Hadrijana 8/A, Osijek, Croatia

² University of Zagreb, Faculty of Science, Department of Biology, Horvatovac 102a, Zagreb, Croatia

³ Croatian Forests Ltd., Directorate, Sector for Green Energy and Projects Co-financed by EU Funds and International Projects, Service for Projects Co-financed by EU Funds and International Projects, Ulica kneza Branimira 1, Zagreb, Croatia

Corresponding author: ana.muzik@biologija.unios.hr

Abstract

Dutch elm disease is a plant disease caused by the ascomycete of the genus *Ophiostoma*. Two pandemics of this disease were recorded during the 20th century, caused by pathogens that have never been conclusively traced back to their origin. The first pandemic, caused by *Ophiostoma ulmi*, began in the early 20th century. In the mid-20th century, *O. novo-ulmi* was introduced, causing a second pandemic that is still ongoing. *Ophiostoma novo-ulmi* is divided into two subspecies, *O. novo-ulmi* subsp. *novo-ulmi* and *O. novo-ulmi* subsp. *americana*. In Europe, where both subspecies are present, a variable proportion of their hybrids is also observed. The specific genetic composition of the pathogen within the population can lead to variations in important characteristics. Dutch elm disease is transmitted when immature bark beetles carrying fungal spores on their exoskeleton enter the crown of healthy elms, where they feed. The spores enter the elm's vascular system, particularly the xylem, where they germinate and produce mycelium. The infection disrupts the function of the vascular system, leading to wilting symptoms. Bark beetle species differ in their efficiency and the number of spores present on an individual during the spread of the pathogen. The amount of inoculum significantly affects the success of the infection. In this work, the sporulation capacity of the fungus *O. novo-ulmi* was investigated, which is an important characteristic for the possibility of pathogen spread. The study used genetically different isolates of *O. novo-ulmi* sampled in the area of Kopački

rit. Comparison of the ability to form asexual spores indicated a high sporulation potential *in vitro*; however, there were statistically significant differences in the sporulation of individual isolates. The results obtained indicated that the ability to form spores is a variable characteristic of the fungus *O. novo-ulmi*, and the effects of variability in sporulation at the population level need to be further investigated.

Key words: Dutch elm disease, disease spread, *Ulmus*, pathogen diversity

Zelena knjižnica i stavovi studenata FOOZOS-a o obrazovanju za održivi razvoj

LJUBICA NEDIĆ

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet za odgojne i obrazovne znanosti,
Cara Hadrijana 10, Osijek

Dopisni autor: ljnedic@foozos.hr

Sažetak

Cilj je rada ispitati kompetencije studenata Fakulteta za odgojne i obrazovne znanosti (FOOZOS) za oblikovanje održive budućnosti. Budući edukacijski rehabilitatori, logopedi, odgojitelji i učitelji na studijskim programima dobivaju temeljna znanja o ekologiji i održivome razvoju. Jesu li ta saznanja dostatna za buduća zanimanja ili treba raditi na usavršavanju i stvaranju iskustvenih metoda? Zelena knjižnica FOOZOS-a tijekom cijele godine ekološkim sadržajima uključuje u radionice zainteresirane studente u rad s djecom predškolske i školske dobi. Na taj način studenti imaju prigodu akumulirati znanja zelene pedagogije primijeniti u praksi. U kojoj mjeri studenti odabiru teme ekološkoga odgoja i održivoga razvoja u svojim diplomskim radovima, pokazat će analiza sadržaja diplomskih i završnih radova pohranjenih u Repozitorij Fakulteta za odgojne i obrazovne znanosti tijekom desetogodišnjega razdoblja (2015. do 2024.). Stavove i samoprocjenu studenata dopunit će kvalitativna analiza visoko strukturiranih intervju.

Ključne riječi: ekologija, održivi razvoj, studenti, Zelena knjižnica

Green Library and FOOZOS students' attitudes towards education for sustainable development

LJUBICA NEDIĆ

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Education, Cara Hadrijana 10, Osijek, Croatia

Corresponding author: ljnedic@foozos.hr

Abstract

The aim of this paper is to examine the competencies of students at the Faculty of Education (FOOZOS) for shaping a sustainable future. Future educational rehabilitators, speech therapists, educators, and teachers receive fundamental knowledge about ecology and sustainable development in their study programs. Are these insights sufficient for future professions, or is there a need to work on improving and creating experiential methods? The FOOZOS Green Library involves interested students in workshops with ecological content during the year, working with preschool and school-aged children. In this way, students have the opportunity to apply accumulated knowledge of green pedagogy in practice. The extent to which students choose topics of ecological education and sustainable development in their theses will be shown through content analysis of thesis and final papers stored in the Repository of the Faculty of Educational Sciences over a ten-year period (2015 to 2024). Students' attitudes and self-assessment will be complemented by qualitative analysis of highly structured interviews.

Key words: ecology, sustainable development, students, Green Library

Kopački rit – mjesto susreta i međupredmetnih tema

SREĆKO NEDIĆ¹, MARIJANA DAMJANOVIĆ¹, LJUBICA NEDIĆ²

¹ Osnovna škola fra Ilije Starčevića, Tolisa, Bosna i Hercegovina

² Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet za odgojne i obrazovne znanosti, Cara Hadrijana 10, Osijek

Dopisni autor: ljnedic@foozos.hr

Sažetak

U povijesti školstva na hrvatskome govornom području izmjenjivali su se obrazovni standardi koji su u prvome redu imali dobrobit djece. Ona je i u suvremenosti kreatorima kurikula misao vodilja koja se potom nastavnim strategijama primjenjuje kod učenika osnovnoškolske dobi. Misija je učitelja i nastavnika dobro pripremljene nastavne planove provesti u djelo. Cilj je ovoga rada prikazati međupredmetnu povezanost kurikula nastavnoga predmeta Katoličkoga vjeronauka i nastavnoga predmeta Engleski jezik u Osnovnoj školi fra Ilije Starčevića u Tolisi (Bosna i Hercegovina). Načelo korelacije odnosi se na nastavne jedinice vezane za prirodoslovno područje sa zajedničkom temom koja se odnosi na životinje. Svjetski dan životinja obilježava se 4. listopada, a zaštitnik ekologa je sveti Franjo Asiški. Kopački rit i terenska nastava koja je u godišnjim planovima i programima škole u Tolisi dobar je primjer ostvarivanja međupredmetne povezanosti. Usvajanje novih znanja na jednodnevnom izletu i primjena vještina stečenih u nastavi korisni su alati za obradu zajedničkih tema u Kopačkom ritu. Boravak u prirodi za učenike digitalnog doba novi je iskorak ka poboljšanju socijalizacije, mentalnoga zdravlja i zdravstvenoga područja.

Ključne riječi: izlet, Kopački rit, međupredmetne teme, nastavni predmeti, OŠ Tolisa

Kopački rit – a place for meeting and cross-curricular themes

SREĆKO NEDIĆ¹, MARIJANA DAMJANOVIĆ¹, LJUBICA NEDIĆ²

¹ Primary School fra Ilije Starčevića, Tolisa, Bosnia and Herzegovina

² Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Education, Cara Hadrijana 10, Osijek, Croatia

Corresponding author: ljnedic@foozos.hr

Abstract

Throughout the history of education in Croatian-speaking regions, educational standards have succeeded one another, always with the well-being of children as their primary focus. In contemporary curriculum design, this remains a guiding principle, implemented through teaching strategies directed at primary school pupils. The mission of teachers is to put well-prepared lesson plans into practice. The aim of this paper is to present the cross-curricular connection between the curriculum of Catholic Religious Education and that of English at Fra Ilija Starčević Primary School in Tolisa (Bosnia and Herzegovina). The principle of correlation is applied to teaching units in the field of natural sciences, with animals as the unifying theme. World Animal Day is celebrated on October 4, and St. Francis of Assisi is the patron saint of ecologists. Kopački Rit and the field classes included in the school's annual plans provide a strong example of cross-curricular integration. The acquisition of new knowledge during a one-day excursion and the application of skills acquired in class are effective tools for addressing shared themes in Kopački Rit. For students of the digital age, spending time in nature represents a new step towards strengthening socialization, mental health, and overall well-being.

Key words: cross-curricular themes excursion, Kopački Rit, school subjects, Primary School in Tolisa

Projekt DANSER (Obzor Europa) i biotički monitoring u pilot-područjima Srednjeg Dunava u Hrvatskoj

SINIŠA OZIMEC¹, IVANA MAJIĆ¹, TIHOMIR FLORIJAČIĆ¹, ANKICA SARAJLIĆ¹, DINKO JELKIĆ¹, ANĐELKO OPAČAK¹, RAS LUŽAIĆ¹, DENIS DEŽE¹, HELENA EREŠ¹, DRAGAN PRLIĆ², IVAN DAMJANOVIĆ^{3,4}, VLATKO ROŽAC⁵, MARIJA VEREŠ⁵, MARIN ŠKORO⁵

¹ Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Ulica Vladimira Preloga 1, Osijek

² TRAGOPOGON, obrt za savjetovanje i edukaciju, vl. Dragan Prlić, Donji Meljani 92c, Donji Meljani, Slatina

³ Nastavni zavod za javno zdravstvo Osječko-baranjske županije, Drinska 8, Osijek

⁴ MEDIATRIX VITAE, obrt za savjetovanje i edukaciju, vl. Ivan Damjanović, Antuna Kanižlića 44, Osijek

⁵ Public institution Kopački rit Nature Park, Mali Sakadaš 1, Kopačevo, Bilje, Croatia

Dopisni autor: sinisa.ozimec@fazos.hr

Sažetak

Projekt: „**DAN**ube **SE**diment **R**estoration: towards the deployment and upscaling of sustainable management of the sediments across the Danube catchment basin“ (DANSER), sufinanciran je iz EU programa „Obzor Europa“ i Misije „Obnovimo naš ocean i vode do 2030.“, čiji je cilj zaštititi i obnoviti morske i slatkovodne ekosustave i bioraznolikost. Projekt je usmjeren na sliv rijeke Dunav, koji je danas suočen s klimatskim promjenama i antropogenim pritiscima, što zahtijeva žurne mjere za vraćanje ravnoteže sedimenta i poboljšanje bioraznolikosti u Dunavskom bazenu. Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek (FAZOS) jedan je od 35 partnera iz 7 država: Austrije, Bugarske, Hrvatske, Irske, Portugala, Rumunjske i Ukrajine. Tijekom projekta (1. siječnja 2025.-31. prosinca 2028.) planirane su istraživačke i demonstracijske aktivnosti, restauracije vodnih tijela, izrada zajedničkih modela i strategija, te suradnja s širom javnosti. FAZOS je uključen u aktivnosti monitoringa staništa, divlje faune i flore u ekosustavima ovisnima o vodi i izloženima utjecajima procesa sedimentacije u pilot-području Srednjeg Dunava u Hrvatskoj. Monitoring obuhvaća dvije lokacije: nekadašnji rukavac i tok rijeke Drave kod naselja Novi Gradac, te u Parku prirode „Kopački rit“ tokove rijeke Drave i Dunava, Novi kanal, kanal Čonakut, Hulovski kanal, Renovski kanal, Vemeljski dunavac, jezero Sakadaš i Kopačko jezero. Biotički monitoring obuhvaća sljedeće aktivnosti: inventarizacija i analiza stanja očuvanosti kopnenih, močvarnih i vodenih stanišnih tipova, te ciljnih stanišnih tipova Natura 2000, analiza obilježja flore i rizika od invazivnih stranih vrsta biljaka; mjerenje fizikalno-kemijskih parametara vode, uzorkovanje i analiza

funkcionalnih uloga fitoplanktona i zooplanktona, uzorkovanje, inventarizacija i analiza faune slatkovodnih riba; inventarizacija faune taksonomskih skupina beskralješnjaka i kralješnjaka, uspostava transekata, prikupljanje podataka o raznolikosti faune s osvrtom na ugrožene i ciljne vrste Natura 2000. Prikupljeni i analizirani podaci pružit će uvid u sastav i stanje očuvanosti stanišnih tipova u uvjetima izraženih klimatskih promjena i procesa sedimentacije, te pridonijeti boljem poznavanju raznolikosti pojedinih taksonomskih skupina divlje faune i flore, naročito ugroženih i ciljnih vrsta za područja ekološke mreže Natura 2000 u istraživanim područjima.

Ključne riječi: bioraznolikost, sediment, Drava, Dunav, Kopački rit

The DANSER project (Horizon Europe) and biotic monitoring in the Mid-Danube pilot sites in Croatia

SINIŠA OZIMEC¹, IVANA MAJIĆ¹, TIHOMIR FLORIJAČIĆ¹, ANKICA SARAJLIĆ¹, DINKO JELKIĆ¹, ANĐELKO OPAČAK¹, RAS LUŽAIĆ¹, DENIS DEŽE¹, HELENA EREŠ¹, DRAGAN PRLIĆ², IVAN DAMJANOVIĆ^{3,4}, VLATKO ROŽAC⁵, MARIJA VEREŠ⁵, MARIN ŠKORO⁵

¹ Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Ulica Vladimira Preloga 1, Osijek, Croatia

² TRAGOPOGON, Consulting and Education Trade, owner Dragan Prlić, Donji Meljani 92c, Donji Meljani, Slatina, Croatia

³ Teaching Institute of Public Health for the Osijek-Baranja County, Drinska 8, Osijek, Croatia

⁴ MEDIATRIX VITAE, Consulting and Education Trade, owner Ivan Damjanović, Antuna Kanižlića 44, Osijek, Croatia

⁵ Public Institution Kopački rit Nature Park, Mali Sakadaš 1, Kopačevo, Bilje, Croatia

Corresponding author: sinisa.ozimec@fazos.hr

Abstract

Project: „**D**ANube **S**ediment **R**estoration: towards the deployment and upscaling of sustainable management of the sediments across the Danube catchment basin“ (DANSER) is co-funded by the EU Horizon Europe programme and Mission “Restore our Ocean and Waters by 2030” which aims to protect and restore marine and freshwater ecosystems and biodiversity. The project is focused on the Danube River catchment, which is currently facing climate change and anthropogenic pressures, which require urgent measures to restore sediment balance, while planning measures to improve biodiversity in the Danube Basin. The Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek (FAZOS) is one of 35 partners from 7 countries: Austria, Bulgaria, Croatia, Ireland, Portugal, Romania and Ukraine. During the project period (January 1, 2025 to December 31, 2028), research and demonstration activities, restoration of water bodies, development of joint models and strategies, and cooperation with the wider public are planned. FAZOS is involved in monitoring activities of habitats, wild fauna and flora in water-dependent ecosystems exposed to the impacts of sedimentation processes in the pilot sites of the Middle Danube in Croatia. Monitoring covers two locations: the former side-arm and the course of the Drava River nearby tNovi Gradac settlement, and in Kopački rit Nature Park the courses of the Drava and Danube rivers, Novi kanal, Čonakut kanal, Hulovski kanal, Renovski kanal, Vemeljski dunavac, Sakadaš Lake and Kopačko Lake. Biotic monitoring includes the activities of inventory and analyses of terrestrial, wetland and aquatic habitat types, and target Natura 2000 habitat

types, analysis of flora characteristics, and the risk of invasive alien plant species; measurement of physicochemical water parameters, analysis of phytoplankton and zooplankton functional roles, inventory of freshwater fish fauna; inventory of fauna of invertebrates and vertebrates, establishment of transects, collection of data on fauna diversity with a focus on endangered and target Natura 2000 species. The analysed data will provide insight into the structure and conservation status of habitat types, and contribute to a better understanding of the diversity of individual taxonomic groups of wild fauna and flora, especially endangered and target Natura 2000 species in the studied areas.

Key words: biodiversity, sediment, Drava, Danube, Kopački rit

Projekt „WatchOut“ i standardni monitoring bioraznolikosti u Parku prirode „Kopački rit“ (2023.-2025.)

SINIŠA OZIMEC¹, IVANA MAJIĆ¹, TIHOMIR FLORIJAČIĆ¹, ANKICA
SARAJLIĆ¹, IVAN PLAŠČAK¹, DORIJEAN RADOČAJ¹, DENIS DEŽE¹, HELENA
EREŠ¹, DRAGAN PRILIĆ², VLATKO ROŽAC³, MARIJA VEREŠ³, MARIN ŠKORO³

¹ Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek,
Ulica Vladimira Preloga 1, Osijek

² TRAGOPOGON, obrt za savjetovanje i edukaciju, vl. Dragan Prlić, Donji Meljani 92c, Donji
Meljani, Slatina

³ Javna ustanova „Park prirode Kopački rit“, Mali Sakadaš 1, Kopačevo, Bilje

Dopisni autor: sinisa.ozimec@fazos.hr

Sažetak

Standardni monitoring bioraznolikosti u Parku prirode „Kopački rit“ dio je aktivnosti projekta „Wetland and Wildlife Monitoring Using Technology and Acoustics“ („WatchOut“), koji provodi Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek uz potporu tvrtke Huawei Technologies d.o.o., u okviru projekta „Nature Guardian“ iz Programa „Tech4All Global Initiative“. Standardni monitoring staništa, divlje faune i flore provode istraživači Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, uz sudjelovanje zaposlenika Javne ustanove „Park prirode Kopački rit“, u razdoblju: ožujak 2023. – rujan 2025. godine. Obuhvaća primjenu standardnih protokola za monitoring pojedinih taksonomskih skupina, terenska opažanja, vizualno praćenje (korištenjem foto-zamki), bilježenje i analizu prikupljenih podataka. Raznolikost staništa čini 89 prirodnih, doprirodnih i antropogenih stanišnih tipova, od kojih je 49 (55 %) ugroženo na nacionalnoj i europskoj razini. Zastupljeni su ciljni stanišni tipovi i ciljne vrste faune za područje ekološke mreže Natura 2000 PPOVS HR2000394 Kopački rit. Struktura i prostorni raspored kopnenih i vodenih staništa u stalnoj su dinamičnoj izmjeni pod utjecajem hidroloških prilika. Vaskularna flora (papratnjače, kritosjemenjače) obuhvaća 576 svojiti ili 12 % flore Hrvatske. Zabilježene su ugrožene i zaštićene vrste, uz procjenu obilježja njihovih populacija. Istraživači su opažali i prikupljali podatke o raznolikosti divlje faune iz taksonomskih skupina beskralješnjaka (puževi, školjkaši, pijavice, paučnjaci, kukci) i kralješnjaka (vodozemci, gmazovi, ptice i sisavci). Foto-zamke su prikladni alat za bilježenje prisutnosti i rasprostranjenosti jedinki pojedinih životinjskih vrsta, procjenu veličine populacija, praćenje ponašanja te dnevnih i sezonskih aktivnosti. Analizom opažanja u obliku fotografija i video-zapisa, zabilježeno je ukupno 20 životinjskih vrsta; 12 pripadaju fauni sisavaca i 8 fauni ptica. Prema brojnosti

zabilježenih jedinki, utvrđena je dominacija svinje divlje, jelena običnog, vjeverice, kune zlatice, jazavca i čaglja. Rezultati projekta doprinjet će boljem poznavanju bioraznolikosti u Parku prirode „Kopački rit“, naročito ugroženih, rijetkih, strogo zaštićenih i ciljnih vrsta Natura 2000 područja. Prikupljeni i analizirani podaci pružit će uvid u strukturu, intenzitet promjena i stabilnost kopnenih, močvarnih i vodenih stanišnih tipova.

Ključne riječi: monitoring, flora, fauna, staništa, Kopački rit, zaštita prirode

The „WatchOut“ project and standard biodiversity monitoring in Kopački rit Nature Park (2023-2025)

SINIŠA OZIMEC¹, IVANA MAJIĆ¹, TIHOMIR FLORIJAČIĆ¹, ANKICA SARAJLIĆ¹, IVAN PLAŠČAK¹, DORIJEAN RADOČAJ¹, DENIS DEŽE¹, HELENA EREŠ¹, DRAGAN PRLIĆ², VLATKO ROŽAC³, MARIJA VEREŠ³, MARIN ŠKORO³

¹ Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Ulica Vladimira Preloga 1, Osijek, Croatia

² TRAGOPOGON, Consulting and Education Trade, owner Dragan Prlić, Donji Meljani 92c, Donji Meljani, Slatina, Croatia

³ Public Institution Kopački rit Nature Park, Mali Sakadaš 1, Kopačevo, Bilje, Croatia

Contact: sinisa.ozimec@fazos.hr

Abstract

Standard biodiversity monitoring in Kopački rit Nature Park is part of the activities within the project: „Wetland and Wildlife Monitoring Using Technology and Acoustics“ („WatchOut“), granted by the company Huawei Technologies Ltd, under the „Nature Guardian“ project of Tech4All Global Initiative“ Programme, and implementing by Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek. Standard monitoring of habitats, wild fauna and flora is conducting by researchers from the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, with assistance of employees of the Public Institution Kopački rit Nature Park, in the period from March 2023 to September 2025. It comprises application of standard protocols for monitoring in wildlife biology for particular taxonomic groups, field observations, visual tracking (using camera traps), recording and analyses of collected data. Habitat diversity consists of 89 natural, semi-natural and anthropogenic habitat types, of which 49 (55%) are endangered at the national and European level. Target habitat types and Target wild fauna species for the Natura 2000 ecological network site SPA HR2000394 Kopački rit, had been recorded. The structure and spatial arrangement of terrestrial and aquatic habitats are in constant dynamic change under the impact of hydrological conditions. Vascular flora (ferns, angiosperms) includes 576 taxa or 12% of the flora of Croatia. Endangered and protected species were recorded, with an assessment of the characteristics of their populations. The researchers observed and collected data on the diversity of wild fauna from the taxonomic groups of invertebrates (snails, bivalves, leeches, arachnids, insects) and vertebrates (amphibians, reptiles, birds and mammals). Camera traps are a suitable tool for recording the presence and distribution of individuals of certain animal species, estimating the population size, monitoring behaviour and daily

and seasonal activities. By analysing observations in the form of photographs and video clips, a total of 20 animal species were recorded, 12 belongs to mammal fauna, and 8 to avian fauna. According to the number of recorded individuals, the dominance of wild boar, red deer, red squirrel, pine marten, European badger and golden jackal was established. Project results will contribute to better knowledge on biodiversity in Kopački rit Nature Park, especially of threatened, rare, strictly protected species and Natura 2000 target species. Recorded and analysed data sets will provide insight into structure, intensity of changes and stability of terrestrial, wetland and aquatic habitats.

Key words: monitoring, flora, fauna, habitats, Kopački rit, nature conservation

Preliminarni rezultati monitoringa običnog jelenka (*Lucanus cervus*) na području Karlovca

**MARKO OŽURA¹, MARIO REPIĆ², NINA POPOVIĆ¹, ZRINKA MESIĆ¹,
MARTINA PAVLOVIĆ SUŠILOVIĆ²**

¹ Veleučilište u Karlovcu, Trg J. J. Strossmayera 9, Karlovac

² Javna ustanova NATURA VIVA, A. Vranyczanya 6, Karlovac

Dopisni autor: marko.ozura@vuka.hr

Sažetak

Podaci iz ovog rada dio su redovnog monitoringa i terenskog rada Javne ustanove „Natura viva“ za upravljanje zaštićenim dijelovima prirode na području Karlovačke županije te obuhvaćaju razdoblje od 2023. do 2025. godine. Monitoring običnog jelenka (*Lucanus cervus*) proveden je prema protokolu iz „Programa monitoringa za običnog jelenka (*Lucanus cervus*)“ u navedenom razdoblju u šumi Kozjača u Karlovcu. Gospodarska jedinica Kozjača je šuma hrasta kitnjaka i običnog graba (*Epimedio-Carpinetum betuli*), raste na neutralno do slabo kiselom tlu (pseudoglej) u dubokom tlu s blagim humusom. Zajednica je rasprostranjena u kontinentalnoj klimi što obuhvaća panonski dio Hrvatske sve do Ogulina, na blagim brežuljkastim tlima i podnožjima većih masiva između 150-450 m n/v. Uz kitnjak i grab često je prisutna i obična bukva, a od značajnijih vrsta drveća su trešnja (*Prunus avium*), klen (*Acer campestre*), gorski javor i mliječ (*Acer pseudoplatanus*, *A. platanoides*), brijest (*Ulmus* sp.) i kesten (*Castanea sativa*). Istraživana šuma nalazi se većim dijelom u urbanom tkivu Karlovca (gradskim četvrtima) i pruža usluge ekosustava lokalnom stanovništvu. Također, u šumi se obavljaju i gospodarske djelatnosti pridobivanja drva. Zaključno, monitoringom je utvrđeno da je populacija stabilna, uz prosječno 150 jedinki po godini, unatoč utjecaju šumskih radova iskorištavanja.

Gljučne riječi: obični jelenak, *Lucanus cervus*, monitoring, Karlovačka županija, Kozjača

Preliminary results of the monitoring of Stag Beetle (*Lucanus cervus*) in the area of Karlovac

MARKO OŽURA¹, MARIO REPIĆ², NINA POPOVIĆ¹, ZRINKA MESIĆ¹,
MARTINA PAVLOVIĆ SUŠILOVIĆ²

¹ Karlovac University of Applied Sciences, Trg J. J. Strossmayera 9, Karlovac, Croatia

² Public Institution NATURA VIVA, A. Vranyczanya 6, Karlovac, Croatia

Corresponding author: marko.ozura@vuka.hr

Abstract

The data from this research are part of the regular monitoring and field work of the Public Institution "Natura Viva" for the management of protected areas of nature in the Karlovac County and cover the period from 2023 to 2025. Monitoring of stag beetle (*Lucanus cervus*) was carried out according to the "Monitoring Program for Stag Beetle (*Lucanus cervus*)" in the specified period in the Kozjača forest in Karlovac. The Kozjača management unit is a forest of sessile oak and common hornbeam (*Epimedio-Carpinetum betuli*), growing on neutral to slightly acidic soil (pseudogley) in deep soil with mild humus. The association is widespread in a continental climate including the Pannonian part of Croatia all the way to Ogulin, on mild hilly soils and foothills of larger massifs between 150 - 450 m above sea level. Along with sessile oak and hornbeam, common beech is also often present, and the most important tree species are cherry (*Prunus avium*), maple (*Acer campestre*), sycamore maple and norway maple (*Acer pseudoplatanus*, *A. platanoides*), elm (*Ulmus* sp.) and chestnut (*Castanea sativa*). The studied forest is located mostly in the urban part of Karlovac (city districts) and provides ecosystem services to the local population. The forest is also used for economic activities such as timber harvesting. In conclusion, monitoring has determined that the population is stable, with an average of 150 individuals per year, despite the impact of forest exploitation works.

Key words: Stag Beetle, *Lucanus cervus*, monitoring, Karlovac County, Kozjača

Preliminarni rezultati mjerenja brzine sedimentacije u području Parka prirode „Kopački rit“ u sklopu projekta DANSER

IVICA PAVIČIĆ, ŽELJKO DUIĆ, BOJAN MATOŠ, IDA PAVLIN, BORNA-IVAN BALAZ, LARA ŠEMBERA, JASNA OREŠKOVIĆ, SAŠA KOLAR

Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Pierottijeva 6, 10000, Zagreb

Dopisni autor: ivica.pavicic@rgn.hr; zeljko.duic@rgn.hr; bojan.matos@rgn.unizg.hr; ida.pavlin@rgn.unizg.hr; borna-ivan.balaz@rgn.unizg.hr; lara.sembera@gmail.com; jasna.oreskovic@rgn.unizg.hr; sasa.kolar@rgn.unizg.hr

Sažetak

Područje Parka prirode „Kopački rit“ jedan je od najvećih i najosjetljivijih fluvijalno-močvarnih sustava u Europi i kao takav vrlo dinamički kompleksan taložni okoliš dviju velikih rijeka Dunava i Drave. Dosadašnja istraživanja ukazuju na ubrzanu sedimentaciju, s maksimalno izmjerenih 16,5 cm u Kopačkom jezeru tijekom samo devet mjeseci, dok hidrauličko modeliranje pokazuje smanjenje poplavne površine za oko 29 %. Takvi procesi prisutni su i šire, u uzvodnom dijelu rijeke Drave (Terezino Polje kraj Virovitice), a direktna su posljedica klimatskih promjena i antropogenog utjecaja, što dugoročno ugrožava opstojnost ovih ekosustava. Cilj istraživanja u sklopu projekta DANSER je kvantificirati i modelirati proces recentne sedimentacije te osigurati znanstvenu podlogu za održivo upravljanje ovim vodnim ekosustavima. Dosadašnja istraživanja u 2025. godini provedena su u 2 etape u periodu od mjesec dana, na području Terezinog Polja (kraj Virovitice) te na području Parka prirode „Kopački rit“. Obuhvaćala su istražno bušenje do dubine od 8 metara na ukupno 5 strateški odabranih lokacija (kanali, rukavci, bare, riječne obale), kao i provedbu geofizičkih istraživanja s ciljem dobivanja kontinuirane slike podzemlja. Podatci dobiveni geofizičkim, hidrogeološkim i geomorfološkim istraživanjima služiti će za izradu 3D paleogeografskog prognostičkog modela buduće sedimentacije. Model će služiti kao podloga strateškim dokumentima, sanacijskim radovima i daljnjim istraživanjima ovih vrlo osjetljivih riječnih ekosustava.

Ključne riječi: recentna sedimentacija, Park prirode Kopački rit, Terezino Polje, DANSER

Preliminary results of the sedimentation rate in the area of Kopački rit Nature Park as a part of the DANSER project

IVICA PAVIČIĆ, ŽELJKO DUIĆ, BOJAN MATOŠ, IDA PAVLIN, BORNA-IVAN
BALAŽ, LARA ŠEMBERA, JASNA OREŠKOVIĆ, SAŠA KOLAR

Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Pierottijeva 6, Zagreb, Croatia

Corresponding author: ivica.pavicic@rgn.hr; zeljko.duic@rgn.hr; bojan.matos@rgn.unizg.hr;
ida.pavlin@rgn.unizg.hr; borna-ivan.balaz@rgn.unizg.hr; lara.sembera@gmail.com; jasna.
oreskovic@rgn.unizg.hr; sasa.kolar@rgn.unizg.hr

Abstract

The Kopački rit Nature Park is one of the largest and most sensitive fluvial-wetland systems in Europe, representing a highly dynamic and complex depositional environment shaped by the confluence of two major rivers—the Danube and the Drava. Previous studies indicate accelerated sedimentation, with a maximum of 16.5 cm recorded in Lake Kopačevo over a period of just nine months, while hydraulic modeling shows a 29% reduction in the overall floodplain area. These processes are not isolated; they are also observed upstream along the Drava River, particularly in the Terezino Polje area near Virovitica, and are directly linked to climate change and anthropogenic influences, posing a long-term threat to the sustainability of these ecosystems. The objective of the research conducted within the DANSER project is to quantify and model recent sedimentation processes and provide a scientific foundation for the sustainable management of these ecosystems. The 2025 investigations were carried out in two phases over the course of one month, at two sites: Terezino Polje (near Virovitica) and within the Kopački rit Nature Park. The work included exploratory drilling to depths of up to 8 meters at five strategically selected locations (channels, oxbow lakes, ponds, and riverbanks), alongside geophysical surveys aimed at producing a continuous subsurface profile. Data collected through geophysical, hydrogeological, and geomorphological investigations will be used to develop a 3D paleogeographic predictive model of future sedimentation. This model will serve as a foundation for strategic planning documents, remediation efforts, and further research activities focused on the preservation and restoration of these highly sensitive riverine ecosystems.

Key words: Recent sedimentation, Kopački Rit Nature Park, Terezino Polje, DANSER

Promjene florističkog sastava pašnjaka Čistine - usporedba raznolikosti 2012. i 2025. godine

**DOMINIK PERANOVIĆ^{1,2}, MATIJA KARAPETRIĆ^{1,2}, DUBRAVKA ŠPOLJARIĆ
MARONIĆ¹, TANJA ŽUNA PFEIFFER¹, ANTUN ALEGRO³**

¹ Udruga studenata biologije Osijek – ZOA, Cara Hadrijana 8/A, Osijek

² Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Cara Hadrijana 8/A, Osijek

³ Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Botanički zavod, Marulićev trg 20/II, Zagreb

Dopisni autor: dominik.peranovic@biologija.unios.hr

Sažetak

Napuštanjem stočarstva i tradicionalnog uzgoja životinja postupno dolazi do gubitka vrijednih pašnjačkih staništa na globalnoj razini. Vlažni, nitrofilni pašnjaci nalaze se na Popisu ugroženih i rijetkih stanišnih tipova od nacionalnog i europskog značaja zastupljenih na području Republike Hrvatske, jer predstavljaju staništa ugroženih vrsta. Istraživanje flore pašnjaka Čistine provedeno je od veljače do rujna 2025. godine te su rezultati uspoređeni s dostupnim florističkim podacima iz 2012. godine. Pašnjak se nalazi u Vukovarsko-srijemskoj županiji na području grada Otoka i zauzima oko 140 ha. U ovom je istraživanju zabilježena mnogo veća florna raznolikost (152 biljne svojte) u usporedbi s prethodnim istraživanjem (72 svojte), dok 14 vrsta nije ponovno utvrđeno. Svojte su pripadale 41 biljnoj porodici, u odnosu na 23 porodice utvrđene u 2012. godini, a u oba istraživanja najviše udjele biljnih vrsta imale su porodice Asteraceae, Lamiaceae, Fabaceae i Poaceae. Od ukupno šest utvrđenih invazivnih biljnih vrsta, zabilježene su nove, poput čivitnjače (*Amorpha fruticosa*), perzijske čestoslavice (*Veronica persica*) i prave svilenice (*Asclepias syriaca*). Novi floristički podaci daju uvid u dinamiku naseljavanja novih biljnih vrsta i pojavu invazivnih te praćenje sukcesije i zarastanja ovog vrijednog staništa. Uočene promjene u sastavu vrsta vrijedne su spoznaje za daljnja istraživanja i prijedlog mjera očuvanja pašnjaka Čistine.

Ključne riječi: flora, invazivne biljke, sukcesija

Changes in the floristic composition of the Čistine pasture – review of species diversity in 2012 and 2025

DOMINIK PERANOVIĆ^{1,2}, MATIJA KARAPETRIĆ^{1,2}, DUBRAVKA ŠPOLJARIĆ
MARONIĆ¹, TANJA ŽUNA PFEIFFER¹, ANTUN ALEGRO³

¹ Biology Students Association - ZOA, Cara Hadrijana 8/A, Osijek, Croatia

² Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Biology, Cara Hadrijana 8/A, Osijek, Croatia

³ University of Zagreb, Faculty of Science, Department of Biology, Division of Botany, Marulićev trg 20/II, Zagreb, Croatia

Corresponding author: dominik.peranovic@biologija.unios.hr

Abstract

With the abandonment of livestock farming and traditional animal husbandry, pasture habitats are gradually being lost worldwide. Wet, nitrophilous pastures are included in the List of endangered and rare habitat types of national and european importance present in the Republic of Croatia, as they provide habitats for endangered species. The floristic survey of the Čistine pasture was carried out from February to September 2025, and the results were compared with the available floristic data from 2012. The pasture is located in Vukovar-srijem County, on the territory of the town of Otok, and covers about 140 hectares. In this study, a much greater floristic diversity (152 plant taxa) was found than in the previous survey (72 taxa), while 14 species were not recorded. The taxa belonged to 41 plant families, compared to 23 families identified in 2012, and in both vegetation seasons Asteraceae, Lamiaceae, Fabaceae and Poaceae were the most represented. Of the total of six invasive plant species identified, new ones were also recorded, such as false indigo bush (*Amorpha fruticosa*), Persian speedwell (*Veronica persica*) and common milkweed (*Asclepias syriaca*). The new floristic data provide information on the dynamics of colonisation by new plant species, the occurrence of invasive species and the monitoring of succession and overgrowth of this valuable habitat. The observed changes in species composition are important findings for further research and for the conservation of the Čistine pasture.

Key words: flora, invasive plants, succession

Integracija valorizacije kulturne baštine i principa održivog urbanog razvoja: Studija slučaja Zvijezda, Karlovac

MATEJA PETRAČIĆ, MARKO ČANIĆ*

Veleučilište u Karlovcu, Trg J.J. Strossmayera 9, Karlovac (* student)

Dopisni autor: mpetracic@vuka.hr; markocanic419@gmail.com

Sažetak

Valorizacija kulturne baštine sve se intenzivnije promatra ne samo kao pitanje očuvanja prošlosti, već i kao strateški alat namijenjen za održivi urbani razvoj. Povijesne jezgre, poput karlovačke Zvijezde, imaju ulogu stvaranja identiteta, privlačenja posjetitelja kao i poticanja društveno-gospodarskog života. Zvijezda je jedinstveni primjer renesansnog grada-tvrđave u Hrvatskoj, čija je urbanistička matrica u obliku zvijezde očuvana, ali se danas suočava s problemima depopulacije, loše infrastrukture i nedostatka sadržaja. Unatoč tome, Zvijezda posjeduje značajan potencijal kroz kulturnu baštinu. U kontekstu održivog urbanog razvoja, revitalizacija Zvijezde treba se temeljiti na uravnoteženju zaštite povijesne matrice i stvaranja novih funkcija koje će potaknuti život unutar jezgre. Primjeri poput Palmanove u Italiji pokazuju kako se kulturna baština može valorizirati kroz turizam, kreativne industrije i lokalni razvoj, uz istodobno poštovanje autentičnosti prostora. Karlovac može slijediti taj put, korištenjem EU fondova i uključivanjem lokalne zajednice u oblikovanje sadržaja i ponude. Održiv pristup usmjeren valorizaciji kulturne baštine Zvijezde podrazumijeva nekoliko ključnih smjernica: očuvanje materijalnih i nematerijalnih vrijednosti, razvijanje kulturnog turizma temeljenog na manifestacijama i tradicijama, digitalizaciju i modernizaciju kulturne ponude i kreiranje prostora za zajedničko djelovanje građana i posjetitelja. Takvim modelom revitalizacije Zvijezda može postati ne samo simbol povijesnog identiteta Karlovca, već i pokretač njegova budućeg razvoja, balansirajući između zaštite, suvremenih potreba i održivog korištenja kulturne baštine. Cilj rada je predložiti smjernice i aktivnosti koje mogu doprinijeti učinkovitoj revitalizaciji, kao i održivom korištenju kulturne baštine Zvijezde u gradu Karlovcu, temeljem provedene analize postojećeg stanja, primjera dobre prakse i izazova. U izradi rada korišteni su primarni i sekundarni izvori podataka. Primarni izvori u radu uključuju analizu urbanističkih i strateških dokumenata Grada Karlovca, statističkih podataka, konzervatorskih podloga i terenskih opažanja unutar područja Zvijezde. Sekundarni izvori obuhvaćaju znanstvenu i stručnu literaturu

iz područja turizma i održivog razvoja, kulturne baštine, urbanizma, kao i međunarodne konvencije i smjernice. Korištene metode su metoda deskripcije, analize i sinteze, komparativna metoda i povijesna metoda.

Ključne riječi: kulturna baština, održivi urbani razvoj, urbana revitalizacija, renesansni grad-tvrđava, participacija zajednice, kulturni turizam

Integration of cultural heritage valorization and principles of sustainable urban development: Case study of Zvijezda, Karlovac

MATEJA PETRAČIĆ, MARKO ČANIĆ*

Karlovac University of Applied Sciences, Trg J. J. Strossmayera 9, Karlovac, Croatia
(* student)

Corresponding author: mpetraciac@vuka.hr; markocanic419@gmail.com

Abstract

The valorization of cultural heritage is increasingly recognized not only as a means of preserving the past but also as a strategic instrument for sustainable urban development. Historic urban cores, such as Karlovac's Zvijezda, play a crucial role in shaping city identity, attracting visitors, and stimulating socio-economic activity. Zvijezda represents a unique example of a Renaissance star-shaped fortress town in Croatia, with its historic urban matrix largely preserved, yet facing contemporary challenges including depopulation, inadequate infrastructure, and limited amenities. Despite these challenges, the area holds significant potential through its cultural heritage. This study explores strategies for sustainable revitalization of Zvijezda, emphasizing the balance between preserving the historic urban fabric and introducing new functions that foster active urban life. Comparative analysis of best practices, such as Palmanova in Italy, demonstrates how cultural heritage can be leveraged through tourism, creative industries, and local development, while maintaining spatial authenticity. Karlovac can adopt similar approaches by utilizing EU funding and actively involving the local community in designing cultural content and public offerings. Key recommendations for a sustainable heritage-led approach include preserving both tangible and intangible values, developing cultural tourism rooted in traditions and events, digitalizing and modernizing cultural offerings, and creating participatory spaces for residents and visitors. Implementing this integrated model could enable Zvijezda to become both a symbol of Karlovac's historical identity and a catalyst for its future urban development, effectively balancing heritage protection, contemporary needs, and sustainable use of cultural resources. The study is based on both primary and secondary data sources. Primary sources include analyses of urban and strategic planning documents of Karlovac, statistical data, conservation records, and field observations within Zvijezda. Secondary sources comprise scientific and professional literature on urban planning, tourism, sustainable development, and cultural heritage, as well as international conventions and guidelines. The research employs descriptive, analytical, and synthetic methods, along with comparative

and historical analysis. This study contributes to the broader discourse on cultural heritage as a driver of sustainable urban development, providing insights and strategies applicable to mid-sized historic towns seeking to leverage their cultural assets for socio-economic revitalization.

Key words: cultural heritage, sustainable urban development, urban regeneration, Renaissance star-shaped town, community engagement, cultural tourism

Tihi filteri: skrivena prisutnost slatkovodne spužve u toku rijeke Korane

JURAJ PETRAVIĆ^{1,2,3}, MATIJA KRESONJA², RATKO POPOVIĆ^{2,4}, MILORAD MRAKOVČIĆ²

¹ Zelenilo d.o.o., Primorska 39, Karlovac

² OIKON d.o.o.- Institut za primjenjenu ekologiju, Trg Senjskih uskoka 1-2, Zagreb

³ Bio3 j.d.o.o., Kralja Zvonimira 4, Karlovac

⁴ Bioterra- Udruga za istraživanje snimanje i zaštitu prirodne baštine Hrvatske, Grižanska 15, Zagreb

Dopisni autor: jurajpetravic@gmail.com

Sažetak

Spongilla lacustris je vrsta slatkovodne spužve koja indicira veliku ekološku plastičnost. Naseljava slatkovodne ekosustave sporijih tokova i vode stajačice, a može opstati i u mesotrofnim uvjetima. Ova vrsta pripada *filter feederima*, filtrirajući organsku tvar, mikrop plankton i bakterije iz vodenog stupca te direktno pročišćava vodeni stupac i utječe na prozirnost vode. Povezuje pelagičnu i bentosnu trofičku mrežu, a specifičnost joj je simbioza s mikrobnim zajednicama. Mogu akumulirati u tkivu mikropolutante i teške metale što ih predstavlja korisnim predstavnikom u otkrivanju i kvantificiranju zagađenja određenog ekosustava. Osjetljive su na velika fizička i kemijska onečišćenja, anoksiju i organsku poluciju te se brojnost njihove populacije u nekom ekosustavu može znatno smanjiti kao posljedica jakog onečišćenja. Stručni i znanstveni podaci o rasprostranjenosti i biologiji ove vrste u Hrvatskoj su malobrojni, oskudni i nepotpuni. U razdoblju od srpnje do rujna 2025.g utvrđeno je više mikrolokacija prisutnosti *S. lacustris* u donjem toku krške rijeke Korane u Karlovcu. Uz istočnu stranu obale od Foginovog kupališta do drvenog mosta transekta cca 740 m utvrđena su tri lokaliteta s manjom gustoćom populacije ove vrste. Uz zapadnu stranu obale istih granica transektu utvrđena su dva lokaliteta s prisutnošću *S. lacustris*. Po sredini transektu korita rijeke Korane nizvodno od slapa utvrđena su također dva lokaliteta s prisutnošću ove vrste. Na svim lokalitetima zabilježena je mala gustoća populacije, osim na lokalitetu uz zapadnu strane obale, neposredno uzvodno uz slap. Na ovome lokalitetu utvrđena je značajno gusta populacije ove vrste na površini cca 190 x 120 cm. Kao supstrat prijanjanja ove vrste na uzorkovanom području zabilježeni su najčešće kamena i šljunčana podloga, zatim vegetacija te pojedinačni fragment srednje veličine drvene podloge. Na lokalitetu kod slapa s najgušćom populacijom u razdoblju uzorkovanja, šest puta su mjereni fizikalno- kemijski parametri vode, nitrati, nitriti i amonijak u vodi. Rasponi rezultata su slijedeći: temp. Vode od 20,2 do 28,7°C; kisik od 6,4 do 8,4 mg/l; saturacija od 70 do 81 %; pH od 6,7 do 8,6; EC od 113 do 366

mS; TDS od 56 do 183 ppm; NO₃ od 0,0 do 1,2 mg/L; NO₂ od 0,0 do 0,013 mg/L; NH₃ od 0,0 do 0,31 mg/L. Rezultati potvrđuju prisutnost *S. lacustris* u donjem toku rijeke Korane. Lokalitet kod slapa s velikom gustoćom populacije ove vrste indicira dobre uvjete habitata i dobru kvalitetu vode za ovu vrstu u rijeci Korani, u Karlovcu.

Ključne riječi: gustoća populacije, Hrvatska, krška rijeka, kvaliteta vode, Porifera, *Spongilla lacustris*

Silent Filters: The hidden presence of *Spongilla lacustris* in the Korana River

JURAJ PETRAVIĆ^{1,2,3}, MATIJA KRESONJA², RATKO POPOVIĆ^{2,4}, MILORAD MRAKOVČIĆ²

¹ Zelenilo d.o.o., Primorska 39, Karlovac, Croatia

² OIKON d.o.o.- Institut za primjenjenu ekologiju, Trg Senjskih uskoka 1-2, Zagreb, Croatia

³ Bio3 j.d.o.o., Kralja Zvonimira 4, Karlovac, Croatia

⁴ Bioterra- Udruga za istraživanje, snimanje i zaštitu prirodne baštine Hrvatske, Grižanska 15, Zagreb, Croatia

Corresponding author: jurajpetravic@gmail.com

Abstract

Spongilla lacustris is a species of freshwater sponge that demonstrates high ecological plasticity. It inhabits freshwater ecosystems with slow-flowing currents as well as standing waters, and it is capable of persisting under mesotrophic conditions. This species is a filter feeder, drawing organic matter, microplankton, and bacteria from the water column. By doing so, it links pelagic and benthic trophic networks, and is notable for its symbiotic associations with microbial communities. *S. lacustris* can accumulate micropollutants and heavy metals within its tissues, making it a valuable indicator organism for detecting and quantifying pollution in aquatic ecosystems. The species is sensitive to major physical and chemical disturbances, anoxia, and organic pollution, with its population density in a given ecosystem declining markedly under strong contamination. Scientific and technical data on the distribution and biology of this species in Croatia remain scarce and incomplete. Between July and September 2025, several micro-locations of *S. lacustris* were confirmed in the lower course of the Korana River in Karlovac. Along the eastern bank, from Foginovo bathing area to the wooden bridge transect (≈740 m), three sites with low population density were identified. On the western bank within the same transect boundaries, two sites with *S. lacustris* were recorded. In the middle of the river channel, downstream from the waterfall, an additional two sites with the species were found. At all these sites, population density was low, except at one location on the western bank immediately upstream of the waterfall, where a dense population was observed, covering an area of approximately 190 × 120 cm. Substrates most commonly used for attachment within the surveyed area were stones and gravel, followed by aquatic vegetation, and occasionally medium-sized fragments of submerged wood. At the site near the waterfall with the highest density of the species, physicochemical water parameters (including nitrate, nitrite, and ammonia concentrations) were measured six times during the survey period. The recorded

ranges were as follows: water temperature 20.2–28.7 °C; dissolved oxygen 6.4–8.4 mg/L; oxygen saturation 70–81%; pH 6.7–8.6; electrical conductivity (EC) 113–366 µS/cm; total dissolved solids (TDS) 56–183 ppm; NO₃⁻ 0.0–1.2 mg/L; NO₂⁻ 0.0–0.013 mg/L; NH₃ 0.0–0.31 mg/L. These results confirm the presence of *S. lacustris* in the lower course of the Korana River. The site near the waterfall, with its high population density, indicates favorable habitat conditions and good water quality for this species in the Korana River at Karlovac.

Key words: carst river, Croatia, population density, Porifera, *Spongilla lacustris*, water quality

Faktori prijenosa ^{137}Cs i ^{40}K iz tla u biljku u Hrvatskoj - nedostaci u legislativi

**BRANKO PETRINEC^{1,2}, TOMISLAV BITUH¹, DRAGUTIN HASENAY¹, SANJA
STIPIČEVIĆ¹**

¹ Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Ksaverska cesta 2, Zagreb

² Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet za dentalnu medicinu i
zdravstvo, Crkvena 21, Osijek

Dopisni autor: petrinec@imi.hr

Sažetak

Hrvatska agronomska legislativa eksplicitno spominje radionuklide kao zagađivače poljoprivrednih zemljišta, ali za razliku od ostalih zagađivača, za radionuklide u legislativi nisu specificirane granice ili referentne vrijednosti. Ovaj nedostatak prikazuje potrebu za sveobuhvatnom procjenom raširenosti radionuklida u raznim agrikulturnim sustavima Hrvatske. Ovim radom određeni su faktori prijenosa ^{137}Cs i ^{40}K iz tla u poljoprivredne proizvode kroz cijelu Hrvatsku i procijenjena je godišnja doza od unosa analizirane hrane. Za potrebe istraživanja, Hrvatska je podijeljena na tri područja: sjeverozapadna i središnja Hrvatska, istočna Hrvatska te priobalje. Uzorci su prikupljeni na svakom navedenom području, a uključuju stočnu hranu i plodove – lisnato povrće (zelena salata, špinat, kupus), gomolje (krumpir), žitarice (pšenica) i ostalo povrće (grah) koji su kupljeni na tržnicama u većim gradovima. Tlo iz svake regije uzorkovano je svake godine na istim lokacijama prema standardiziranim postupcima za uzorkovanje u istraživanjima okolišnih zagađivača. Uzorci su homogenizirani, osušeni, dok su biljni uzorci dodatno spaljeni do pepela. Nakon pripreme, uzorci su stavljani u zatvorene posude poznatih geometrija za gamaspektrometrijsku analizu kojom su određene koncentracije aktivnosti ^{137}Cs i ^{40}K . Koncentracije aktivnosti ^{137}Cs se razlikuju prema regijama i vrsti ploda, što je rezultat nehomogene raspodjele radionuklida u mokroj i suhoj oborini (prisutnoj još od černobilske nesreće), te različitih svojstava hrvatskih tala. Izračunati faktori prijenosa kretali su se od 0,003 do 0,06 za ^{137}Cs te od 0,15 do 0,31 za ^{40}K . Najveći faktori prijenosa odnose se na prijenos iz tla u grah. Maksimalna procijenjena godišnja efektivna doza zbog unosa analizirane hrane izračunata je i iznosi 0,748 mSv za djecu od 2 do 7 godina, s većinskim udjelom doze primljene od unosa ^{40}K . Zbog homeostatske regulacije kalija u ljudskom tijelu doza primljena od ^{137}Cs iako manja, od značajnijeg je radiološkog interesa. Ovi rezultati ukazuju na potrebu uvođenja specifičnih legislativa u Republici Hrvatskoj i mogu biti predložak za uvođenje referentnih vrijednosti i poboljšanje budućih regulativa koje se odnose na poljoprivredu i zagađenje tla.

Ključne riječi: radioaktivnost, tlo, faktor prijenosa, ^{137}Cs , ^{40}K

Zahvala: Financirano sredstvima Europske unije - NextGenerationEU u sklopu projekta "Pretvorba bio-otpada u inovativna hidroponska rješenja" br. NPO0. C3.2.R3-I1.04.0143. Izneseni stavovi i mišljenja samo su autorova i ne odražavaju nužno službena stajališta Europske unije ili Europske komisije. Europska unija i Europska komisija ne smatraju se odgovornima za sadržaj ove publikacije.

¹³⁷Cs and ⁴⁰K transfer factors from soil to plant in Croatia - gaps in legislation

BRANKO PETRINEC^{1,2}, TOMISLAV BITUH¹, DRAGUTIN HASENAY¹, SANJA
STIPIČEVIĆ¹

¹ Institute for Medical Research and Occupational Health, Ksaverska cesta 2, Zagreb, Croatia

² Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Dental Medicine and Health, Crkvena 21, Osijek, Croatia

Corresponding author: petrinec@imi.hr

Abstract

Radionuclides are explicitly mentioned as contaminants in the Croatian agricultural legislation, and while the legislation defines threshold or reference values for most pollutants, there are no such definition for radionuclide contamination in the legislation. This gap points to the necessity for an overarching radionuclide distribution study across Croatian agricultural systems. Transfer factors of ¹³⁷Cs and ⁴⁰K from soil to agricultural crops were determined and resulting annual ingestion dose was estimated. For the purposes of this study Croatia was divided into three areas: North-western and Central Croatia, Eastern Croatia, and the Coastal area. The samples were collected in each of these areas, and comprised animal feed and food crops – specifically leafy vegetables (lettuce, spinach, cabbage), tubers (potatoes), cereals (wheat), and other vegetables (kidney beans) obtained in major Croatian cities, with corresponding soil samples sampled each year in the same locations according to standardized procedures for studying environmental pollutants. Samples were homogenized, dried, with plant samples also ashed. Once prepared, samples were placed into sealed containers of known geometry for ¹³⁷Cs and ⁴⁰K activity concentration determination using gamma – ray spectrometry. Activity concentrations of ¹³⁷Cs varied across regions and crop-types, demonstrating the uneven distribution of Chornobyl fallout and different properties of the soil. Transfer factors for ¹³⁷Cs were determined to amount from 0.003 to 0.06, and from 0.15 to 3.1 for ⁴⁰K, with kidney beans having the highest values overall. Maximum of the total estimated annual effective ingestion dose for children aged 2-7 was calculated to be 0.748 mSv, which is predominantly consequence of ⁴⁰K. However, the dose associated with ¹³⁷Cs poses a more significant radiological concern because of the homeostatic regulation of potassium in the human body. Results of this study emphasise the need for updating agricultural legislation in Croatia and offer a baseline for recommending reference values and informing future regulations regarding agricultural soil contamination.

Key words: radioactivity, soil, transfer factor, ^{137}Cs , ^{40}K

Acknowledgement: Funded by the European Union – NextGenerationEU under the project “Transforming bio-waste to innovative hydroponic solution – Was2Grow” No. NPO0.C3.2.R3-I1.04.0143. The views and opinions expressed are solely those of the authors and do not necessarily reflect the official position of the European Union or the European Commission. Neither the European Union nor the European Commission can be held responsible for them.

Provedba restauracijskih mjera u svrhu poboljšanja hidrološkog režima u poplavnom području Parka prirode „Kopački rit“

**MLADEN PLANTAK¹, KONI ČARGONJA REICHER¹, IVAN VUČKOVIĆ¹, JELENA
FRESSL¹, ŽELIMIR MAROJEVIĆ², VLATKO ROŽAC³**

¹ Elektroprojekt d.d., Građevinsko-arhitektonski biro, Odjel ekologije, Alexandera von Humboldta 4, Zagreb

² Hidroing d.o.o., Ulica Stjepana Radića 3, Osijek

³ Javna ustanova „Park prirode Kopački rit“, Mali Sakadaš 1, Kopačevo, Bilje

Dopisni autor: ivan.vuckovic@elektroprojekt.hr

Sažetak

Restauracija vodenih ekosustava sastavni je dio održivog upravljanja vodama i izravna je podrška ciljevima i politikama Europske unije, poput: Strategije EU-a za bioraznolikost do 2030. godine, Okvirne direktive o vodama, Direktive o očuvanju divljih ptica, Direktiva o očuvanju prirodnih staništa i divlje faune i flore i Uredbi o obnovi prirode te nacionalnim i regionalnim politikama zaštite prirode i upravljanja vodama. Obnova poplavnog područja je mjera zelene infrastrukture kojom se odvojeno poplavno područje ponovno povezuje s vodotokom i time doprinosi zaštiti od poplava nizvodnih područja, a ujedno povećava vrijednost usluga ekosustava koje poplavno područje pruža poput: povećanje kapaciteta područja za prihvrat poplavne vode, poboljšanje infiltracije vode u podzemlje, poboljšanje kakvoće vode, smanjenje intenziteta difuznog onečišćenja, povećanje bioraznolikosti kroz povećanje kvalitete i vrsta staništa. Studija restauracije voda i o vodi ovisnih ekosustava poplavnog područja Parka prirode Kopački rit, je na osnovi činjenica odnosno provedenih hidroloških i hidrauličkih analiza, te provedenih bioloških, fizikalno-kemijskih i kemijskih monitoringa dala jasne odgovore i upute koje mjere je potrebno provesti u svrhu trajnog osiguranja stabilnosti i poboljšanja hidrološkog režima spomenutih ekosustava unutar Parka prirode. U restauracijske mjere su uključene sljedeće aktivnosti: Otvaranje postojećih rukavaca sjeverno od Vemeljskog Dunavca prema Dunavu i restauracija Sjevernog kanala; Povezivanje sjevernog dijela Petreškog kanala s rijekom Dunav; Uklanjanje nanosa na području Vemeljskog Dunavca, uključujući i uklanjanje praga na ulazu u Vemeljski Dunavac. Predložene restauracijske mjere se odnose na one dijelove poplavnog područja Kopačkog rita na kojima je moguća provedba pojedine mjere preko koje bi se ostvario veći dotok vode iz Dunava i time povećala protočnost pojedinih vodnih tijela (kanala) na kojima su uslijed ljudskih aktivnosti promijenjena osnovna ekološka obilježja i ubrzana sukcesija prema kopnenim staništima. U ovom radu

bit će prikazane predložene restauracijske mjere s ciljem održavanja povoljnog hidrološkog režima (povećanje ulaza vode i dužeg zadržavanja vode) koji je bitan u očuvanju biološke raznolikosti Parka prirode „Kopački rit“.

Ključne riječi: slatkovodni ekosustavi, obnova stanišnih uvjeta, restauracijske mjere, Kopački rit

Implementation of restoration measures aimed at improving the hydrological regime in the floodplain area of Kopački rit Nature Park

MLADEN PLANTAK¹, KONI ČARGONJA REICHER¹, IVAN VUČKOVIĆ¹, JELENA FRESSL¹, ŽELIMIR MAROJEVIĆ², VLATKO ROŽAC³

¹ Elektroprojekt Ltd., Civil and Architectural Engineering Department, Section of Ecology, Alexandera von Humboldta 4, Zagreb, Croatia

² Hidroing Ltd., Ulica Stjepana Radića 3, Osijek, Croatia

³ Public Institution Nature Park Kopački rit, Mali Sakadaš 1, Kopačevo, Bilje, Croatia

Corresponding author: ivan.vuckovic@elektroprojekt.hr

Abstract

Restoration of aquatic ecosystems is an integral part of sustainable water management and direct support for the goals and policies of the European Union, such as the EU Biodiversity Strategy for 2030, the Water Framework Directive, the EU Birds Directive, the EU Habitats Directive, the Nature Restoration Regulation, as well as national and regional nature protection and water management policies. Floodplain restoration is a green infrastructure measure that reconnects the separated floodplain area with the watercourse, thereby contributing to flood protection in downstream areas, while simultaneously increasing the value of ecosystem services provided by the floodplain area. These services include increased capacity for floodwater retention, improved water infiltration into groundwater, enhanced water quality, reduced intensity of diffuse pollution, and increased biodiversity through improved habitat quality and variety. The study on the restoration of waters and water-dependent ecosystems in the floodplain area of Kopački Rit Nature Park, based on facts including conducted hydrological and hydraulic analyses, and biological, physico-chemical, and chemical monitoring, provided clear answers and guidelines on the measures needed to ensure the permanent stability and improvement of the hydrological regime of the mentioned ecosystems in the Nature Park. The restoration measures include the following activities: Opening existing branches north of the Vemeljski Dunavac towards the Danube and restoration of the Northern Channel; connecting the northern part of Petreški Canal with the Danube; removal of deposits in the area of Vemeljski Dunavac, including removing the threshold at the entrance to Vemeljski Dunavac. The proposed restoration measures refer to those parts of the floodplain of Kopački rit where it is possible to implement measures that would achieve a greater inflow of water from the Danube and thus increase the flow rate of certain water bodies (channels) where, due to human activities, the basic ecological

characteristics have been changed and the succession to terrestrial habitats has been increased. This work will present the proposed restoration measures aimed at maintaining a favourable hydrological regime (increasing water inflow and longer water retention), which is important for preserving the biological diversity of Kopački Rit Nature Park.

Key words: freshwater ecosystems, restoration of habitat conditions, restoration measures, Kopački rit

Dani baranjskog Bauhauasa kao model reinterpretacije i promocije kulturne baštine Baranje

ANA POPOVIĆ

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet za odgojne i obrazovne znanosti,
Cara Hadrijana 10, Osijek

Dopisni autor: apopovic@foozos.hr

Sažetak

Kulturna baština Baranje oblikovana je slojevitim povijesnim i društvenim utjecajima, a njezina suvremena valorizacija sve se češće ostvaruje kroz kulturne manifestacije koje povezuju lokalno i globalno. U tom se okviru osobito izdvaja festival *Dani baranjskog Bauhauasa*, koji istražuje poveznice regije s jednim od najutjecajnijih umjetničkih i arhitektonskih pokreta 20. stoljeća. Cilj ovoga rada jest analizirati na koji način ova manifestacija pridonosi očuvanju i promociji kulturne baštine Baranje, pri čemu se polazi od teze da upravo reinterpretacija nasljeđa Bauhauasa kroz baranjske umjetnike – Ottiliju Berger, Andora Weininger i Farkasa Molnára – omogućuje stvaranje novog kulturnog identiteta regije. Rezultati istraživanja pokazuju da festival ne djeluje tek kao serija kulturnih događanja, nego kao prostor stvaranja zajedničkog sjećanja. Ožiljavanjem biografija i opusa baranjskih stvaratelja, manifestacija vraća u fokus one fragmente povijesti koji su bili potisnuti ili zanemareni. Ujedno, kroz spoj izložbi, radionica, performansa i glazbenih programa, baština se pretvara u iskustvo koje potiče dijalog između prošlosti i sadašnjosti, između lokalnih zajednica i posjetitelja. Takav pristup pokazuje da kulturna baština može biti živo tkivo koje se neprestano nadograđuje i reinterpretira, a ne samo statična ostavština. Nadalje, utemeljivanjem festivala na poveznicama s globalnim umjetničkim tokovima, Baranja izlazi iz uskog okvira regionalne kulturne ponude i dobiva prepoznatljivost u širem europskom kontekstu. Navedeno upućuje na to da *Dani baranjskog Bauhauasa* predstavljaju inovativan primjer kako se lokalna baština može transformirati u suvremeni kulturni resurs. Manifestacija na simboličkoj razini objedinjuje prošlost i sadašnjost, a na praktičnoj stvara temelje za obrazovne, umjetničke i turističke projekte koji jačaju regionalni identitet. U tom smislu, festival postaje više od kulturnog događaja: on se oblikuje kao strategija kulturnog razvoja koja Baranju pozicionira kao prostor otvoren dijalogu, kreativnosti i europskim kulturnim vrijednostima.

Ključne riječi: Bauhaus, Baranja, kulturna baština, identitet

The Baranja Bauhaus Days as a model of reinterpretation and promotion of cultural heritage in Baranja

ANA POPOVIĆ

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Education, Cara Hadrijana 10,
Osijek, Croatia

Corresponding author: apopovic@foozos.hr

Abstract

The cultural heritage of Baranja has been shaped by multilayered historical and social influences, and its contemporary valorisation is increasingly achieved through cultural events that connect the local with the global. Within this framework, the *Baranja Bauhaus Days* festival stands out as a manifestation that explores the region's links with one of the most influential artistic and architectural movements of the 20th century. The aim of this paper is to analyse how this festival contributes to the preservation and promotion of Baranja's cultural heritage, starting from the thesis that the reinterpretation of the Bauhaus legacy through Baranja-born artists—Otilie Berger, Andor Weininger, and Farkas Molnár—enables the creation of a renewed cultural identity for the region. The results of the analysis indicate that the festival functions not merely as a series of cultural events but as a site of collective memory-making. By reviving the biographies and work of Baranja's creators, the manifestation brings to light historical fragments that had been forgotten or marginalised. At the same time, through a combination of exhibitions, workshops, performances, and musical programmes, heritage is transformed into an experience that fosters dialogue between past and present, between local communities and visitors. This approach demonstrates that cultural heritage can be understood as a living entity—constantly reinterpreted—rather than as a static legacy. Furthermore, by situating itself within the wider narrative of global artistic currents, the festival allows Baranja to transcend the confines of regional cultural offerings and gain recognition in a broader European context. It can be concluded that the *Baranja Bauhaus Days* represent an innovative example of how local heritage can be transformed into a contemporary cultural resource. On a symbolic level, the festival unites past and present, while on a practical level it establishes a foundation for educational, artistic, and touristic initiatives that strengthen regional identity. In this sense, the festival functions as more than a cultural event: it becomes a strategy of cultural development that positions Baranja as a space open to dialogue, creativity, and European cultural values.

Key words: Bauhaus, Baranja, cultural heritage, identity

Prilagodba jelena običnog (*Cervus elaphus*) nakon ispuštanja u planinska područja Velebita

RATKO POPOVIĆ¹, KRISTIJAN TOMLJANOVIĆ², JURAJ PETRAVIĆ³, LIDIJA ŠVER⁴, GORAN GUŽVICA⁵, SLAVEN RELJIĆ⁵

¹ Bioterra – Udruga za istraživanje, snimanje i zaštitu prirodne baštine Hrvatske, Grižanska 15, Zagreb

² Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Svetošimunska cesta 23, Zagreb

³ Agencija za plaćanje u poljoprivredi i ruralnom razvoju, Ulica grada Vukovara 269d, Zagreb

⁴ Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno–biotehnološki fakultet, Pierottijeva 6, Zagreb

⁵ Oikon d.o.o. Institut za primijenjenu ekologiju, Trg senjskih uskoka 1-2, Zagreb

Dopisni autor: ratko.popovic20@gmail.com

Sažetak

Na područje sjevernog Velebita ispušteno je 6 jedinki jelena običnog (*Cervus elaphus*) uzgojenih u kontroliranom uzgajalištu „Šeprešhat“ u Baranji. Planinska područja Velebita specifičnih su orografskih, vegetacijskih i klimatoloških osobina za razliku od baranjskog područja i kontroliranih uvjeta uzgoja. Ispuštanje baranjskog jelena na područje Velebita doprinosi kvaliteti genetskog materijala u domicilnu populaciju koja obitava u planinskom području. Vrijeme manipulacije i transporta najbolje se pokazalo tijekom zimskog perioda, ožujak, veljača. U to vrijeme mužjaci su odbacili rogove što smanjuje mogućnost ozljeđivanja, košute nisu u visokom stupnju gravidnosti, stoga su manje šanse za pobačaj. Temperaturne vrijednosti okoline nisu toliko izražene, na taj način lakše podnose transportni put. Metodom GPS/GSM ogrlica jedinke su praćene nakon ispuštanja svakih šest sati prema srednje europskom vremenu (00:00, 06:00, 12:00, 18:00). Odabir mikrolokacija gdje su jeleni ispušteni precizno je odabrano kako bi se što bolje prilagodili na novonastale stanišne uvjete. Područje ispuštanja krškog je karaktera, s vapnencom i dolomitom kao matičnom podlogom. Od vegetacije prevladavaju karakteristične dinarske bukovo-jelove šume (*Omphalodo vernae-Fagetum*), bukova šuma s jesenskom šašikom (*Seslerio autumnalis-Fagetum*), brdska bukova šuma (*Lamio orvalae-Fagetum*), jelova šuma s milavom (*Calamagrostio-Abietetum*); pojavnost fitocenoloških zajednica ovisi o nadmorskoj visini. Nakon ispuštanja jedinke su pokazale specifično kretanje, što se pripisuje dozi stresa: mali radijus kretanja, istraživanje okoline, nedostatak izložene hrane, smanjena brojnost krda. U početku jedinke su se kretale oko 292 do 410 m na dan, boravile na nadmorskoj visini između 250 i 530 m, prosječnog nagiba terena između 9 i 27°. U prosjeku nakon tri mjeseca praćenja jedinke su

počele pokazivati drugačije obrasce kretanja, povećanjem dnevnih migracija u druga područja. Tijekom zimskog perioda boravile su na južnim i istočnim obroncima, rezultat tome je termoregulacija tijela. Nakon pronalaska optimalnih stanišnih uvjeta boravile su na prosječnoj nadmorskoj visini oko 1.150 m, prelazile prosječnu udaljenost između 1.003 – 2.223 m i koristile nagib terena oko 23°. Na osnovu dobivenih rezultata smatramo da je prilagodba jelena na prirodna planinska područja bila uspješna.

Ključne riječi: *Cervus elaphus*, Sjeverni Velebit, GPS ogrlice, uzgajalište, prilagodba

Adaptation of red deer (*Cervus elaphus*) after release into the mountainous areas of Velebit

RATKO POPOVIĆ¹, KRISTIJAN TOMLJANOVIĆ², JURAJ PETRAVIĆ³, LIDIJA ŠVER⁴, GORAN GUŽVICA⁵, SLAVEN RELJIĆ⁵

¹ Bioterra – Association for Research, Photographing and Conservation of Croatian Natural Heritage, Grižanska 15, Zagreb, Croatia

² University of Zagreb, Faculty of Forestry and Wood Technology, Svetošimunska cesta 23, Zagreb, Croatia

³ Paying Agency for Agriculture, Fisheries and Rural Development, Ulica grada Vukovara 269d, Zagreb, Croatia

⁴ University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology, Pierottijeva 6, Zagreb, Croatia

⁵ Oikon Ltd. – Institute of Applied Ecology, Trg senjskih uskoka 1-2, Zagreb, Croatia

Corresponding author: ratko.popovic20@gmail.com

Abstract

Six red deer (*Cervus elaphus*) individuals, reared in the controlled breeding facility “Šeprešhat” in Baranja region, were released into the northern Velebit area. The Velebit mountainous areas have specific orographic, vegetation, and climatic characteristics, unlike the Baranja area with controlled breeding conditions. The release of Baranja deer into the Velebit area contributes to the quality of genetic material in the domicile population living in the mountainous area. The time of manipulation and transport proved to be best during the winter period, March, February. At that time, males have shed their antlers, which reduces the possibility of injury; does are not in a high stage of pregnancy; therefore, there is less chance of miscarriage. The ambient temperature differences are not so pronounced; thus, they tolerate transportation more easily. After release, the individuals were monitored using the GPS/GSM collar method every six hours according to Central European Time (00:00, 06:00, 12:00, 18:00). The selection of microlocations where the deer were released was precisely chosen to adapt them to the newly created habitat conditions as best as possible. The release area is of a karst character, with limestone and dolomite as bedrock substrate. The vegetation cover is dominated by characteristic Dinaric beech-fir forests (*Omphalodo vernae-Fagetum*), beech forest with autumn sedge (*Seslerio autumnalis-Fagetum*), mountain beech forest (*Lamio orvalae-Fagetum*), Dinaric fir forest on limestone blocks (*Calamagrostio-Abietetum*); the occurrence of phytocoenological communities depends on the altitude. After release, the individuals showed specific movement, which is attributed to the dose of stress: small radius of movement, exploration of the environment, lack of exposed food, and reduced herd size. Initially, the individuals

moved about 292 to 410 m per day, staying at an altitude between 250 and 530 m, with an average terrain slope between 9 and 27 degrees. On average, after three months of monitoring, the individuals began to show different movement patterns, with an increase in daily migrations to other areas. During the winter period, they stayed on the southern and eastern slopes because of the body thermoregulation. After finding optimal habitat conditions, they stayed at an average altitude of about 1,150 m, covered an average distance between 1,003 – 2,223 m and used a terrain slope of about 23 degrees. Based on the results obtained, we conclude that the adaptation of deer to natural mountain areas was successful.

Key words: Red deer, Northern Velebit, GPS collars, breeding site, adaptation

Prediktivno kartiranje vegetativnog potencijala za energetske usjeve ansambl metodom strojnog učenja

**DORIJAN RADOČAJ, MLADEN JURIŠIĆ, IVAN PLAŠČAK, DARIA GALIĆ
SUBAŠIĆ**

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek,
Ulica Vladimira Preloga 1, Osijek

Dopisni autor: dradocaj@fazos.hr

Sažetak

Točna procjena vršnog normaliziranog diferencijalnog indeksa vegetacije (engl. *normalized difference vegetation index*, NDVI) ključna je za procjenu potencijala biomase energetske usjeve, posebno u kontekstu održivog planiranja proizvodnje bioenergije. Ova studija predstavlja geoprostorni okvir strojnog učenja za prediktivno kartiranje višegodišnjeg (2018. – 2022.) vršnog NDVI-ja za energetske usjeve diljem kontinentalne Hrvatske. Okolišne kovarijate izvedene su iz besplatno dostupnih skupova podataka, uključujući klimu (CHELSA), tlo (SoilGrids), topografiju (Copernicus DEM) i daljinska istraživanja (Sentinel-1, Sentinel-2). Svi rasterski slojevi prethodno su obrađeni na prostornu rezoluciju od 300 m i usklađeni s hrvatskim terestričkim referentnim sustavom (HTRS96/TM). Spektralni podaci agregirani su kao godišnji medijani spektralnih kanala i vremenski usklađeni kako bi odgovarali ciklusima plodoreda. Podaci o vršnom NDVI-ju dobiveni su iz vremenskih nizova satelitskih snimaka Sentinel-2 i preklapljeni s parcelama energetske usjeve iz baze podataka Agencije za plaćanja u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju (APPRRR), filtriranim za prostornu konzistentnost vrste usjeva. Koristeći ovaj skup podataka, primijenjena je regresija ansambl metode strojnog učenja za modeliranje NDVI potencijala na temelju pojedinačnih algoritama strojnog učenja, uključujući *Random Forest* (RF), *k-Nearest Neighbors* (KNN) i *Support Vector Machine* (SVM). Robusna 10-struka unakrsna validacija osigurala je robusnu procjenu točnosti predikcije, dok je provedena analiza važnosti varijabli kako bi se otkrila potencijalna multikolinearnost u okolišnim kovarijatama. RF je dosljedno postizao najnižu vrijednost srednje kvadratne pogreške (engl. *root mean square error*, RMSE) svake godine, što ga čini najtočnijim modelom tijekom cijelog petogodišnjeg razdoblja. Najbolje ukupne performanse zabilježene su 2019. godine, kada je dosegao najnižu RMSE od 0,015 i najviši R^2 od 0,820. Iako su modeli ansambla općenito rezultirali sličnom točnošću predikcije kao RF, omogućili su nešto manju točnost. Rezultati analize važnosti varijabli pokazali su da nijedna pojedinačna skupina okolišnih kovarijata, bilo tla, klime, spektralnih ili topografskih,

nije dosljedno dominirala točnošću predikcije. Ovi rezultati potvrđuju važnost integriranja različitih skupova podataka o okolišu kako bi se poboljšala prostorna i vremenska točnost predikcije potencijala vegetacije.

Ključne riječi: predikcija vršnog NDVI, *random forest* regresija, okolišne kovarijate, geoprostorno strojno učenje, kartiranje vegetativnog potencijala

Zahvala: Ovo istraživanje financirala je Europska svemirska agencija (ESA) u okviru projekta "Geoprostorni softver za predviđanje pogodnosti zemljišta za postrojenja za kodigestiju bioplina na temelju GIS multikriterijske analize (GeoBiogas)" prema ugovoru br. 4000146161/24/NL/MH/mp.

Predictive mapping of peak vegetation potential for energy crops using ensemble machine learning

DORIJAN RADOČAJ, MLADEN JURIŠIĆ, IVAN PLAŠČAK, DARIA GALIĆ SUBAŠIĆ

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek,
Ulica Vladimira Preloga 1, Osijek, Croatia

Corresponding author: dradocaj@fazos.hr

Abstract

Accurate estimation of peak normalized difference vegetation index (NDVI) is essential for assessing biomass supply potential of energy crops, particularly in the context of sustainable bioenergy planning. This study presents a geospatial machine learning framework for the predictive mapping of multi-year (2018–2022) peak NDVI for energy crops across Continental Croatia. Environmental covariates were derived from freely available datasets, including climate (CHELSA), soil (SoilGrids), topography (Copernicus DEM), and remote sensing (Sentinel-1, Sentinel-2). All raster layers were preprocessed to a 300 m spatial resolution and aligned to the Croatian Terrestrial Reference System (HTRS96/TM). Spectral data were aggregated as annual band medians, and temporally harmonized to match crop rotation cycles. Peak NDVI ground truth data were obtained from Sentinel-2 satellite image time-series and overlaid with energy crop parcels extracted from the Paying Agency for Agriculture, Fisheries and Rural Development (APPRRR) database, filtered for spatial and crop-type consistency. Using this dataset, ensemble machine learning regression was applied to model NDVI potential based on individual machine learning algorithms including Random Forest (RF), k-Nearest Neighbors (KNN), Support Vector Machine (SVM). Robust 10-fold cross-validation ensured a robust performance assessment, while variable importance analysis was conducted to detect potential multicollinearity in environmental covariates. RF consistently achieved the lowest root mean square error (RMSE) each year, making it the most accurate model across the entire five-year period. The best overall performance occurred in 2019, when it reached its lowest RMSE of 0.015 and highest R^2 of 0.820. While ensemble models generally produced similar prediction accuracy to RF, they remained slightly less accurate. The results of variable importance analysis showed that no single group of environmental covariates, either soil, climate, spectral, or topographic, consistently dominated prediction accuracy. These findings confirm the importance of integrating

diverse environmental datasets to improve the spatial and temporal accuracy of vegetation potential predictions.

Key words: peak NDVI prediction, random forest regression, environmental covariates, geospatial machine learning, vegetation potential mapping

Acknowledgment: This research was funded by the European Space Agency (ESA) within the project "Geospatial software for predicting land suitability for co-digestion biogas plants based on GIS-based multicriteria analysis (GeoBiogas)" under contract No. 4000146161/24/NL/MH/mp.

Sadržaj bioaktivnih spojeva i antioksidativne aktivnosti u lokvanju (*Nuphar lutea*)

MAGDALENA RAJKOVIĆ¹, MAJA KARNAŠ², MARIJA KRISTIĆ², VESNA RASTIJA²

¹ Zadruga Agribiocert, Janka Polića Kamova 57, Rijeka

² Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Ulica Vladimira Preloga 1, Osijek

Dopisni autor: magdalena@agribiocert.com

Sažetak

Makrofitska vrsta lokvanj (*Nuphar lutea*) nastanjuje se u dubokim prirodno ili antropogeno nastalim vodenim bazenima s mirnom vodom, a može se razviti uz rubove rijeka gdje je strujanje vode slabo. U ribnjacima, nije poželjno da dođe do prekomjernog rasta jer tako zasjenjuje vodu i oduzima iz vode i tla hranjive tvari (na taj način sprječava razvoj fitoplanktona i zooplanktona), smanjuje količinu kisika što negativno utječe na iskorištavanje dodatne hrane, a tako pogoduje razvoju bolesti i uzrokuje pomor riba. Cilj ovog istraživanja je bio utvrditi sadržaj biološki aktivnih komponenti u peteljka i listovima lokvanja te doći do novih saznanja o antioksidativnom statusu te mogućem potencijalu biljke. Određena je antioksidativna aktivnost FRAP metodom te sadržaj kloroplastnih pigmenata, vitamina C i polifenola. U peteljka lokvanja utvrđene su najniže vrijednosti sadržaja klorofila a (1,200 mg/g s.t.), klorofila b (0,448 mg/g s.t.), ukupnih klorofila (1,648 mg/g s.t.) te karotenoida (0,533 mg/g s.t.). U podvodnim listovima u usporedbi s peteljkom, utvrđen je sadržaj klorofila a 2,493 mg/g s.t., klorofila b 0,864 mg/g s.t., ukupnih klorofila 3,357 mg/g s.t. i karotenoida 1,202 mg/g s.t. U peteljka je utvrđeno 1966,8 µg vitamina C/g s.t., u podvodnom lišću 5680,9 µg/g s.t. i površinskom lišću 4858,8 µg/g s.t. Jednaki trend je utvrđen i u sadržaju polifenola, u peteljka je utvrđeno 7,33 mg GAE/100 g s.t., u podvodnim listovima 34,21 mg GAE/100 g s.t. i u površinskom lišću 36,30 mg GAE/100 g s.t. Antioksidativna aktivnost u vrijednosti 4,31 mmol FeSO₄/g s.t., je izmjerena u peteljka, a u podvodnim listovima iznosi 33,78 mmol FeSO₄/g s.t., te u površinskim listovima 34,10 mmol FeSO₄/g s.t. Na osnovu dobivenih rezultata zaključujemo kako su listovi lokvanja bogat izvor bioaktivnih spojeva te imaju visoku antioksidativnu aktivnost. Svakako je potrebno napraviti dodatna istraživanja i vidjeti koji potencijal zapravo ima lokvanj.

Ključne riječi: klorofil, polifenoli, vitamin C, antioksidativna aktivnost, *Nuphar lutea*

Content of bioactive compounds and antioxidant activity in Yellow water lily (*Nuphar lutea*)

MAGDALENA RAJKOVIĆ¹, MAJA KARNAŠ², MARIJA KRISTIĆ², VESNA RASTIJA²

¹ Cooperative Agribiocert, Janka Polića Kamova 57, Rijeka, Croatia

² Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Ulica Vladimira Preloga 1, Osijek, Croatia

Corresponding author: magdalena@agribiocert.com

Abstract

The macrophyte Yellow Water lily (*Nuphar lutea*) inhabits deep natural or anthropogenically created water basins with calm water, and can develop along the edges of rivers where the water flow is weak. In ponds, excessive growth is undesirable because it shades the water and takes nutrients from the water and soil (thus preventing the development of phytoplankton and zooplankton), reduces the amount of oxygen, which negatively affects the utilization of additional food, and thus favors the development of diseases and causes fish mortality. The aim of this research was to determine the content of biologically active components in the petioles and leaves of water lily and to gain new knowledge about the antioxidant status and possible potential of the plant. The antioxidant activity was determined by the FRAP method, as well as the content of chloroplast pigments, vitamin C, and polyphenols. The lowest values of chlorophyll a (1,200 mg/g d.w.), chlorophyll b (0.448 mg/g d.w.), total chlorophyll (1,648 mg/g d.w.), and carotenoids (0.533 mg/g d.w.), were found in water lily stems. In underwater leaves compared to the petiole, the content of chlorophyll a was determined to be 2.493 mg/g d.w., chlorophyll b 0.864 mg/g d.w., total chlorophyll 3.357 mg/g d.w. and carotenoids 1.202 mg/g s.t. In the petioles, 1966.8 µg of vitamin C/g d.w. was determined, in underwater leaves 5680.9 µg/g d.w. and surface leaves 4858.8 µg/g d.w. The same trend was found in the polyphenol content, 7.33 mg GAE/100 g d.w. was found in the petioles, 34.21 mg GAE/100 g d.w. in the underwater leaves and 36.30 mg GAE/100 g d.w. in the surface leaves. The antioxidant activity of 4.31 mmol FeSO₄/g d.w. was measured in the petioles, 33.78 mmol FeSO₄/g d.w. in the underwater leaves, and 34.10 mmol FeSO₄/g d.w. in the surface leaves. Based on the results obtained, we conclude that water lily leaves are a rich source of bioactive compounds and have high antioxidant activity. It is certainly necessary to conduct additional research and see what potential water lily actually has.

Key words: chlorophyll, polyphenols, vitamin C, antioxidant activity, *Nuphar lutea*

Jašući stazama Kopačkog rita do svjetskog prvenstva

**TIHANA RISTIĆ¹, MIRJANA BABAN², KRUNOSLAV ZMAIĆ², IRELLA BOGUT¹,
PERO MIJIĆ², PETRA PRLIĆ³**

¹ Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet za odgojne i obrazovne znanosti, Cara Hadrijana 10, Osijek

² Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Ulica Vladimira Preloga 1, Osijek

³ Državna ergela Đakovo, Augusta Šenoa 45, Đakovo

Dopisni autor: tihana.ristic@gmail.com

Sažetak

Daljinsko jahanje (endurance) disciplina je konjičkoga sporta koja se najbrže razvija u svijetu, a pripada skupini sportova pod ingerencijom Međunarodne konjičke federacije (FEI – Fédération Equestre Internationale). Cilj je daljinskoga jahanja procijeniti izdržljivost i kondiciju konja i jahača, brzinu kretanja te sposobnost za jahanje na velikim udaljenostima u prirodnim uvjetima, uz poštivanje pravila dobrobiti, sigurnosti i sportske etike. Prioritet utrka u daljinskome jahanju poštivanje je načela dobrobiti konja, pa se obavezni veterinarski pregledi provode na kraju svake etape natjecanja. Jednodnevna se natjecanja održavaju na udaljenosti i do 160 km u svim vremenskim uvjetima, a posebna se pozornost posvećuje praćenju stanja konja poput pojave šepavosti i drugih metaboličkih pokazatelja koji mogu dovesti do isključenja s natjecanja. U strukturi pasmina koje sudjeluju u utrkama u daljinskome jahanju ističu se konji arapske pasmine, a u Hrvatskoj i gidrani. Ova dinamična i izazovna disciplina zahtijeva intenzivne pripreme konja i jahača te spaja tjelesnu izdržljivost i psihološku otpornost jahačkih parova, kao i vještinu jahača. Osim fizičke pripreme i individualizirane hranidbe, važno je pravilno koristiti odgovarajuću i propisanu opremu. Za ovogodišnje Svjetsko prvenstvo za juniore i mlade jahače u Rumunjskoj, kvalificirala se jahačica Konjičkoga kluba „Hercules” iz Vardarca, jedinog kluba ove discipline s područja Osječko-baranjske županije. Rezultati su je plasirali među najbolje mlade jahače svijeta, a na Svjetskome prvenstvu nastupaju kao jedini jahači par iz Hrvatske u konkurenciji 159 jahača. Natjecatelji Kluba na utakmicama svih kategorija diljem Hrvatske, kroz stručan rad trenera, fizičkom spremnošću konja i vlastitom upornošću ostvaruju odlične rezultate na Croatia cup-ovima, kao i na Prvenstvima Hrvatske. Osim rekreativno-sportskog jahanja, vožnje zaprega, aktivnosti i terapija pomoću konja, Konjički klub „Hercules” promiče konjički turizam uz jedinoga kvalificiranog turističkog vodiča na konju s dozvolom za jahanje duž Kopačkog rita. Korisnicima Kluba omogućeno je sigurno i regulirano kretanje zaštićenim

područjem na stazama za obilazak i razgledavanje koje se nalaze na kruni nasipa Drava-Dunav, od ulaza Podravlje do Ulaza Mali Sakadaš, stazama za obilazak i razgledavanje s periodičnim korištenjem na kruni nasipa Zmajevac-Kopačevo te jahačkom stazom s periodičnim korištenjem. Održivost i revitalizacija konjičkoga turizma u Baranji mogu se ostvariti implementacijom projekata trasiranja i certificiranja konjičkih staza, te ponudom ugostiteljskih i smještajnih sadržaja za jahače i njihove konje. „Dođeš u Baranju i na konju si” prepoznatljivi je slogan Turističke zajednice Osječko-baranjske županije koji osnažuje identitet područja kao atraktivne destinacije za ljubitelje konjičkog turizma, a svoje posjetitelje potiče da Baranju dožive na autentičan način.

Ključne riječi: daljinsko jahanje, konjički turizam, konjičke staze, Kopački rit

Riding the trails of Kopački rit to the world championship

**TIHANA RISTIĆ¹, MIRJANA BABAN², KRUNOSLAV ZMAIĆ², IRELLA BOGUT¹,
PERO MIJIĆ², PETRA PRLIĆ³**

¹ Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Education, Cara Hadrijana 10,
Osijek, Croatia

² Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek,
Ulica Vladimira Preloga 1, Osijek, Croatia

³ State Stud Farm Đakovo, Augusta Šenoa 45, 31 400 Đakovo, Croatia

Corresponding author: tihana.ristic@gmail.com

Abstract

Endurance is a discipline within equestrian sport that is rapidly expanding worldwide and falls under the governance of the Fédération Equestre Internationale (FEI). The primary objective of endurance is to assess the stamina and fitness of both horse and rider, their speed of movement, and their capability to cover extensive distances in natural environments, all while adhering to principles of horse welfare, safety, and sporting ethics. Ensuring the horse welfare is paramount; consequently, mandatory veterinary gates are conducted at the conclusion of each loop of the race. Single-day competitions typically span distances of up to 160 km under various weather conditions. Particular attention is given to monitoring the condition of the horses, including the detection of lameness and other metabolic indicators that could lead to disqualification from the competition. Among the breeds participating in endurance races, Arabian horses are predominant, with Gidran horses also notable in Croatia. This dynamic and challenging discipline demands intensive training for both horses and riders, combining physical endurance and psychological resilience, as well as rider skill. In addition to physical preparation and individualized nutrition, the correct utilization of appropriate and prescribed equipment is essential. For this year's Endurance World Championship for Young Riders and Juniors in Romania, a rider from the Equestrian Club "Hercules" in Vardarac qualified. This club is the only one in the region of Osijek-Baranja County dedicated to this discipline. The rider's results have positioned her among the top young riders globally, and she competes as the only Croatian riding pair among 159 participants. Club competitors across various categories throughout Croatia achieve excellent results in Croatia Cups and Croatian National Championships, thanks to professional coaching, the physical readiness of their horses, and their own perseverance. Beyond recreational and sport riding, carriage driving, equine-assisted activities and therapies, the Equestrian Club "Hercules" promotes equestrian tourism through the only qualified riding guide in the area,

authorized to lead rides along the Kopački rit. Club members are provided with safe and regulated access to protected areas via designated routes for sightseeing and exploration, situated along the banks of the Drava-Danube flood-protection dyke, from Podravlje entrance to Mali Sakadaš entrance, as well as on routes around Zmajevac-Kopačevo and other periodically used horse riding trails. The sustainability and revitalization of equestrian tourism in Baranja can be achieved through projects involving the mapping and certification of riding trails, as well as the development of hospitality and accommodation services for riders and their horses. The slogan "Come to Baranja and you're on a horse" by the Osijek-Baranja County Tourist Board reinforces the region's identity as an attractive destination for equestrian tourism and encourages visitors to experience Baranja authentically.

Key words: endurance, equestrian tourism, riding trails, Kopački rit

Rezultati prve godine monitoringa staništa u sklopu projekta LIFE WILDisland

KRISTINA ROMANJEK¹, VEDRAN ŠEGOTA², ANTUN ALEGRO², ZDENKO TURNIŠKI³, VLATKO ROŽAC¹, MARIJA VEREŠ¹, MARIN ŠKORO¹, SONJA KUČERA¹, BORIS BOLŠEC¹

¹ Javna ustanova „Park prirode Kopački rit“, Mali Sakadaš 1, Kopačevo, Bilje

² Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Botanički zavod, Marulićev trg 20/II, Zagreb, Croatia

³ Hrvatske šume d.o.o., Direkcija, Sektor za zelenu energiju i projekte sufinancirane sredstvima EU fondova i međunarodne projekte, Služba za projekte sufinancirane sredstvima EU fondova i međunarodne projekte, Ulica kneza Branimira 1, Zagreb

Dopisni autor: kristina.romanjek@pp-kopacki-rit.hr

Sažetak

U sklopu projekta LIFE WILDisland suradnjom Parka prirode Kopački rit i Hrvatskih šuma provode se restauracijske aktivnosti konverzije šuma i mjere suzbijanja invazivnih stranih vrsta (IAS). Cilj projekta je održati ili poboljšati povoljno stanje očuvanosti ciljnih vrsta i staništa. Ciljni stanišni tip, prema Direktivi o staništima EU-a je 91E0* Aluvijalne šume (*Alno-Pandion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*). U Parku se planira provesti konverzija 38,30 ha aluvijalnih šuma stanišnog tipa 91E0* na otoku Petreš. Utjecaj restauracijskih mjera će se procijeniti florističkim i fitocenološkim monitoringom staništa koji obuhvaća praćenje razvoja ciljnih stanišnih tipova te analizu prisutnosti i potencijalnog širenja IAS. Izrađena je karta staništa te se aktivnosti provode na trajnim plohama unutar osam šumskih odsjeka na kojima se periodično kroz dvije do tri godine provodi uklanjanje nasada. Monitoringom je potrebno obuhvatiti proljetni i ljetni aspekt vegetacije. Svrha je pratiti stanje i promijene tijekom prve, druge i treće godine nakon uklanjanja alohtonih i sadnje autohtonih nasada. U prvoj godini monitoringa na odabranim trajnim plohama zabilježeno je ukupno 57 vrsta vaskularnih biljaka razvrstanih unutar 34 porodice. Najčešće biljne vrste u osam istraživanih šumskih odsjeka (učestalost ≥ 5): *Populus x canadensis* s.l., *Rubus caesius*, *Solidago gigantea*, *Symphytum officinale*, *Ulmus laevis*, *Impatiens parviflora*, *Lysimachia nummularia*, *Urtica dioica*, *Morus nigra*, *Fraxinus americana*, *Ulmus laevis*, *Acer negundo*, *Crataegus nigra*, *Arctium minus*, *Iris pseudacorus*. U vegetacijskim snimkama u sloju drveća dominiraju hibridne topole *Populus x canadensis* s.l. (50 do 75 % ukupne pokrovnosti sloja drveća). U sloju grmlja dominantna je *Rubus caesius*, a zanimljiv je nalaz crnog gloga, koji je u Hrvatskoj relativno rijedak. Iako je sloj prizemnog rašća vrstama najbogatiji (40 vrsta), nijedna vrsta, osim *Chelidonium majus* u jednoj snimci, nema pokrovnosti veće od 5 %. Na istraživanom području

zabilježeno je 11 alohtonih biljnih vrsta, među kojima je osam invazivnih. Dominantna je hibridna topola koja je tu sađena, zatim *Acer negundo*, *Amorpha fruticosa*, *Fraxinus americana*, *Fraxinus pensylvanica*, *Asclepias syriaca* i druge. U prirodnim topolovim šumama ne očekujemo ovako veliki broj alohtonih i invazivnih vrsta, jer one ne ulaze u stabilne šumske ekosustave. Zaključno se može reći da istraživani odsjeci imaju dobru zalihu autohtonih vrsta koje bi mogle sudjelovati u obnovi šumskih sastojina prirodnog sastava, ali će se prilikom njihova podizanja trebati paziti da nekoliko spomenutih invazivnih vrsta ne preraste staništa i oteža razvitak željenih sastojina i njihove raznolikosti.

Ključne riječi: LIFE, WILDisland, Dunav, otoci, monitoring staništa, topola

Results of the first year of habitat monitoring as part of the LIFE WILDisland project

KRISTINA ROMANJEK¹, VEDRAN ŠEGOTA², ANTUN ALEGRO², ZDENKO
TURNIŠKI³, VLATKO ROŽAC¹, MARIJA VEREŠ¹, MARIN ŠKORO¹, SONJA
KUČERA¹, BORIS BOLŠEC¹

¹ Public Institution Nature Park Kopački rit, Mali Sakadaš 1, Kopačevo, Bilje, Croatia

² University of Zagreb, Faculty of Science, Department of Biology, Division of Botany,
Marulićev trg 20/II, Zagreb, Croatia

³ Croatian Forests Ltd., Directorate, Sector for Green Energy and Projects Co-financed by
EU Funds and International Projects, Service for Projects Co-financed by EU Funds and
International Projects, Ulica kneza Branimira 1, Zagreb, Croatia

Corresponding author: kristina.romanjek@pp-kopacki-rit.hr

Abstract

Under the LIFE WILDisland project, in cooperation with Kopački rit Nature Park and the Croatian Forests, restoration activities of forest conversion and measures to suppression invasive alien species (IAS) are being carried out. The aim of the project is to maintain or improve the favourable conservation status of the priority habitat type, according to EU Habitat Directive: 91E0* Alluvial forests (*Alno-Pandion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*). The Park plans to convert 38,30 ha of habitat type 91E0* on the island of Petreš. The impact of restoration measures will be assessed through floristic and phytocoenological monitoring, which includes monitoring of development of priority habitat types and presence and potential spread of IAS. A habitat map has been created and activities are being carried out on permanent plots within eight forest sections where plantation removal is carried out during second to third year of project implementation. Monitoring should cover the spring and summer aspects of vegetation. The purpose is to monitor the condition and changes during the first, second and third years after the removal of non-native and planting of native plantations. In the first year of monitoring, a total of 57 species of vascular plants classified within 34 families were recorded on selected permanent plots. The most common plant species in the eight studied forest sections (frequency ≥ 5) are: *Populus x canadensis*, *Rubus caesius*, *Solidago gigantea*, *Symphytum officinale*, *Ulmus laevis*, *Impatiens parviflora*, *Lysimachia nummularia*, *Urtica dioica*, *Morus nigra*, *Fraxinus americana*, *Ulmus laevis*, *Acer negundo*, *Crataegus nigra*, *Arctium minus*, *Iris pseudacorus*. In the vegetation relevés, the tree layer is dominated by hybrid poplars *Populus x canadensis* (50 to 75% of the total tree layer cover). In the shrub layer, *Rubus caesius* is dominant, and an interesting finding is black hawthorn, which is relatively rare in Croatia. Although the ground vegetation layer is the richest in species (40 species), only *Chelidonium*

majus in one relevé, has a cover greater than 5%. 11 non-native plant species were recorded in the study area, eight of which are invasive. The dominant species is the hybrid poplar that was planted there, followed by *Acer negundo*, *Amorpha fruticosa*, *Fraxinus americana* and *Fraxinus pensylvanica*, *Asclepias syriaca* and others. Such a large number of non-native and invasive alien species is not expected in natural poplar forests because those species do not enter in stable forest ecosystems. In conclusion, the studied sections have a good supply of native species that could participate in the restoration of natural forests, but when they are established, care will need to be taken to ensure that the several mentioned invasive species do not overgrow the habitats and hinder the development of the desired forests and their diversity.

Key words: LIFE, WILDisland, Danube, islands, habitat monitoring, poplar

Restauracija područja Buda u poplavnom području Kopačkog rita

VLATKO ROŽAC¹, MARIN ŠKORO¹, MARINA PETRIĆ², MARIJA VEREŠ¹, BORIS BOLŠEC¹, KRISTINA ROMANJEK¹, MATEJ MARUŠIĆ³, IVO BAŠIĆ¹, SONJA KUČERA¹, IVANČICA JURČEVIĆ-AGIĆ¹

¹ Javna ustanova „Park prirode Kopački rit“, Mali Sakadaš 1, Kopačevo, Bilje

² WWF Adria, Boškovićeva ulica 2, Zagreb

³ DANUBE PARKS – Mreža zaštićenih područja uz rijeku Dunav, Orth Schloss, Orth an der Donau, Austrija

Dopisni autor: vlatko.rozac@pp-kopacki-rit.hr

Sažetak

Zbog ljudskog utjecaja na rijeku Dunav značajnim morfološkim i hidrološkim promjenama vodotoka (riječno inženjerstvo, npr. utvrđivanje obala, intenzivno kanaliziranje rijeke ili presijecanja meandara) prirodni hidrološki i morfološki režimi su izmijenjeni i narušeni. Rijeka Dunav više ne meandrira na području Kopačkog rita uzrokujući produbljivanje korita. S druge strane, sukcesija i sedimentacija u poplavnom području još uvijek se odvijaju. Sve u svemu, to posljedično smanjuje retencijski kapacitet i trajanje poplava u poplavnom području. Također, sukladno klimatskim promjenama, poremećen je hidrološki režim rijeke Dunav što utječe i na hidrodinamiku poplavnog područja u Kopačkom ritu. Kako bi se povećala otpornost i prilagodba klimatskim promjenama, potrebne su mjere restauracije. Područje Buda u poplavnom području Kopački rita predstavlja južni dio otoka preko Vemeljskog dunavca. Zbog ranije opisanog ljudskog utjecaja, kanali koji povezuju to specifično područje s rijekom Dunav djelomično su blokirani nakupljenim sedimentom i mrtvim drvenim materijalom. Štoviše, za ulazak u područje malim brodovima s dunavske strane u povijesti je napravljen umjetni kanal. Kanal trenutno ima drenažni učinak. Za obnovu hidrološkog režima područja Buda potrebno je ponovno povezivanje s rijekom Dunavom uklanjanjem sedimenta iz prirodnih kanala. Također je potrebno poništiti drenažni učinak umjetnog kanala barijerom od sedimenta na određenoj nadmorskoj visini. Procijenjeni pozitivan učinak ove mjere je poboljšanje hidrološkog režima na 850 ha vrijednih močvarnih ekosustava. Provedba je planirana u periodu od 2026. do 2027. godine. Ova mjera obnove opisana je Studijom revitalizacije vodenih ekosustava u poplavnom području Kopačkog rita, koja je izrađena u prethodnom EU financiranom projektu NATURAVITA (Operativni program Konkurentnost i kohezija 2014. – 2020.). Obnova područja Buda u poplavnom području Kopačkog rita dio je projekta

„Restoring the Amazon of Europe“, koji se provodi u suradnji s WWF Adria kao vodećim partnerom, a financiran je iz Programa Endangered Landscapes and Seascapes Programme.

Ključne riječi: Kopački rit, restauracija prirode, upravljanje zaštićenim područjem

Restoration of the Buda area in the floodplain area of Kopački rit

**VLATKO ROŽAC¹, MARIN ŠKORO¹, MARINA PETRIĆ², MARIJA VEREŠ¹, BORIS
BOLŠEC¹, KRISTINA ROMANJEK¹, MATEJ MARUŠIĆ³, IVO BAŠIĆ¹, SONJA
KUČERA¹, IVANČICA JURČEVIĆ-AGIĆ¹**

¹ Public Institution Nature Park Kopački rit, Mali Sakadaš 1, Kopačevo, Bilje, Croatia

² WWF Adria, Boškovićeve Street 2, Zagreb, Croatia

³ DANUBE PARKS – Danube River Network of Protected Areas, Orth Schloss, Orth an der
Donau, Austria

Corresponding author: vlatko.rozac@pp-kopacki-rit.hr

Abstract

Due to human impacts on the Danube River through significant morphological and hydrological changes of watercourse (river engineering, e.g. building embankments, intensive river channelization or cutting meanders) natural hydrological and morphological regimes were changed and disturbed. The Danube River no longer meanders in the Kopački rit area causing deepening of its riverbed. On the other hand, succession and sedimentation in the floodplain are still ongoing. Altogether, it consequently reduces the retention capacity and duration of the floods in the floodplain. Also, according to climate change, the hydrology regime of the Danube River is disturbed which also influences hydrodynamics of the floodplain in the Kopački rit. To increase resilience and adaptation to climate changes, restoration measures are necessary. Buda area in Kopački rit floodplain represent the south part of the Island across the Vemeljski dunavac. Due to earlier described human impact, the channels that connect that specific area with the Danube River are partially blocked by the accumulated sediment and deadwood material. Moreover, to enter the area by small boats from the Danube side an artificial channel was made in history. The channel has the drainage impact recently. To restore hydrologic regime of Buda area, reconnection with the Danube River is necessary, by sediment removal from the natural channels. There is also necessity to annihilate the drainage impact of the artificial channel with sediment barrier on certain altitude. Estimated positive impact of this measure is improvement of hydrological regime of the 850 ha of the valuable wetland ecosystems. Implementation is planned in the period from 2026 till 2027 year. This restoration measure is described by the Study of the Revitalization of the Water Ecosystems in the Kopački rit floodplain, which is made in the previous EU funded project NATURAVITA (Operational Programme Competitiveness and Cohesion 2014 – 2020). Restoration of the Buda area in Kopački rit floodplain is part of the project “Restoring the Amazon of Europe”, implemented in cooperation

with WWF Adria as a lead partner, and financed by the Endangered Landscapes and Seascapes Programme.

Key words: Kopački rit, nature restoration, protected area management

Uklanjanje invazivnih stranih vrsta na području Parka prirode „Lonjsko polje“: „Invazivci negativci“

MAJA SABLJAK, DRAŽEN IVAŠTINOVIĆ, INES MIANI

Javna ustanova „Park prirode Lonjsko polje“, Krapje 16, Jasenovac

Dopisni autor: drazen@pp-lonjsko-polje.hr

Sažetak

Uklanjanje invazivnih stranih vrsta na području Parka prirode „Lonjsko polje“ provodi se u sklopu javnog poziva za neposredno financiranje projekata „Kontrola populacija prioriternih invazivnih stranih vrsta“ koji je objavio Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost. Uklanjaju se tri invazivne strane vrste od kojih je jedna životinjska vrsta; barska nutrija (*Myocastor coypus*) i dvije biljne vrste; prava svilenica (*Asclepias syriaca*) i žljezdasti pajasen (*Ailanthus altissima*). U prvoj godini provedbe projekta nabavljena je potrebna oprema i sredstava za što uspješniju provedbu aktivnosti uklanjanja invazivnih stranih vrsta na odabranim prioriternim lokacijama. Nabavljeno je terensko vozilo, prikolica, čamac i malčer koji će omogućiti da se na odabranim lokacijama na kojima se provodi uklanjanje invazivnih stranih vrsta „kontrolira“ i nastavi aktivnost uklanjanja i nakon završetka projektnog razdoblja od 36 mjeseci, što će zasigurno doprinijeti održivosti ovog projekta i kroz duže razdoblje. Uklanjanje žljezdastog pajasena se provodi kombiniranom metotodom – injektiranje herbicida i sječa stabala. Radove sječe stabala će izvršiti vanjska usluga početkom rujna. Uklanjanje barske nutrije je izvršeno u neprekidnom kontinuitetu od 90 dana tijekom 2025. godine hvatanjem u živolovke te eutanazijom od strane ovlaštene Veterinarske organizacije. Ukupno je u prvoj godini provedbe eutanizirano 168 jedinki barske nutrije od toga 125 ženki i 43 mužjaka. Aktivnost se nastavlja i slijedeće dvije godine jednakim intenzitetom. Prava svilenica je uklanjana na dvije prioriternne lokacije i to na pašnjaku Orlinci na površini od 5 hektara, koji se nalazi u neposrednoj blizini Ornitološkog rezervata Krapje Đol, metodom učestale košnje svakih deset dana te na nasipu u naselju Mužilovčica na površini od 100 m² metodom premazivanja listova totalnim herbicidom na bazi glifosata. Zbog potrebe provedbe terenskih aktivnosti u sklopu ovog projekta, zaposlen je jedan djelatnik. Radi upoznavanja rada i primjera dobre prakse u suzbijanju invazivnih stranih vrsta na području Republike Hrvatske kroz Projekt planirane su stručne posjete Javnim ustanovama koje su već provodile aktivnosti suzbijanja invazivnih stranih vrsta. U 2025. godini posjetili smo Lovačko društvo „Patka“ Novigrad u Istri koje već dulji niz godina provod odstrel nutrije. Predstavljanje projekta kroz razne televizijske i radio emisije, izrada promotivnih

materijala, edukativnih ploča, brošura i ostalog promo materijala s vidljivim logom i porukom Projekta ima za cilj upoznavanje lokalne zajednice i podizanje znanja i svijesti o prisutnosti i negativnom utjecaju invazivnih stranih vrsta na bioraznolikost zaštićenog područja Parka prirode „Lonjsko polje“.

Ključne riječi: invazivne strane vrste, barska nutrija (*Myocastor coypus*), prava svilenica (*Asclepias syriaca*), žljezdasti pajasen (*Ailanthus altissima*), Lonjsko polje

The control of invasive alien species in Lonjsko polje Nature Park: “Invasive Bad Guys”

MAJA SABLJAK, DRAŽEN IVAŠTINOVIĆ, INES MIANI

Public Institution Lonjsko Polje Nature Park, Krapje 16, Jasenovac, Croatia

Corresponding author: drazen@pp-lonjsko-polje.hr

Abstract

The removal of invasive alien species in the area of the Lonjsko Polje Nature Park is being carried out as part of a public call for direct funding of projects “Control of populations of priority invasive alien species” published by the Fund for Environmental Protection and Energy Efficiency. Removal of three invasive alien species, one of which is an animal species of nutria (*Myocastor coypus*) and two plant species, common milkweed (*Asclepias syriaca*) and tree of heaven (*Ailanthus altissima*). In the first year of project implementation, the necessary equipment and resources were purchased for the most successful implementation of invasive alien species removal activities at selected priority locations. An off-road vehicle, trailer, boat and mulcher were purchased, which will enable the removal activities to be “controlled” and continued at selected locations where invasive alien species removal is being carried out even after the end of the 36-month project period, which will certainly contribute to the sustainability of this project over a longer period. The removal of tree of heaven is being carried out using a combined method – herbicide injection and tree cutting. The cutting work will be carried out by an external service in early September. The removal of the nutria was carried out continuously for 90 days during 2025. by trapping in animal traps and euthanasia by the authorized Veterinary Organization. A total of 168 individuals of nutria were euthanized in the first year of implementation, of which 125 were females and 43 were males. The activity continues for the next two years with the same intensity. The common milkweed was removed in two priority locations, on the Orlinci pasture on an area of 5 hectares, which is located in the immediate vicinity of the Ornithological Reserve Krapje Đol, using the method of frequent mowing every ten days and on the embankment in the village Mužilovčica on an area of 100 m² using the method of coating the leaves with a total herbicide. Due to the need to implement field activities as part of this project, one employee has been hired. In order to familiarize ourselves with the work and examples of good practice in combating invasive alien species in the Republic of Croatia, the Project has planned professional visits to public institutions that have already carried out activities to combat invasive species. In 2025, we visited the hunting society “Patka” in Novigrad in Istria, which has been conducting nutria shooting for many

years. The presentation of the project through various television and radio shows, the production of promotional materials, educational boards, brochures and other promotional materials with a visible logo and message of the Project aims to familiarize the local community and raise knowledge and awareness about the presence and negative impact of invasive alien species on the biodiversity of the protected area of the Lonjsko Polje Nature Park.

Key words: invasive alien species, nutria (*Myocastor coypus*), common milkweed (*Asclepias syriaca*), tree of heaven (*Ailanthus altissima*)

Radiološka karakterizacija otpadne ovčje vune za inovativna rješenja u hidroponskim sustavima

MARINA SERENČEŠ¹, BRANKO PETRINEC^{1,2}, TOMISLAV BITUH¹, DRAGUTIN HASENAY¹, TEA ČVORIŠĆEC¹, JELENA HORVATINEC³, KREŠIMIR SALAJPAL³, ANTUN KOSTELIĆ³, BENJAMIN ATLIJA³, EMA KOSTEŠIĆ³, GABRIJEL ONDRASEK³, SANJA STIPIČEVIĆ¹

¹ Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Ksaverska cesta 2, Zagreb

² Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet za dentalnu medicinu i zdravstvo, Crkvena 21, Osijek

³ Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, Zagreb

Dopisni autor: mserences@imi.hr

Sažetak

Unatrag nekoliko desetljeća ovčja vuna prerađivala se u tekstilnoj industriji diljem svijeta. Dolaskom polimera na tržište tekstila, potražnja za vunom značajno se smanjila pa tako danas velike količine vune ostaju neiskorištene, odlažu se ili spaljuju i time opterećuju gospodarstvo i okoliš. Zahvaljujući prirodnim svojstvima vune: poroznost, veliki kapacitet zadržavanja vode te umjereno spora razgradnja u tlu tijekom koje se postupno oslobađaju nutrijenti (osobito ugljik, dušik i kalij), vuna se danas sve više prepoznaje kao vrijedan bioresurs u agronomskoj industriji. Klimatske promjene i kružno gospodarstvo potiču pronalaženje novih održivih rješenja u proizvodnji hrane. U okviru projekta *Was2Grow* istražuju se fizikalna i kemijska svojstva otpadne ovčje vune radi primjene u proizvodnji inovativnih supstrata za hidroponske sustave. Cilj ovog rada bio je radiološka karakterizacija ovčje vune različitih pasmina i geografskog porijekla u Hrvatskoj, s obzirom na to da se važećim nacionalnim pravilnikom o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja radionuklidi smatraju jednom od prioriternih grupa onečišćujućih tvari u tlu. Uzorci otpadne ovčje vune devet pasmina ovaca prikupljeni su na 12 lokacija u Hrvatskoj, uključujući središnju i istočnu regiju, te priobalje. Suhozraki uzorci pojedinačno su zatvoreni u Marinelli posude zapremnine 1 litre na 60 dana radi uspostavljanja sekularne ravnoteže između radionuklida. Koncentracije 14 prirodnih i 36 antropogenih radionuklida određene su visokorezolucijskom gamaspektrometrijom u energijskom rasponu od 40 do 2000 keV. Rezultati su pokazali prisutnost prirodnih radionuklida u koncentracijskim rasponima (Bq/kg): ⁴⁰K (355–2008), ²¹⁴Pb (0,03–3,4), ²¹⁰Pb (<10–60) i ²¹⁴Bi (<0,6–5,0), te antropogenih radionuklida u rasponima (Bq/kg): ¹³⁷Cs (0,2–5,8) i ¹³⁴Cs (<2). Izotopi cezija potječu od nuklearnih aktivnosti te se u okolišu detektiraju nakon nuklearnih nesreća.

Sadržaj ^{137}Cs u analiziranim je uzorcima vune bio značajno niži od razina koje bi predstavljale rizik za zdravlje ljudi ili ograničile primjenu vune u poljoprivredi, dok je sadržaj ^{134}Cs bio zanemariv. Koncentracije ostalih detektiranih radionuklida bile su u rasponima koji se uobičajeno nalaze u poljoprivrednim tlima Hrvatske. Dobiveni su rezultati potvrdili da otpadna ovčja vuna u Hrvatskoj ne predstavlja radiološki rizik te se s tog stanovišta može razmatrati za korištenje u agroekosustavima, čime se podržava održiva poljoprivrede i kružno gospodarenje otpadom.

Ključne riječi: radionuklidi, biootpad, ^{137}Cs , agroekosustav, kružna ekonomija

Zahvala: Financirano sredstvima Europske unije - NextGenerationEU u sklopu projekta "Pretvorba bio-otpada u inovativna hidroponska rješenja" br. NPOO. C3.2.R3-I1.04.0143. Izneseni stavovi i mišljenja samo su autorova i ne odražavaju nužno službena stajališta Europske unije ili Europske komisije.

Radiological characterization of waste sheep wool for innovative solutions in hydroponic systems

MARINA SERENČEŠ¹, BRANKO PETRINEC^{1,2}, TOMISLAV BITUH¹, DRAGUTIN HASENAY¹, TEA ČVORIŠĆEC¹, JELENA HORVATINEC³, KREŠIMIR SALAJPAL³, ANTUN KOSTELIĆ³, BENJAMIN ATLIJA³, EMA KOSTEŠIĆ³, GABRIJEL ONDRASEK³, SANJA STIPIČEVIĆ¹

¹ Institute for Medical Research and Occupational Health, Ksaverska cesta 2, Zagreb, Croatia

² Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Dental Medicine and Health, Crkvena 21, Osijek, Croatia

³ University of Zagreb, Faculty of Agriculture, Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Croatia

Corresponding author: mserences@imi.hr

Abstract

Over the past decades, the sheep wool was processed within the global textile industry. With the advent of polymers, the demand for wool has significantly declined, resulting in large amounts of unused wool being discarded or incinerated, thereby imposing economic and environmental burden. Due to its intrinsic properties: porosity, high water retention capacity, and moderately slow decomposition in soil during which nutrients (C, N, K) are gradually released, wool is recognized as a valuable bioresource in the agricultural industry. Climate change and circular economy are further driving the search for innovative solutions in food production. Under the *Was2Grow* project, physical and chemical properties of waste sheep wool are studied for the development of novel substrates in hydroponic systems. The aim was the radiological characterization of sheep wool from different breeds and geographical origins in Croatia, given that the national regulation treats radionuclides as one of the priority groups of soil contaminants. Samples of waste wool from 9 sheep breeds were collected across 12 locations in central, eastern, and coastal region of Croatia. Air-dried samples were sealed individually in 1 L Marinelli beakers for 60 days to allow secular equilibrium between radionuclides. Concentrations of 14 naturally occurring and 36 anthropogenic radionuclides were determined using high-resolution gamma spectrometry in the energy range of 40–2000 keV. The results showed the presence of natural radionuclides in concentration ranges (Bq/kg): ⁴⁰K (355–2008), ²¹⁴Pb (0.03–3.4), ²¹⁰Pb (<10–60), and ²¹⁴Bi (<0.6–5.0), as well as anthropogenic radionuclides (Bq/kg): ¹³⁷Cs (0.2–5.8) and ¹³⁴Cs (<2). Cesium isotopes originate from nuclear activities and are detected after nuclear accidents. The ¹³⁷Cs content in the wool

was considerably lower than levels that pose a risk to human health or restrict wool use in agriculture, whereas ^{134}Cs activity was negligible. Concentrations of other detected radionuclides were within the ranges observed in Croatian agricultural soil. The findings confirmed that waste sheep wool in Croatia does not present a radiological risk and, from this perspective, may be considered suitable for use in agroecosystems, thereby supporting sustainable agriculture and circular waste management.

Key words: radionuclides, biowaste, ^{137}Cs , agroecosystem, circular economy

Acknowledgment: Funded by the European Union – NextGenerationEU under the project “Transforming bio-waste to innovative hydroponic solution – Was2Grow” No. NPOO.C3.2.R3-I1.04.0143. The views and opinions expressed are solely those of the authors and do not necessarily reflect the official position of the European Union or the European Commission.

Stručno istraživanje o ribama Dunava – trenutno stanje i put naprijed

**MARIJA SMEDEREVAC-LALIĆ¹, PAUL MEULENBROEK^{2,3}, MARTIN
TSCHIKOF², MILICA JAČIMOVIĆ¹, GORČIN CVIJANOVIĆ¹, DUŠAN NIKOLIĆ¹,
THOMAS HEIN^{2,3}**

¹ Univerzitet u Beogradu, Institut za multidisciplinarna istraživanja, Beograd, Srbija

² BOKU University, Institute of Hydrobiology and Aquatic Ecosystem Management, Gregor Mendel Str. 33, Vienna, Austria

³ BOKU University, Christian Doppler Laboratory for Meta Ecosystem Dynamics in Riverine Landscapes, Gregor Mendel Str. 33, Vienna, Austria

Dopisni autor: marijasmederevac@imsi.bg.ac.rs

Sažetak

Projekt DANUBE4all iz programa Obzor Europa, koji podržava misiju EU za obnovu vodnih resursa do 2030. godine, ima za cilj razvoj znanstveno utemeljenog Akcijskog plana obnove za Dunavski bazen, od alpskih izvorišta do obale Crnog mora. Projekt je usmjeren na obnovu ekološkog integriteta, poboljšanje bioraznolikosti i poboljšanje riječne povezanosti, kroz zajednički proces koji uključuje dionike, stručnjake i javnost. Provedena je početna analiza kako bi se utvrdili nedostaci u podacima o bioraznolikosti, programima praćenja i naporima za obnovu u cijelom bazenu. Utvrđena je nedostatnost podataka za pritoke gornjeg i srednjeg Dunava, gdje je praćenje bioraznolikosti rijetko. Kako bi nadopunili rezultate monitoringa JDS-a i modela rasprostranjenosti vrsta, projekt je primijenio Delphi metodu, strukturirano, interaktivno istraživanje osmišljeno za postizanje stručnog konsenzusa. Proces je započeo sveobuhvatnim pregledom literature kako bi se procijenili dominantni okolišni stresori i trenutne mjere očuvanja i obnove unutar sliva Dunava. Ti su nalazi poslužili za izradu upitnika prvog kruga. Preko 800 stručnjaka iz akademske zajednice, javnih tijela, nevladinih organizacija i privatnog sektora zatim je pozvano da procijene stanje riblje faune i identificiraju ključne pritiske i prioritete očuvanja. Odgovori su analizirani kako bi se identificirala različita stajališta i praznine u znanju, što je dovelo do pripreme drugog kruga ankete s ciljanim pitanjima. Ukupno je 143 stručnjaka iz dunavske regije završilo oba anketna kruga. Rezultati istraživanja potvrdili su pogoršanje stanja ribljih zajednica u cijelom Dunavskom bazenu. Migratorne vrste, biomasa i struktura zajednice pokazale su dosljedan pad od uzvodno prema nizvodno. Autohtone vrste i dalje su blago dominantne nad stranim/invazivnim vrstama, ali gubitak staništa, hidromorfološke promjene i razvoj hidroenergetskog sustava identificirani su kao glavni pokretači njihovog pada. Sudionici su istaknuli potrebu za specifičnim strategijama poribljavanja riba, prilagođenim uvjetima

staništa i ljudskoj upotrebi. Naglašena je žurnost uspostavljanja opsežnijeg, standardiziranog i prekograničnog monitoringa riba te davanja prioriteta mjerama očuvanja. Istraživanjem su identificirane regionalno relevantne mjere obnove i moguća rješenja za izazove provedbe. Projekt DANUBE4all doprinosi znanstvenim i praktičnim temeljima, potrebnima za provedbu Direktive EU o obnovi prirode, posebno u aspektu obnove ribljih staništa. Njegovi rezultati podržat će buduće prekogranične okvire monitoringa i na činjenicama utemeljenim aktivnostima obnove u bazenu rijeke Dunav.

Ključne riječi: Danube River Basin, expert survey, fish conservation, ecosystem restoration.

Zahvala: Ovo istraživanje je podržano u okviru projekta Danube4All (Ugovor o dodjeli bespovratnih sredstava br. 101093985) koji financira Europska komisija.

An expert survey on Danube fish – current status and the way forward

MARIJA SMEDEREVAC-LALIĆ¹, PAUL MEULENBROEK^{2,3}, MARTIN TSCHIKOF², MILICA JAČIMOVIĆ¹, GORČIN CVIJANOVIĆ¹, DUŠAN NIKOLIĆ¹, THOMAS HEIN^{2,3}

¹ University of Belgrade, Institute for Multidisciplinary Research, Kneza Višeslava 1, Belgrade, Serbia

² BOKU University, Institute of Hydrobiology and Aquatic Ecosystem Management, Gregor Mendel Str. 33, Vienna, Austria

³ BOKU University, Christian Doppler Laboratory for Meta Ecosystem Dynamics in Riverine Landscapes, Gregor Mendel Str. 33, Vienna, Austria

Corresponding author: marijasmederevac@imsi.bg.ac.rs

Abstract

The Horizon Europe project DANUBE4all, supporting the EU's 2030 water restoration mission, aims to develop a scientifically grounded Restoration Action Plan for the Danube River Basin, from alpine headwaters to the Black Sea coast. The project focuses on restoring ecological integrity, enhancing biodiversity, and improving river connectivity, through a joint process involving stakeholders, practitioners, and the public. An initial gap analysis was conducted to identify deficiencies in biodiversity data, monitoring schemes, and restoration efforts across the basin. Notably, spatial data gaps were concentrated in tributaries of the Upper and Middle Danube, where biodiversity monitoring is sparse. To complement the results from JDS monitoring activities and species distribution models, the project applied the Delphi method, a structured, interactive survey approach designed to establish an expert consensus. The process began with a comprehensive literature review to assess dominant environmental stressors and current conservation and restoration measures within the Danube catchment. These findings informed the first-round questionnaire. Over 800 experts from academia, public authorities, NGOs, and private sectors were then invited to evaluate the status of fish fauna and identify key pressures and conservation priorities. Responses were analyzed to identify divergent viewpoints and knowledge gaps, leading to a second-round survey with targeted questions. In total, 143 experts across the Danube region completed both rounds. Survey results confirmed a deteriorating status of fish communities across the basin. Migratory species, biomass, and community structure showed a consistent decline from upstream to downstream. Native species are still slightly dominant over non-native/invasive species, but loss of habitat, hydromorphological alterations, and hydropower development were identified as principal drivers

of their decline. Participants highlighted the need for more context-specific fish stocking strategies adapted to both habitat conditions and human use. Urgency of establishing more extensive, standardized, and transboundary fish monitoring and prioritizing conservation-focused measures was emphasized. The study identified regionally relevant restoration measures and possible solutions to the challenges of implementation. DANUBE4all project contributes to the scientific and practical foundations necessary for implementing the EU Nature Restoration Directive, particularly with respect to fish habitat restoration. Its outputs will support future transboundary monitoring frameworks and evidence-based restoration actions in the Danube River Basin.

Key words: Danube River Basin, expert survey, fish conservation, ecosystem restoration.

Acknowledgements: This study was supported within the frame of the Danube4All project (Grant Agreement no. 101093985) funded by the European Commission

Integracija šumske pedagogije i permakulture – inovativan pristup razvoju djece i mladih

ANDREA ŠIMUNOVIĆ¹, PETAR GLAVAŠ¹, MARIJA BRATONJA¹, MATEJ MARUŠIĆ², MIRNA ZLATIĆ²

¹ ROOTS – Centar za održivi obiteljski život, Naselje Vladimira Nazora 11, Osijek

² Udruga OSPERA, Grmič 20, Podravlje, Osijek

Dopisni autor: rootscentar@gmail.com

Sažetak

Učenje u prirodnom okruženju potiče cjelovit razvoj djece, aktivira sve osjete i znatiželju postavlja kao glavni pokretač učenja. Šumska pedagogija, kao temelj našeg pristupa, omogućuje djeci da istražuju i uče na otvorenom, u svim vremenskim uvjetima. Brojna istraživanja potvrđuju da ovakav način rada značajno doprinosi kognitivnom razvoju, motoričkim vještinama, emocionalnoj stabilnosti, povezanosti s prirodom i općem zdravlju djece predškolske dobi. Na toj osnovi nadograđujemo permakulturna načela – održivi, holistički pristup koji u obrazovanju donosi integrirane projekte povezane s ekologijom, znanošću, zajednicom i kreativnim izražavanjem. U ROOTS Centru ova dva pristupa spajamo u jedinstven obrazovni model: šumska pedagogija razvija emocionalne i socijalne temelje (znatiželju, otpornost, povezanost), a permakultura taj potencijal pretvara u praktične vještine, osjećaj odgovornosti i dugoročne vrijednosti. Djeca kroz igru, istraživanje i suradnički rad uče živjeti u ravnoteži sa sobom, drugima i okolišem. Od osnutka ROOTS Centra realiziran je velik broj sezonski orijentiranih radionica, prilagođenih dobi djece i veličini grupa. Kao logičan nastavak rasta i širenja, ostvarena je suradnja s Parkom prirode "Kopački rit". U okviru tog partnerstva organizirana je promo radionica "Šumska avantura u Kopačkom ritu" za predškolce i učenike prvih razreda osnovne škole. Radionica je, kroz igru, kretanje, promatranje i simboličko sudjelovanje, približila djeci bogatstvo ekosustava Kopačkog rita te razvila njihove vještine pažnje, suradnje, izražavanja i osjetilnog opažanja. Pozitivan odaziv i evaluacija potvrdili su uspješnost koncepta te učvrstili suradnju s Kopačkim ritom i Gradom Osijekom. Od proljeća 2026. planirano je redovno izvođenje radionica na dnevnoj bazi u prostoru Parka prirode. Ovaj integrirani pristup inovativno povezuje emocionalno, socijalno i kognitivno učenje s održivim praksama, stvarajući temelje za razvoj odgovornih, kreativnih i ekološki osviještenih mladih ljudi. Otvoreni smo za suradnju s obrazovnim institucijama,

organizacijama i stručnjacima kako bismo zajednički širili i unapređivali ovaj model u korist djece, mladih i zajednice.

Ključne riječi: šumska pedagogija, permakultura, cjelovit razvoj djece, održiv obrazovni pristup

Integration of forest pedagogy and permaculture – an innovative approach to the development of children and youth

ANDREA ŠIMUNOVIĆ¹, PETAR GLAVAŠ¹, MARIJA BRATONJA¹, MATEJ MARUŠIĆ², MIRNA ZLATIĆ²

¹ROOTS – Center for Sustainable Family Life, Naselje Vladimira Nazora 11, Osijek, Croatia

²Association OSPERA, Grmič 20, Podravlje, Osijek, Croatia

Corresponding author: rootscentar@gmail.com

Abstract

Learning in a natural environment fosters the holistic development of children, activates all senses, and positions curiosity as the main driver of learning. Forest pedagogy, the foundation of our approach, enables children to explore and learn outdoors in all weather conditions. Numerous studies confirm that this method significantly contributes to cognitive development, motor skills, emotional stability, connection with nature, and overall health in preschool-aged children. Building on this foundation, we incorporate permaculture principles – a sustainable, holistic approach that, in education, introduces integrated projects linking ecology, science, community, and creative expression. At the ROOTS Centre, we combine these two pedagogies into a unique educational model: forest pedagogy nurtures emotional and social foundations (curiosity, resilience, connectedness), while permaculture transforms this potential into practical skills, a sense of responsibility, and long-term values. Through play, exploration, and collaborative work, children learn to live in harmony with themselves, others, and the environment. Since its establishment, the ROOTS Centre has implemented a large number of seasonally oriented workshops, adapted to the age of the children and group size. As a natural step in growth and expansion, a partnership was formed with Kopački Rit Nature Park. Within this collaboration, we organized the promotional workshop *“Forest Adventure in Kopački Rit”* for preschoolers and first-grade primary school students. Through play, movement, observation, and symbolic participation, the workshop introduced children to the richness of the Kopački Rit ecosystem and developed their skills of attention, cooperation, expression, and sensory perception. The positive response and evaluation confirmed the success of the concept and strengthened cooperation with Kopački Rit and the City of Osijek. Starting in spring 2026, regular daily workshops will be held in the nature park. This integrated approach innovatively combines emotional, social, and cognitive learning with sustainable practices, creating the foundations for raising responsible, creative, and environmentally conscious young people. We are open to collaboration with

educational institutions, organizations, and professionals to jointly expand and further develop this model for the benefit of children, youth, and the community.

Key words: forest pedagogy, permaculture, holistic child development, sustainable educational approach

Rezultati analiza uginulih ptica pronađenih tijekom monitoringa u okviru projekta LIFE Danube Free Sky

MARIN ŠKORO¹, MARIJA VEREŠ¹, VLATKO ROŽAC¹, ANITA RAKITIĆ²,
KRISTINA ROMANJEK¹, SONJA KUČERA¹, BORIS BOLŠEC¹

¹ Javna ustanova „Park prirode Kopački rit“, Mali Sakadaš 1, Kopačevo, Bilje

² Hrvatsko društvo za zaštitu ptica i prirode, Gundulićeva 19a, Osijek

Dopisni autor: marin.skoro@pp-kopacki-rit.hr

Sažetak

U okviru projekta LIFE Danube Free Sky (LIFE19 NAT/SK/001023) tijekom monitoringa nultog stanja i učinka primjene zaštitnih mjera na transektima dalekovoda prikupljane su lešine ptica pogodne za kemijske analize sukladno protokolu monitoringa. Svrha analiza je utvrditi dodatne faktore koji su mogli doprinijeti stradavanju ptice u interakciji s dalekovodom. Poseban naglasak je stavljen na prisutnost teških metala (olovo, živa i kadmij) u organizmima budući da visoke koncentracije utječu na središnji živčani sustav što oslabljuje motoriku ptica u letu i može doprinijeti sudaru s vodičima dalekovoda. Dodatno su napravljene bakteriološke (aerobne i anaerobne bakterije), virusološke (DNA i RNA virusi), parazitološke (izdvajanje i determinacija do roda) i mikološke pretrage te analize prisutnosti pesticida (organofosfati, karbamati i piretroidi). Ukupno je za analize prikupljeno 18 lešina ptica: 11 tijekom monitoringa nultog stanja i 7 tijekom monitoringa učinka primjene zaštitnih mjera na dalekovodima. Rezultati analiza teških metala pokazali su značajnu intoksikaciju olovom kod uzoraka označenih s ID-01 (škanjac) i ID-09 (crvenokljuni labud), što odgovara njihovoj dobi i načinu prehrane te ukazuje na onečišćenje okoliša olovnom sačmom. Kod uzoraka ID-02 (juričica), ID-03, ID-04, ID-05 (crnokape grmuše), ID-08 (čavka) i ID-14 (kosac) utvrđene su visoke koncentracije kadmija u jetri. Kadmij u prehrambene lance ulazi preko biljaka gdje se nakuplja u sjemenkama, a glavni izvor onečišćenja tla kadmijem je upotreba fosfatnih gnojiva. Povećane razine žive utvrđene su kod uzoraka ID-02 (škanjac) ID-09 (crvenokljuni labud) i ID-11 (mlakuša). Koncentracije žive povišene su kod mesoždera (škanjac) te močvarnih ptica budući da se živa nakuplja na dnu vođenih tijela. Na temelju provedene razudbe lešina po potrebi su izvršene dodatne pretrage. Kod uzorka ID-05 (crnokapa grmuša) izdvojeno je 20 odraslih oblića roda *Diplotriaeana* koji parazitiraju u zračnim vrećicama ptica. U tankom crijevu uzorka ID-17 (škanjac) dokazani su odrasli oblici i jaja parazitskih oblića *Capillaria* sp. i *Ascaridia galli*, odrasli oblici parazitskog metilja *Strigea falconis* te članci trakavice koju nije bilo moguće determinirati. Bakteriološkim

pretragama slezene uzorka ID-01 (škanjac) izdvojene su bakterije *Pseudomonas ludendis* i *Carnobacterium maltaromaticum*, što upućuje na uginuće od sepse uslijed predacije. Kod uzorka ID-18 (škanjac) postupkom Real time RT-PCR na genima H5 i N1 dobiveni su pozitivni nalazi. Na temelju dobivenih rezultata analiza za uzorak ID-10 (štekavac) se može tvrditi da je uginuće nastalo zbog strujnog udara na stupu dalekovoda, dok se kod ostalih uzoraka vjerojatno radi o traumama uslijed predacije.

Ključne riječi: Kopački rit, LIFE Danube Free Sky, analize, teški metali

Results of analyses of bird carcasses found during monitoring within the LIFE Danube Free Sky project

**MARIN ŠKORO¹, MARIJA VEREŠ¹, VLATKO ROŽAC¹, ANITA RAKITIĆ²,
KRISTINA ROMANJEK¹, SONJA KUČERA¹, BORIS BOLŠEC¹**

¹ Public Institution Nature Park Kopački rit, Mali Sakadaš 1, Kopačevo, Bilje, Croatia

² Croatian Society for Bird and Nature Protection, Gundulićeva 19a, Osijek, Croatia

Corresponding author: marin.skoro@pp-kopacki-rit.hr

Abstract

Within the framework of the LIFE Danube Free Sky project (LIFE19 NAT/SK/001023), during the baseline monitoring and the monitoring of efficiency of implemented mitigating measures on the power line transects, bird carcasses suitable for analyses were collected in accordance with the monitoring protocol. The purpose of the analyses was to determine additional factors that could have contributed to the death of a birds in interaction with the power line. Special emphasis was placed on the presence of heavy metals (lead, mercury and cadmium) in organisms, since high concentrations affect the central nervous system, which weakens the motor skills of birds in flight and can contribute to collisions with power line conductors. Additionally, bacteriological (aerobic and anaerobic bacteria), virological (DNA and RNA viruses), parasitological (isolation and determination to genus) and mycological examinations were performed, as well as analyses of the presence of pesticides (organophosphates, carbamates and pyrethroids). A total of 18 bird carcasses were collected for analyses: 11 during the baseline monitoring and 7 during the post-monitoring on power lines. The results of heavy metal analyses showed significant lead intoxication in samples marked with ID-01 (Common buzzard) and ID-09 (Mute swan), which corresponds to their age and diet and indicates environmental contamination with lead shot. High concentrations of cadmium in the liver were found in samples ID-02 (Common buzzard), ID-03, ID-04, ID-05 (European blackcap), ID-08 (Western jackdaw) and ID-14 (Corncrake). Cadmium enters the food chain through plants where it accumulates in seeds, and the main source of soil contamination with cadmium is the use of phosphate fertilizers. Increased levels of mercury were found in samples ID-02 (Common buzzard), ID-09 (Mute swan) and ID-11 (Common moorhen). Mercury concentrations were elevated in carnivores (Common buzzard) and waterfowl, since mercury accumulates at the bottom of water bodies. Based on the autopsy of the carcasses, additional tests were performed as necessary. In sample ID-05 (European blackcap), 20 adult

Diplotrriaena nematodes that parasitize in the air sacs of birds were isolated. In the small intestine of sample ID-17 (Common buzzard), adult forms and eggs of the parasitic nematodes *Capillaria* sp. and *Ascaridia galli*, adult forms of the parasitic trematode *Strigea falconis*, and segments of a tapeworm that could not be determined were detected. Bacteriological examinations of the spleen of sample ID-01 (Common buzzard) isolated the bacteria *Pseudomonas ludendis* and *Carnobacterium maltaromaticum*, which indicates death from sepsis due to predation. In sample ID-18 (Common buzzard), positive results were obtained using Real time RT-PCR on the H5 and N1 genes. Based on the results of the analyses for sample ID-10 (White-tailed eagle), it can be stated that death occurred due to an electrocution on a power line pole, while in the other samples, it is likely that the cause of death was trauma due to predation.

Key words: Kopački rit, LIFE Danube Free Sky, analyses, heavy metals

Važnost močvarnih staništa u borbi s klimatskim promjenama

MARTINA ŠPOLJARIĆ

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Pravni fakultet Osijek, Ulica Stjepana Radića 13, Osijek

Dopisni autor: martina.spoljaric1709@gmail.com

Sažetak

Vlažna staništa predstavljaju jedan od najproduktivnijih ekoloških sustava i u sebi pohranjuju dvostruko više ugljika nego sve svjetske šume zajedno. Močvare štite od poplava, jer poput prirodnih spužva upijaju i čuvaju višak padalina, pročišćuju vode i obnavljaju podzemne vode. Močvarna staništa svojom površinom zauzimaju samo 6 % ukupne Zemljine površine. Cilj ove prezentacije biti će ukazati na važnu ulogu močvarnih staništa u ekosustavu. Zbog velikih klimatskih promjena koje nas u posljednjih pedeset godina prate močvarna staništa nestaju tri puta brže od kišnih šuma. Činjenica je kako klimatske promjene imaju globalan utjecaj na prirodu što se reflektira i na zdravlje čovjeka i kvalitetu života ljudi. Unatoč brojnim dobrotima koje čovječanstvo ima od močvara nažalost svakodnevno dolazi do nekog oblika devastacije močvara. Uzrok devastacija močvarnih staništa je nagla urbanizacija stanovništva kao i neodrživa poljoprivredna praksa. Razvojem gradova, prometnica i inteziviranjem poljoprivredne proizvodnje došlo je do smanjenja raznolikosti staništa. U prezentaciji ću prikazati na koji način su klimatske promjene doprinjele devastacijama i uništenju močvarnih staništa u Republici Hrvatskoj i svijetu, koliki uzrok ima ljudsko djelovanje i poduzimaju li se preventivne mjere za sprečavanje uništenja močvarnih staništa. Pitanje zaštite i očuvanja vlažnih područja uređeno je međunarodnom Ramsarskom konvencijom iz 1971. godine; Republika Hrvatska ju je ratificirala 1993. godine te je na njen popis uvrstila 5 područja: parkove prirode: Lonjsko polje, Kopački rit i Vransko jezero, zatim Delta rijeke Neretve i Ribnjaci „Crna Mlaka“. Uz Ramsarsku konvenciju potrebno je istaknuti Mediteransku inicijativu za močvarna područja (MedWet) osnovanu 1991. godine okuplja dvadeset i sedam mediteranskih i perimediteranskih zemalja koje su stranke Ramsarske Konvencije, a cilj je osigurati učinkovito očuvanje funkcija i vrijednosti mediteranskih močvara. Ratifikacija Ramsarske Konvencije doprinjela je zaštitu močvarnih područja na teritoriju Republike Hrvatske i kvalitetnije upravljanje postojećim ekosustavima tih područja. Na kraju ovoga rada možemo zaključiti priroda je čovjeku omogućila kroz biološku raznolikost biljnog i životinjskog svijeta ekosustav koji može zadovoljiti sve ljudske potrebe za zdrav život kako bi takav ekosustav očuvali potrebno je slijedeće: smanjiti onečišćenje, očuvati prirodne

vodne tokove, spriječiti prekomjernu urbanizaciju, poduprijeti lokalne zajednice, obnoviti devastirana močvarna područja, štititi bioraznolikost, ulagati u edukaciju i istraživanje.

Ključne riječi: močvarna područja, klimatske promjene, devastacija močvarnih područja, Ramsarska konvencija, parkovi prirode

The importance of wetlands in combating climate change

MARTINA ŠPOLJARIC

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Law Osijek, Ulica Stjepana Radića 13, Osijek, Croatia

Corresponding author: martina.spoljaric1709@gmail.com

Abstract

Wetlands represent one of the most productive ecological systems, storing twice as much carbon as all the world's forests combined. They protect against floods by acting like natural sponges that absorb and retain excess rainfall, purify water, and replenish groundwater. Wetlands cover only 6% of the Earth's total surface area. The aim of this presentation is to highlight the important role wetlands play in the ecosystem. Due to significant climate changes over the past fifty years, wetlands have been disappearing three times faster than rainforests. The fact is that climate change has a global impact on nature, which is reflected in human health and quality of life. Despite the many benefits humanity derives from wetlands, unfortunately, they are subjected to daily degradation. The main causes of wetland degradation are rapid urbanization and unsustainable agricultural practices. With the development of cities, roads, and the intensification of agriculture, habitat diversity has decreased. In this presentation, I will show how climate change has contributed to the devastation and destruction of wetlands in Croatia and worldwide, the extent of human impact, and whether preventive measures are being taken to stop the destruction of wetlands. The issue of wetland protection and conservation is regulated by the international Ramsar Convention of 1971; Croatia ratified it in 1993, thereby including the following five areas on its list: Nature Parks: Lonjsko Polje, Kopački Rit, and Vransko Lake, and other areas: Neretva River Delta, Crna Mlaka fishponds. In addition to the Ramsar Convention, it is important to highlight the Mediterranean Wetlands Initiative (MedWet), established in 1991. It brings together twenty-seven Mediterranean and peri-Mediterranean countries that are parties to the Ramsar Convention, aiming to ensure the effective conservation of the functions and values of Mediterranean wetlands. The ratification of the Ramsar Convention has contributed to the protection of wetlands in Croatia and to better management of the ecosystems in these areas. In conclusion, nature has provided humans, through biodiversity of plant and animal life, with an ecosystem capable of meeting all human needs for a healthy life. To preserve such an ecosystem, it is necessary to: reduce pollution, conserve natural water flows, prevent excessive urbanization, support

local communities, restore degraded wetlands, protect biodiversity, and invest in education and research.

Key words: wetlands, climate change, wetland degradation, Ramsar Convention, nature parks

Kvaliteta sjemena i morfološke karakteristike matica medonosne pčele (*Apis mellifera*) čuvanih u banci matica

JOSIPA ŠTAVALJ¹, ALEKSANDAR MARTINOVIĆ², KAROLINA TUCAK¹,
ZLATKO PUŠKADIJA¹, MARIN KOVAČIĆ¹

¹ Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek,
Ulica Vladimira Preloga 1, Osijek

² Univerzitet Crne Gore, Biotehnički fakultet, Mihaila Lalića 15, Podgorica, Crna Gora

Dopisni autor: jstavalj@fazos.hr

Sažetak

Matice medonosne pčele (*Apis mellifera*) pare se tijekom svadbenog leta jednom u životu, prilikom čega dolazi do sparivanja s nekoliko trutova u zraku. Parenje se najčešće odvija na specifičnim mjestima poznatim kao okupljališta trutova, gdje se okupljaju trutovi iz više zajednica. Međutim, okolišni stresori, poput dugotrajne suše ili prekomjernih oborina, mogu uzrokovati smanjenje dostupnosti hrane (nektara i peluda), što negativno utječe na proizvodnju trutova. Posljedično, mlade nesparene matice mogu imati otežan pristup dovoljnom broju trutova, osobito prema kraju ljeta. Kako bi se izbjegle takve okolnosti, uzgajivači matica prakticiraju čuvanje viška sparenih matica u tzv. "bankama matica", čime se osigurava njihova dostupnost u razdobljima smanjenih mogućnosti prirodnog parenja. U svrhu procjene utjecaja čuvanja matica u banci na njihovu morfološku i reproduktivnu kvalitetu, provedeno je istraživanje na 49 sparenih matica sive pčele (*Apis mellifera carnica*). Na početku eksperimenta (dan 0) analizirano je 20 matica, dok je nakon 30 dana provedenih u banci analizirano dodatnih 29 matica (dan 30). Analizirani su sljedeći parametri: tjelesna masa matice, masa jajnika, širina glave i prsnoga koša, duljina i širina abdomena, koncentracija spermija u spermateci te vitalnost sjemena. Matice analizirane na dan 0 imale su značajno veću tjelesnu masu ($0,209 \pm 0,014$ g) u odnosu na matice nakon 30 dana u banci ($0,197 \pm 0,009$ g) [$t(49) = -3,571, p < 0,001$], kao i veću masu jajnika [$t(49) = -4,821, p < 0,001$]. Nisu utvrđene značajne razlike u širini glave ($3,772 \pm 0,061$ mm), širini prsnog koša ($4,693 \pm 0,071$ mm) niti širini abdomena ($6,632 \pm 0,076$ mm). Međutim, duljina abdomena bila je značajno veća kod matica nakon 30 dana u banci ($11,326 \pm 0,364$ mm) u odnosu na dan 0 ($10,836 \pm 0,520$ mm) [$t(49) = 3,154, p = 0,002$]. Broj spermija u spermateci ($4.306.122 \pm 1.146.423$) i vitalnost sjemena ($79,388 \pm 21,114$ %) nisu se značajno razlikovali između dana analiziranja. Rezultati ukazuju da čuvanje sparenih matica u bankama do 30 dana ne narušava ključne reproduktivne parametre poput broja i vitalnosti spermija, unatoč blagom smanjenju tjelesne mase matica i mase

jajnika. Ova praksa predstavlja korisnu strategiju čuvanja sparenih matica tijekom razdoblja nepovoljnih uvjeta za prirodno parenje.

Ključne riječi: banka matica, *Apis mellifera*, kvaliteta sjemeni, morfološke karakteristike

Semen quality and morphological characteristics of Honey Bee (*Apis mellifera*) queens maintained in the queen bank

JOSIPA ŠTAVALJ¹, ALEKSANDAR MARTINOVIĆ², KAROLINA TUCAK¹,
ZLATKO PUŠKADIJA¹, MARIN KOVAČIĆ¹

¹Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek,
Ulica Vladimira Preloga 1, Osijek, Croatia

²University of Montenegro, Biotechnical Faculty, Mihaila Lalića 15, Podgorica, Montenegro

Corresponding author: jstavalj@fazos.hr

Abstract

Honey bee (*Apis mellifera*) queens mate once in their lifetime during nuptial flights, engaging in mating with several drones in mid-air. These matings typically occur at so-called drone congregation areas, where drones from multiple surrounding colonies gather. However, environmental stressors such as prolonged drought or excessive rainfall can reduce floral resource availability (nectar and pollen), which in turn suppresses drone production in colonies. As a result, young virgin queens may struggle to find sufficient mating partners, particularly toward the end of the summer. To overcome this problem queen breeders often maintain surplus mated queens in "queen bank" colonies, ensuring queen availability during periods of limited mating opportunities. To evaluate how queen banking affects queen quality, we conducted an experiment with 49 mated Carniolan honey bee queens (*Apis mellifera carnica*). At the start of the experiment (Day 0), 20 queens were sampled and analyzed. After 30 days in the queen bank, an additional 29 queens were analyzed (Day 30). The following morphological and physiological parameters were measured: queen body weight, ovary weight, head and thorax width, abdominal length, sperm concentration, and sperm viability. Queens on the day 0 (0.209 ± 0.014 g mean $\pm$ standard deviation) were significantly heavier comparing to queens that spent 30 days in bank (0.197 ± 0.009 g), [$t(49)=-3.571$, $p<0.001$]. The same was for ovary weight, where queen at day 0 had significantly heavier ovaries [$t(49)=-4.821$, $p<0.001$]. There was no difference in head width (3.772 ± 0.061 mm), thorax width (4.693 ± 0.071 mm). and abdomen width (6.632 ± 0.076 mm). When it comes to abdomen length, queens measured at day 30 (11.326 ± 0.364 mm) had significantly longer abdomen comparing to day 0 (10.836 ± 0.520 mm) [$t(49)=3.154$, $p=0.002$]. There were no significant differences when it comes to number of spermatozoa in spermatheca ($4.306.122 \pm 1.146.423$) and semen vitality (79.388 ± 21.114 %). Storing mated queens in a queen bank for up to one month appears to be a viable and safe practice under conditions where

natural mating may be impaired due to environmental constraints. Despite slight reductions in body and ovary weight, key reproductive parameters such as sperm count and viability remained unaffected, supporting the utility of queen banking as a management strategy during adverse mating seasons.

Key words: queen bank, *Apis mellifera*, semen quality, morphological characteristics

Šumsko tlo kroz vrijeme: kako starost šuma oblikuje život faune tla u Spačvi

BARBARA ŠTENC, DOMINIK PERANOVIĆ, SABINA ALIĆ, TAMARA
SAJDA, LARA TIŠLJAR, KLAUDIA GRUBEŠIĆ, IVONA LEVAK, DAVORKA
HACKENBERGER KUTUZOVIĆ

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Cara Hadrijana 8/A,
Osijek

Dopisni autor: barbara.stenc@biologija.unios.hr

Sažetak

Spačva je najveći cjeloviti kompleks nizinske šume hrasta lužnjaka (*Quercus robur*) u Hrvatskoj i jedan od najvećih u Europi, smješten na području jugoistočne Slavonije. Ovaj iznimno vrijedan ekosustav, osim svojeg gospodarskog značaja, ima ključnu ulogu u očuvanju prirodnih šumskih staništa, bioraznolikosti i funkcionalnosti tla. Šumska tla Spačve bogata su organskom tvari i humusom, osobito u šumama starijih kategorija, čime pružaju idealne uvjete za razvoj mezofaune tla — raznovrsne skupine beskralježnjaka koji imaju ključnu ulogu u razgradnji organske tvari, kruženju nutrijenata i održavanju strukture tla. Njihova prisutnost i raznolikost često se koriste kao pokazatelj zdravlja i biološke aktivnosti tla. Cilj ovog istraživanja bio je ispitati kako starost šumskih sastojina u Spačvi oblikuje sastav i brojnost mezofaune tla. U tu svrhu provedeno je uzorkovanje u šumama hrasta lužnjaka u sedam starosnih kategorija (1-140 godina), sa sedam uzoraka po kategoriji. Ekstrakcija beskralježnjaka provedena je suhom ekstrakcijom po Berlese-u, a determinirani su do viših taksonomskih kategorija. Rezultati su pokazali jasan trend povećanja broja organizama i raznolikosti mezofaune s povećanjem starosti šume. Ovi nalazi pridonijet će boljem razumijevanju odnosa između razvojnih faza šume i dinamike faune tla.

Ključne riječi: mezofauna, tlo, šuma, *Quercus robur*

Forest soil through time: how forest age shapes soil fauna life in Spačva

BARBARA ŠTENC, DOMINIK PERANOVIĆ, SABINA ALIĆ, TAMARA
SAJDA, LARA TIŠLJAR, KLAUDIA GRUBEŠIĆ, IVONA LEVAK, DAVORKA
HACKENBERGER KUTUZOVIĆ

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Biology, Cara Hadrijana 8/A,
Osijek, Croatia

Corresponding author: barbara.stenc@biologija.unios.hr

Abstract

Spačva is the largest continuous lowland pedunculate oak forest complex (*Quercus robur*) in Croatia and one of the largest in Europe, located in the southeastern part of Slavonia. In addition to its economic importance, this highly valuable ecosystem plays a key role in preserving natural forest habitats, biodiversity, and soil functionality. The forest soils of Spačva are rich in organic matter and humus, especially in older forest stands, providing ideal conditions for the development of soil mesofauna — a diverse group of invertebrates that play a crucial role in organic matter decomposition, nutrient cycling, and maintaining soil structure. Their presence and diversity are often used as indicators of soil health and biological activity. The aim of this study was to examine how the age of forest stands in Spačva influences the composition and abundance of soil mesofauna. For this purpose, sampling was conducted in pedunculate oak forests across seven age categories (1-140 years), with seven samples collected per age category. Invertebrates were extracted using dry Berlese extraction and identified to higher taxonomic levels. The results revealed a clear trend of increasing abundance and diversity of soil mesofauna with increasing forest age. These findings will contribute to a better understanding of the relationship between forest developmental stages and soil fauna dynamics.

Key words: mesofauna, soil, forest, *Quercus robur*

Trendovi opterećenja u Dravi i Dunavu – od pesticida do invazivnih vrsta

MARINA ŠUMANOVIĆ

Institut za vode „Josip Juraj Strossmayer“, Ulica grada Vukovara, 220, Zagreb

Dopisni autor: marina.sumanovic@institutjjs.hr

Sažetak

Vodno bogatstvo Parka prirode „Kopački rit“ snabdijeva se rijekama Dravom i Dunavom. Općenito su u rijekama Slavenskog područja prepoznatljivo primijećeni pritisci poput povišenih koncentracija hranjivih tvari, pesticida te invazivnih vrsta beskralješnjaka. Kako Institut za vode „Josip Juraj Strossmayer“ sustavno prati ekološko i kemijsko stanje mjernih postaja diljem Republike Hrvatske na godišnjoj razini te na temelju toga vrši ocjenu stanja i izrađuje Izvješće o stanju voda, svrha ovog preglednog istraživanja jest uočiti trend praćenih koncentracija spomenutih pritisaka na mjernim postajama Drave i Dunava u posljednjih pet godina. Nadalje, uvidom u trend koncentracija promatranih parametara, pokušat će se objasniti uzrok potencijalnih promjena parametara, ukazati na važnost sustavnog praćenja radi pravovremenog uvođenja mjera ublažavanja te posljedično, očuvanje prirodne baštine Kopačkog rita.

Ključne riječi: Drava, Dunav, Kopački rit, ekološko stanje voda, onečišćenje voda

Pollution trends in the Drava and Danube Rivers – from pesticides to invasive species

MARINA ŠUMANOVIĆ

Water institute Josip Juraj Strossmayer, Ulica grada Vukovara, 220, Zagreb, Croatia

Corresponding author: marina.sumanovic@institutjjs.hr

Abstract

The water resources of the Kopački rit Nature Park are supplied by the Drava and Danube rivers. In general, pressures such as increased concentrations of nutrients, pesticides and invasive invertebrate species have been observed in the rivers of the Slavonian region. As the Water Institute Josip Juraj Strossmayer systematically monitors the ecological and chemical state of measuring stations throughout the Republic of Croatia on an annual basis and, based on this, assesses the state and prepares a Report on the State of Waters, the purpose of this overview research is to observe the trend in the monitored concentrations of the aforementioned pressures at the measuring stations of the Drava and Danube in the last five years. Furthermore, by looking at the trend in the concentrations of the observed parameters, an attempt will be made to explain the cause of potential changes in the parameters, to point out the importance of systematic monitoring for the purpose of timely introduction of mitigation measures and, consequently, the preservation of the natural heritage of Kopački rit.

Key words: Drava, Danube, Kopački rit, ecological condition, water pollution

Empatija i ekologija kroz personifikaciju životinja

ANITA TOT*

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet za odgojne i obrazovne znanosti,
Cara Hadrijana 10, Osijek (*doktorand poslijediplomskog studija Obrazovne znanosti i
perspektive obrazovanja)

Dopisni autor: aniiatatot@gmail.com

Sažetak

Empatija i ekološka svijest oblikuju se u najranijem djetinjstvu, a personifikacija životinja pokazuje se kao snažan pedagoški alat u tom procesu. Kada životinja „progovori“ kroz priču, dijete ju doživljava kao živo biće s osjećajima, što otvara prostor za razvoj suosjećanja, moralnih vrijednosti i osjećaja odgovornosti prema živome svijetu. Radionica „Kad roda progovori - priča močvare i neba“, koju vodi odgojitelj, pokazuje kako se kroz kombinaciju priče, zvuka, igre i simboličkih aktivnosti gradi snažno iskustvo empatije i zajedništva. Djeca kroz zamišljene oči rode prepoznaju što prirodu čuva, a što ugrožava, oblikuju vlastite poruke brige i prenose ih u simbolično zajedničko „krilo saveza“. Takvo iskustvo ne ostaje samo na razini igre, već potiče djecu na razvijanje dublje povezanost i osjećaja pripadnosti. Dok su priče i slikovnice tradicionalno bile glavni pedagoški alat, u novije vrijeme one se nadopunjuju i digitalnim narativima, koji interaktivnim pristupom, u kojem životinje „govore“ vlastitim glasom, mogu dodatno produbiti dječji doživljaj i osnažiti ekološku svijest. Personifikacija životinja tako ostaje moćan način na koji djeca svijet dožive srcem i razviju trajnu brigu za njegovo očuvanje.

Ključne riječi: ekološka svijest, empatija, održivost, personifikacija životinja, predškolski odgoj

Empathy and ecology through the personification of animals

ANITA TOT*

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Education, Cara Hadrijana 10, Osijek, Croatia (*Doctoral student of the Postgraduate programme Educational Sciences and Perspectives of Education)

Corresponding author: aniiatatot@gmail.com

Abstract

Empathy and ecological awareness are formed in early childhood, and animal personification proves to be a powerful pedagogical tool in this process. When an animal "speaks" through a story, the child experiences it as a living being with feelings, which opens up space for the development of compassion, moral values, and a sense of responsibility towards the living world. The workshop "When the Stork Speaks - A Story of the Swamp and the Sky", led by an educator, shows how a combination of story, sound, play, and symbolic activities builds a strong experience of empathy and togetherness. Through the stork's imaginary eyes, children recognize what protects nature and what threatens it, form their own messages of concern, and convey them to a symbolic common "wing of alliance". Such an experience does not remain only at the level of play, but encourages children to develop a deeper connection and sense of belonging. While stories and picture books have traditionally been the main pedagogical tool, in recent times they have been supplemented with digital narratives, which with an interactive approach, in which animals "speak" with their own voice, can further deepen the children's experience and strengthen ecological awareness. Animal personification thus remains a powerful way for children to experience the world with their hearts and develop a lasting concern for its preservation.

Key words: ecological awareness, empathy, sustainability, animal personification, preschool education

Razvoj STEM vještina kroz terensku nastavu u Kopačkom ritu

ANITA TOT*, IRENA KIŠMARTIN, KREŠIMIR VIDAČIĆ*

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet za odgojne i obrazovne znanosti,
Cara Hadrijana 10, Osijek (*doktorand poslijediplomskog studija Obrazovne znanosti i
perspektive obrazovanja)

Dopisni autor: kvidacic@foozos.hr

Sažetak

STEM se često poistovjećuje samo s robotikom i informatikom, ali zapravo je puno više od toga. Uključuje prirodne znanosti, matematiku, tehnologiju i inženjerstvo, povezujući ih sa svakodnevnim životom. Njegova svrha nije gomilanje informacija koje učenici brzo zaborave, nego mu je bit u znatiželji, kreativnosti i kritičkom promišljanju. Umjesto pasivnog usvajanja činjenica iz udžbenika, učenici promatraju, eksperimentiraju i vlastitim iskustvom dolaze do zaključaka, čime teoriju prirodno povezuju s praksom. Park prirode "Kopački rit" pruža jedinstvene mogućnosti za ovakav oblik nastave. Učenici mogu istraživati bogat biljni i životinjski svijet, mjeriti kvalitetu vode i zraka, pratiti promjene u ekosustavu te bilježiti podatke koje kasnije obrađuju matematičkim metodama i grafikonima. Tehnologija se uključuje kroz digitalne alate za prepoznavanje ptica i biljaka ili GPS mapiranje ruta, dok inženjerski pristup dolazi do izražaja u izradi jednostavnih instrumenata poput kompasa ili vjetrokaza. Na taj način STEM pristup u Kopačkom ritu postaje interdisciplinaran, a djeca uče prepoznavati veze između različitih znanja. Pedagoška vrijednost ovakvog učenja posebno je značajna za osnovnoškolce: uz to što u prirodi uče kroz neposredno iskustvo, razvijaju kritičko mišljenje i radoznalost, uče i socijalne vještine poput suradnje, komunikacije i odgovornosti. Takav način rada motivira ih na aktivno sudjelovanje i daje osjećaj da ono što se uči u školi ima smisla i primjenu u stvarnom životu. Kopački rit tako postaje učionica na otvorenom u kojoj se učenje pretvara u iskustvo. Cilj ovoga rada je ukazati na važnost Kopačkog rita za provedbu STEM nastave izvan učionice, s naglaskom na to kako učenici osnovnih škola kroz istraživanje i praktičan rad mogu razvijati vještine ključne za budućnost.

Ključne riječi: iskustveno učenje, Kopački rit, osnovna škola, STEM, terenska nastava

Development of STEM skills through fieldwork in Kopački rit

ANITA TOT*, IRENA KIŠMARTIN, KREŠIMIR VIDAČIĆ*

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Education, Cara Hadrijana 10, Osijek, Croatia (*Doctoral student of the Postgraduate programme Educational Sciences and Perspectives of Education)

Corresponding author: kvidacic@foozos.hr

Abstract

STEM is often equated only with robotics and computer science, but it is actually much more than that. It includes natural sciences, mathematics, technology, and engineering, connecting them with everyday life. Its purpose is not the accumulation of information that students quickly forget, but rather curiosity, creativity, and critical thinking. Instead of passive absorption of facts from textbooks, students observe, experiment, and draw conclusions from their own experiences, thereby naturally linking theory with practice. Kopački Rit Nature Park provides unique opportunities for this form of teaching. Students can explore the rich plant and animal world, measure water and air quality, monitor changes in the ecosystem, and record data which they later process using mathematical methods and graphs. Technology is involved through digital tools for bird and plant recognition or GPS mapping of routes, while the engineering approach is expressed in the creation of simple instruments such as compasses or wind vanes. In this way, the STEM approach in Kopački Rit becomes interdisciplinary, and children learn to recognize the connections between different areas of knowledge. The pedagogical value of such learning is especially significant for elementary school students: besides learning through direct experience in nature, they develop critical thinking and curiosity, as well as social skills like cooperation, communication, and responsibility. This way of working motivates them to participate actively and makes them feel that what they learn in school is meaningful and applicable to real life. Kopački Rit thus becomes an open-air classroom where learning turns into experience. The aim of this paper is to highlight the importance of Kopački Rit for the implementation of STEM teaching outside the classroom, with an emphasis on how elementary school students can develop skills crucial for the future through research and practical work.

Key words: experiential learning, Kopački rit, elementary school, STEM, fieldwork

MOSQUITOLAB – Uspostava Centra za kontrolu komaraca, prekograničnih integriranih protokola i suradnje u borbi protiv najeze komaraca uzrokovane klimatskim promjenama u pograničnom području Hrvatske i Mađarske

**NATAŠA TURIĆ^{1,2}, IVAN DAMJANOVIĆ¹, IVAN MIHIĆ¹, HRVOJE BEKINA¹,
IVAN KURTEK¹, RENATA BULJAN SOLDIĆ¹, DAVORKA ŠALAVARDA¹**

¹ Nastavni zavod za javno zdravstvo Osječko-baranjske županije, Drinska 8, Osijek

² Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Cara Hadrijana 8/A, Osijek

Dopisni autor: zz-projekti@zzjzjosijek.hr

Sažetak

Projekt MOSQUITOLAB strateška je inicijativa Osječko-baranjske županije, koju vodi Nastavni zavod za javno zdravstvo Osječko-baranjske županije, uz sufinanciranje iz programa Interreg Hrvatska-Mađarska. Partneri na projektu su Sveučilište u Pečuhu i javno komunalno poduzeće BLOKOM iz Pečuha. S ukupnom vrijednošću od 6,124.758,74 EUR, razdoblje provedbe projekta je 4 godine, s ciljem uspostave Centra za kontrolu komaraca u Osijeku i specijaliziranog laboratorija u Pečuhu. Glavni cilj projekta je razvoj i primjena sveobuhvatnih, sustavnih i ekološki prihvatljivih rješenja za učinkovitu kontrolu populacija komaraca, posebice invazivnih vrsta koje prenose bolesti. Ova rješenja doprinijet će poboljšanju zdravlja i kvalitete života stanovnika u prekograničnom području Hrvatske i Mađarske. Centar u Osijeku bit će ključna institucija za upravljanje sustavom kontrole komaraca, pružajući podršku jedinicama lokalne samouprave kroz niz aktivnosti. Aktivnosti Centra uključuju detaljan monitoring komaraca u ličinačkom i odraslom stadiju, izradu preporuka za tretmane suzbijanja, procjenu učinkovitosti tih tretmana te provođenje bioloških, ekoloških i genetskih istraživanja. Poseban naglasak stavlja se na razvoj i primjenu tehnike sterilnih mužjaka (Sterile Insect Technique – SIT), koja uključuje masovni uzgoj sterilnih invazivnih mužjaka komaraca kako bi se smanjila njihova populacija u prirodi. Također, projekt obuhvaća testiranje komaraca na patogene, izradu procjena rizika za bolesti koje prenose, zdravstveni odgoj stanovništva putem edukativnih radionica te koordinaciju i savjetovanje lokalnih i regionalnih vlasti o mjerama kontrole. Kao dio projekta, Nastavni zavod za javno zdravstvo razvit će inovativno softversko rješenje – aplikaciju dostupnu na PC, iOS i Android platformama – koja

će omogućiti predikciju dinamike rasta populacija komaraca na temelju faktora poput vodostaja, reljefa i podloge. Ova aplikacija pomoći će u prepoznavanju područja s visokom koncentracijom komaraca, čime će se olakšati ciljane mjere suzbijanja. Dugoročna održivost projekta osigurava se uspostavom SIT metode kao standarda za kontrolu komaraca, uz razvoj protokola za kartiranje, praćenje populacija i biološke tretmane. Ove mjere osiguravaju učinkovitu kontrolu invazivnih vrsta komaraca, koje su značajni prijenosnici zaraznih bolesti, čime se doprinosi zdravlju ljudi i sigurnosti zajednice u prekograničnom području.

Ključne riječi: MOSQUITOLAB, invazivne vrste komaraca, kontrola populacija, prenošenje zaraza

MOSQUITOLAB – Establishing Center for Mosquito Control (CMC), cross-border integrated protocols and cooperation to fight climate change induced mosquito infestation in the Croatia-Hungary border area

**NATAŠA TURIĆ^{1,2}, IVAN DAMJANOVIĆ¹, IVAN MIHIĆ¹, HRVOJE BEKINA¹,
IVAN KURTEK¹, RENATA BULJAN SOLDIĆ¹, DAVORKA ŠALAVARDA¹**

¹ Teaching institute of Public Health for the Osijek-Baranja County, Drinska 8, Osijek, Croatia

² Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Biology, Cara Hadrijana 8/A, Osijek, Croatia

Corresponding author: zz-projekti@zzjzjosijek.hr

Abstract

The MOSQUITOLAB project is a strategic initiative of Osijek-Baranja County, led by the Institute of Public Health for the Osijek-Baranja County, co-financed through the Interreg Croatia-Hungary Programme. Project partners include the University of Pécs and BLOKOM, a

public utility company from Pécs. With a total value of 6,124,758.74 EUR, project implementation period will be four years, aiming to establish a Mosquito Control Centre in Osijek and a specialized laboratory in Pécs. The primary goal of the project is to develop and

implement comprehensive, systematic, and environmentally friendly solutions for the effective control of mosquito populations, particularly invasive mosquito species that transmit diseases. These solutions will contribute to improving the health and quality of life of residents in the cross-border region of Croatia and Hungary. The Centre in Osijek will serve as a key Institution for managing the mosquito control system, providing support to local and regional government units through various activities and guidelines. The Centre's activities include detailed monitoring of invasive mosquito species in their larval and adult stages, issuing recommendations for suppression treatments, evaluating the effectiveness of these treatments, and conducting biological, ecological, and genetic research. A particular emphasis is placed on developing and applying the Sterile Insect Technique (SIT), which involves the mass rearing of sterile invasive male mosquitoes to reduce their population in the area. Additionally, the project encompasses testing mosquitoes for pathogens, assessing risks for diseases they transmit, public health education through workshops, and coordinating and advising local and regional authorities on control measures. As part of the project,

the Institute of Public Health in Osijek will develop an innovative software solution – an application available on PC, iOS, and Android platforms—that will enable the prediction of mosquito population growth dynamics based on factors such as water levels, terrain, and soil conditions. This application will help identify areas with high mosquito concentrations, facilitating targeted suppression measures. The long-term sustainability of the project is ensured through the establishment of the SIT method as a standard for mosquito control, supported by protocols for mapping, mosquito population monitoring, and biological treatments. These measures ensure effective control of invasive mosquito species, which are significant vectors of infectious diseases, thereby contributing to human health and community safety in the cross-border region.

Key words: MOSQUITOLAB, invasive mosquito species, population control, transmitting diseases

Spirodela polyrhiza test inhibicije rasta – procjena toksičnosti pojedinačnih bisfenola i smjese četiri bisfenola

MARTINA VARGA, GABRIJEL MIRKOVIĆ, TOMISLAV HORVAT, ANJA
MELNJAK, SELMA MLINARIĆ, TIHANA MILOLOŽA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Cara Hadrijana 8/A,
Osijek

Dopisni autor: martina.varga@biologija.unios.hr

Sažetak

Analozi bisfenola, kao što su BPS, BPF i BPAF, sve se više koriste kao zamjene za bisfenol A što izaziva zabrinutost zbog njihove okolišne sigurnosti. U ovoj smo studiji odredili potencijal inhibicije rasta četiri bisfenola (BPA, BPS, BPF, BPAF) koristeći *Spirodela polyrhiza* kao model u standardnom testu inhibicije rasta (OECD *Lemna* sp. test inhibicije rasta, 2006.). Izlaganja pojedinačnim spojevima (0–50 mg/L) pokazala su inhibiciju prirasta broja biljaka i akumulacije svježe mase ovisno o primijenjenoj koncentraciji, što je omogućilo određivanje vrijednosti IC_{50} , IC_{10} , IC_{25} i IC_{50} za svaki bisfenol. Paralelno su provedena i izlaganja smjesama bisfenola na dvije razine koncentracije: okolišno relevantnoj (*eng. environmentally relevant conc.*, ERC, 0,3125 mg/L svakog bisfenola) i scenariju najgoreg slučaja (*eng. worst case scenario*, WCS, 6,25 mg/L svakog bisfenola). Pri ERC-u rast biljaka bio je značajno veći u usporedbi s kontrolom, dok je WCS rezultirao izraženom inhibicijom rasta. Iako stimulacija rasta naizgled nije negativan učinak, ona može narušiti dinamiku ekosustava povećanjem kompetitivnosti *S. polyrhiza* za hranjive tvari i prostor, što potencijalno može potisnuti druge plutajuće ili submerzne vrste. Ovi rezultati pokazuju da smjese bisfenola u niskim okolišnim razinama možda neće izravno narušiti rast vodene leće, ali ipak mogu poremetiti zajednice vodenih makrofita, dok više koncentracije predstavljaju jasan ekotoksikološki rizik. Studija potvrđuje *S. polyrhiza* kao osjetljivu modelnu vrstu i naglašava potrebu procjene učinaka i pojedinačnih spojeva i njihovih smjesa radi boljeg razumijevanja procjene okolišnog rizika bisfenola.

Ključne riječi: ekotoksikologija, bisfenoli, toksičnost, inhibicija rasta, *Spirodela polyrhiza*

Spirodela polyrhiza growth inhibition test - single and mixture toxicity evaluation of four bisphenols

MARTINA VARGA, GABRIJEL MIRKOVIĆ, TOMISLAV HORVAT, ANJA
MELNJAK, SELMA MLINARIĆ, TIHANA MILOLOŽA

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Biology, Cara Hadrijana 8/A,
Osijek, Croatia

Corresponding author: martina.varga@biologija.unios.hr

Abstract

Bisphenol analogues such as BPS, BPF and BPAF are increasingly used as substitutes for bisphenol A, raising concerns about their environmental safety. In this study, we assessed the growth inhibition potential of four bisphenols (BPA, BPS, BPF, BPAF) using *Spirodela polyrhiza* as a model in standard growth inhibition test (OECD *Lemna* sp. growth inhibition test, 2006). Single-compound exposures (0–50 mg/L) revealed concentration-dependent reductions in frond number growth rate as well as fresh biomass accumulation, allowing the determination of IC_{50} , IC_{10} , IC_{25} and IC_{50} values for each bisphenol. In parallel, mixture exposures were conducted at two concentrations: environmentally relevant (ERC, 0.3125 mg/L of each bisphenol) and worst-case scenario (WCS, 6.25 mg/L of each bisphenol). At ERC, plant growth was significantly stimulated compared to the control, whereas WCS resulted in pronounced growth inhibition. Although growth stimulation may not appear as a negative effect, it could alter ecosystem dynamics by enhancing *S. polyrhiza* competitiveness for nutrients and space, potentially suppressing other floating or submerged species. These results demonstrate that while low environmental levels of bisphenol mixtures may not directly impair duckweed growth, they could still disrupt aquatic plant communities, whereas higher exposures pose a clear ecotoxicological risk. This study confirms *S. polyrhiza* as a sensitive model species and emphasizes the need to evaluate both single-compound and mixture effects to better understand environmental risk assessment of bisphenols.

Key words: ecotoxicology, bisphenols, toxicity, growth inhibition, *Spirodala polyrhiza*

Sprječavanje stradavanja ptica na visokonaponskim i srednje naponskim dalekovodima u projektu LIFE Danube Free Sky

MARIJA VEREŠ¹, MARIN ŠKORO¹, VLATKO ROŽAC¹, KRISTINA ROMANJEK¹, SONJA KUČERA¹, BORIS BOLŠEC¹, IVANČICA JURČEVIĆ-AGIĆ¹, HRVOJE DOMAZETOVIĆ¹, VATROSLAV ŠKRNJUG¹, DAMIR OPAČIĆ¹, ANĐELKO MARTINČEVIĆ¹, ŠANDOR KOVAČ¹, IVO BAŠIĆ¹, MATEJ MARUŠIĆ²

¹ Javna ustanova „Park prirode Kopački rit“, Mali Sakadaš 1, Kopačevo, Bilje

² DANUBEPARKS - Mreža zaštićenih područja na rijeci Dunav, Orth Schloss, Orth an der Donau, Austrija

Dopisni autor: marija.veres@pp-kopacki-rit.hr

Sažetak

Kolizija i elektrokcija predstavljaju jedan od najčešćih uzroka ugroženosti populacije ptica u svijetu popisanih u Crvenim listama pojedinih država te prema EU Direktivi o pticama. Do kolizije dolazi sudaranjem ptice u letu sa žicama dalekovoda, uslijed smanjene vidljivosti tijekom nepovoljnih vremenskih uvjeta, a najčešće u zoru ili u sumrak. Do elektrokcije dolazi ukoliko ptica koja stoji na stupu ili na žicama dalekovoda zatvori strujni krug. Najugroženije su ptice selice koje su aktivne danju. Posljedice ovakvih stradavanja su teške ozljede koje rezultiraju smrću jedinke. Istraživanje stradavanja ptica provedeno je na LIFE Danube Free Sky projektnom području koji se nalazi unutar područja ekološke mreže Natura 2000 u Hrvatskoj POP HR1000016 Podunavlje i donje Podravlje, te obuhvaća Park prirode „Kopački rit“ i okolicu. Istraživanje je provedeno u periodu od ožujka 2021. do travnja 2024. prema protokolu razvijenom u projektu. Tijekom preliminarnog istraživanja, pronađene su 2 lešine gavrana (*Corvus corax*) na 35 kV dalekovodima i 1 nalaz perja na 110 kV dalekovodu. Lešine su uklonjene s transekata i ovi podaci nisu korišteni u daljnjoj obradi rezultata. Tijekom monitoringa nultog stanja evidentirano je ukupno 37 lešina ptica, 19 na 35 kV dalekovodu te 18 na 110 kV dalekovodu. Od toga je na 35 kV dalekovodu evidentiran 1 slučaj elektrokcije, 9 slučajeva kolizije i 9 nepoznatih uzroka smrti. Na 110 kV dalekovodu evidentirano je 6 slučajeva kolizije i 12 nepoznatih uzroka smrti. Nakon primjene zaštitnih mjera u obliku postavljanja mehaničkih naprava za odvrćanje ptica, divertera, tijekom monitoringa učinkovitosti evidentirano je ukupno 37 lešina ptica, 15 na 35 kV dalekovodu te 22 na 110 kV dalekovodu. Od toga je na 35 kV dalekovodu evidentirano 5 slučajeva kolizije i 10 nepoznatih uzroka smrti. Na 110 kV dalekovodu evidentirano je 9 slučajeva kolizije i 13

nepoznatih uzroka smrti. Monitoringom nultog stanja ukupno je utvrđeno 15 slučajeva kolizije dok je monitoringom učinkovitosti zaštitnih mjera evidentirano 11 slučajeva. Prema rezultatima, procjena učinkovitosti primjene mjera zaštite u obliku postavljenih divertera iznosi 26,66 %.

Ključne riječi: LIFE Danube Free Sky, kolizija, elektrokucija, Kopački rit, ptice, diverteri

Preventing bird casualties on high- and medium powerlines in the LIFE Danube Free Sky project

MARIJA VEREŠ¹, MARIN ŠKORO¹, VLATKO ROŽAC¹, KRISTINA ROMANJEK¹, SONJA KUČERA¹, BORIS BOLŠEC¹, IVANČICA JURČEVIĆ-AGIĆ¹, HRVOJE DOMAZETOVIĆ¹, VATROSLAV ŠKRNJUG¹, DAMIR OPAČIĆ¹, ANĐELKO MARTINČEVIĆ¹, ŠANDOR KOVAČ¹, IVO BAŠIĆ¹, MATEJ MARUŠIĆ²

¹ Public Institution Nature Park Kopački rit, Mali Sakadaš 1, Kopačevo, Bilje, Croatia

² DANUBE PARKS - Danube River Network of Protected Areas, Orth Schloss, Orth an der Donau, Austria

Corresponding author: marija.veres@pp-kopacki-rit.hr

Abstract

Collision and electrocution are among the most common threats for bird populations in the world listed in the Red Lists of individual countries and according to the EU Birds Directive. Collisions occur when a bird in flight collides with power lines due to reduced visibility during unfavorable weather conditions, most often at dawn or dusk. Electrocution occurs if a bird standing on a pole or power line closes an electrical circuit. Migratory birds that are active during the day are at risk the most. The consequences of such injuries are serious injuries that result in the death of the individual. The research on bird casualties was conducted in the LIFE Danube Free Sky project area, which is located within the area of the ecological network Natura 2000 in Croatia SPA HR1000016 Podunavlje i donje Podravlje which includes the Kopački Rit Nature Park and its surroundings. The research was conducted from March 2021 to April 2024 according to the protocol developed in the project. During the recognition survey, 2 carcasses of ravens (*Corvus corax*) were found on the 35 kV power lines and 1 find of feathers on the 110 kV power line. The carcasses were removed from the transects and this data was not used in further result analyses. During the baseline survey, a total of 37 bird carcasses were recorded, 19 on the 35 kV power line and 18 on the 110 kV power line. Of these, 1 case of electrocution, 9 cases of collision and 9 unknown causes of death were recorded on the 35 kV power line. 6 cases of collision and 12 unknown causes of death were recorded on the 110 kV power line. After the implementation of protective measures in the form of installation of mechanical bird flight devices, diverters, a total of 37 bird carcasses were recorded during efficiency monitoring, 15 on the 35 kV power line and 22 on the 110 kV power line. Of these, 5 cases of collision and 10 unknown causes of death were recorded on the 35 kV power line. 9 cases of collision and 13 unknown causes

of death were recorded on the 110 kV power line. A total of 15 cases of collision were determined by baseline survey, while 11 cases were recorded by monitoring the effectiveness of protective measures. According to the results obtained, the assessment of the effectiveness of the implementation of protective measures in the form of installed diverters is 26.66%.

Key words: LIFE Danube Free Sky, collision, electrocution, Kopački rit, birds, diverters

Raznolikost faune trčaka (Carabidae, Coleoptera) Nacionalnog parka Đerdap i Geoparka Đerdap (istočna Srbija)

NIKOLA VESOVIĆ¹, NATAŠA STEVANOVIĆ², SREČKO ĆURČIĆ¹

¹ Univerzitet u Beogradu, Biološki fakultet, Institut za zoologiju, Studentski trg 16, Beograd, Srbija

² Javno preduzeće „Nacionalni park Đerdap“, Kralja Petra I. 14a, Donji Milanovac, Srbija

Dopisni autor: office@npdjerdap.rs

Sažetak

Fauna kornjaša (Coleoptera) Nacionalnog parka Đerdap i šireg područja Đerdapske klisure do sada nije cjelovito istraživana, što se odnosi i na trčke, pripadnike jedne od vrstama najbrojnije porodice iz razreda kukaca. Početkom 20. stoljeća Viktor Apfelbeck prvi je zabilježio 56 vrsta trčaka u ovom području, a u isto vrijeme Nedeljko Košanin navodi prisutnost dviju vrsta trčaka iz Golupca i sa Miroča. Također, Svetislav Matić je zabilježio 6 vrsta trčaka iz Golupca i okolice. Nalazi pojedinih vrsta iz istraživanog područja objavljeni su u monografijama „The Carabids of Serbia“ i „Tvrdožilci (Insecta: Coleoptera) Ramsko-golubačke peščare (istočna Srbija)“, kao i u faunističkim radovima čiji su autori Stephan von Breuning, Fritz Hieke, Dragan Pavićević, Ivo Toševski, Guido Nonveiller, Božidar Drovenik i drugi. Najopsežnija istraživanja raznolikosti trčaka Nacionalnog parka Đerdap provedena su u okviru tri projekta koje su financirali Rufford Foundation i Javno preduzeće „Nacionalni park Đerdap“. Faunu trčaka Đerdapa istraživali smo tijekom 2017., 2018., 2022., 2023. i 2024. godine na 42 lokaliteta (25 u Nacionalnom parku Đerdap, 17 u Geoparku Đerdap). Uzorkovanje trčaka na terenu urađeno je prikupljanjem ručnom metodom (pretragom ispod kamenja, trulih panjeva i debala, u stelji, ispod mahovine, kore drveta i sl.) i korištenjem Barberovih klopki s 9 % otopinom octa kao atraktantom, koje su ukopavane u podlogu, kontrolirane i praznjene navaka 2-3 tjedna (osim u špiljama, gdje su ostavljene nekoliko mjeseci). Kao kruna istraživanja raznolikosti faune trčaka Nacionalnog parka Đerdap i Geoparka Đerdap nedavno je objavljena monografija pod nazivom „Trčuljci (Carabidae: Coleoptera) Nacionalnog parka Đerdap“. U njoj je zabilježeno ukupno 238 vrsta i 94 podvrste trčaka, svrstanih u 111 podrodova, 73 roda, 32 pottribusa, 26 tribusa i 10 potporodica. Najvećim brojem vrsta se odlikuju potporodice: Harpalinae (161 vrsta), Trechinae (39) i Carabinae (14), dok su dominantni tribusi: Harpalini (58 vrsta), Bembidiini (33), Pterostichini (22), Zabrinini (21) i Platynini (18). Uočena je i izražena raznolikost rodova: *Harpalus* (30 vrsta), *Bembidion* (25), *Amara* (20), *Pterostichus* (14), *Agonum* (12), *Carabus* (11) i *Ophonus* (10) u području

Đerdapa, dok se ostali rodovi odlikuju manjom raznolikošću. U monografiji su po prvi put objavljeni podaci o prisutnosti vrsta *Ditomus calydonius* i *Parophonus hirsutulus* na teritoriju Srbije. Zaključno, raznolikost trčaka je velika s obzirom na zastupljenost raznolikih staništa koja ovi kukci naseljavaju.

Ključne riječi: bioraznolikost, fauna, kornjaši, tlo, zaštićeno područje, Balkan

The diversity of ground beetles (Carabidae, Coleoptera) fauna of the Đerdap National Park and the Đerdap Geopark (eastern Serbia)

NIKOLA VESOVIĆ¹, NATAŠA STEVANOVIĆ², SREČKO ĆURČIĆ¹

¹ University of Belgrade, Faculty of Biology, Institute of Zoology, Studentski Trg 16, Belgrade, Serbia

² Public Enterprise "Đerdap National Park", Kralja Petra I. 14a, Donji Milanovac, Serbia

Corresponding author: office@npdjerdap.rs

Abstract

The beetle (Coleoptera) fauna of the Đerdap National Park and the wider Đerdap Gorge has not been systematically studied, including ground beetles (carabids), one of the most species-rich family among the class of insects. The first data on ground beetles from Đerdap originated from the early 20th century, and were compiled by Viktor Apfelbeck (56 species), Nedeljko Košanin (two species from Golubac and Miroč) and Svetislav Matić (6 species from Golubac). The findings are also listed in the monographs "The Carabids of Serbia" and "The Beetles (Insecta: Coleoptera) of the Ram-Golubac Sands (Eastern Serbia)", as well as in works by Stephan von Breuning, Fritz Hieke, Dragan Pavićević, Ivo Toševski, Guido Nonveiller, Božidar Drovenik and others. The most comprehensive survey of carabid diversity in the Đerdap area was part of three projects funded by the Rufford Foundation and the Public Enterprise "Đerdap National Park". We surveyed the carabid fauna of Đerdap in 2017, 2018, 2022, 2023 and 2024 at a total of 42 sites (25 in the Đerdap National Park, 17 in the Đerdap Geopark). The carabid material in the field was collected manually (searching under stones, rotten tree stumps and trunks, in the litter, under moss, tree bark, etc.) and buried in the substrate using pitfall traps filled with 9% acetic acid solution as an attractant and checked and emptied every 2-3 weeks (except in caves, where the traps were left for several months). A monograph entitled "The Ground Beetles (Carabidae: Coleoptera) of the Đerdap National Park" was recently published as the capital achievement of the research into the diversity of ground beetles in the Đerdap National Park and the Đerdap Geopark. The study documents a total of 238 species and 94 subspecies of ground beetles, classified into 111 subgenera, 73 genera, 32 subtribes, 26 tribes and 10 subfamilies. Most species are in the subfamilies: Harpalinae (161 species), Trechinae (39) and Carabinae (14), while the richest tribes are: Harpalini (58 species), Bembidiini (33), Pterostichini (22), Zabryini (21) and Platynini (18). A pronounced diversity of the genera: *Harpalus* (30 species), *Bembidion* (25), *Amara* (20), *Pterostichus* (14), *Agonum* (12), *Carabus* (11) and *Ophonus* (10) is observed

in the Đerdap area, while the other genera are characterized by a lower diversity. This monograph provides the first records of *Ditomus calydonius* and *Parophonus hirsutulus* from Serbia. The diversity of carabids in this area is great, considering how many different habitats these insects inhabit.

Key words: biodiversity, fauna, beetles, soil, protected area, Balkans

Skrivene prirodne vrijednosti zapadnog Papuka – pogled u zajednicu beskralježnjaka kaskadnog sedrotvornog staništa *Papukkale*

**BARBARA VLAJČEVIĆ, IVANA TURKOVIĆ ČAKALIĆ, HELENA DADIĆ,
VIKTORIJA ERGOVIĆ, MIRAN KOH**

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Cara Hadrijana 8/A,
Osijek

Dopisni autor: barbara.vlaicevic@biologija.unios.hr

Sažetak

Dosadašnja limnološka istraživanja provedena na području planine Papuk bila su najvećim dijelom usmjerena na vodene sustave smještene unutar granica Parka prirode Papuk. Nedavno je na području zapadnog Papuka, izvan granica zaštićenog područja, otkriven kaskadni sedrotvorni sustav, vrlo neobičan za ovaj dio Hrvatske. S obzirom da je ovo stanište u potpunosti neistraženo, glavni cilj ovog istraživanja bio je utvrditi sastav zajednice beskralježnjaka u uzorcima sedre s ovog lokaliteta, pri čemu je naglasak stavljen na skupinu Insecta. Istraživanje je provedeno tijekom sva četiri godišnja doba, u studenom 2024. (jesen) te u veljači (zima), travnju (proljeće) i lipnju (ljetno) 2025. godine. Praćeni su i različiti abiotički i biotički čimbenici vode te je određen udio organske i anorganske tvari u sedri, kao i biomasa mahovine pričvršćene za sedru. U proljetnoj i ljetnoj sezoni zabilježena je viša temperatura vode i niža koncentracija otopljenog kisika, kao i niže koncentracije hranjivih tvari u vodi, u odnosu na jesensku i zimsku sezonu. Koncentracija klorofila *a* bila je najviša u zimu i u proljeće, a količina ukupnih suspendiranih čestica u vodi u ljetno (osim organskih čestica koje su imale nešto veću količinu u jesen). U uzorcima je od anorganskih tvari najzastupljenija bila sedra (kalcijev karbonat), dok je organska tvar bila slabo zastupljena. Mahovina je imala najveću biomasu u ljetno, nešto manju u zimu i proljeće, a znatno manju u jesen. Najveća ukupna brojnost beskralježnjaka zabilježena je u zimu, dok je najmanja zabilježena u jesen. Tijekom sve četiri sezone najveću brojnost je imala skupina Nematoda, a slijedila ju je skupina Insecta. U proljeće i ljetno značajniji udio u ukupnoj brojnosti imala je i skupina Oligochaeta. Od ostalih skupina beskralježnjaka zabilježeni su predstavnici Turbellaria, Hydrachnidia, Amphipoda, Copepoda i Collembola. Predstavnici reda Diptera su bili najzastupljeniji Insecta u sve četiri sezone, pri čemu je najveći udio u ukupnoj brojnosti imala porodica Chironomidae, a slijedile su je porodice Psychodidae (pleme Pericomini), Ceratopogonidae i Stratiomyidae (*Oxycera* sp.). Od ostalih Insecta, predstavnici Coleoptera (*Haliphus* sp.) su imali značajniji udio u brojnosti. Najzastupljeniji

predstavnici Chironomidae u jesen, proljeće i ljeto bili su Orthoclaadiinae larvula, dok je *Krenopelopia* sp. imala veliki udio u brojnosti tijekom svih sezona, a naročito u zimu, kada je zabilježena i značajnija brojnost *Thienemanniella* sp. Ovo istraživanje je prvo limnološko istraživanje provedeno na ovom području i kao takvo pruža temelj za buduća istraživanja slatkovodnih biocenoza zapadnog Papuka koja mogu znatno doprinijeti poznavanju bioraznolikosti područja i pomoći u očuvanju ovakvih sve rjeđih prirodnih ekosustava.

Ključne riječi: Nematoda, Insecta, sedra, Papuk, zaštita ekosustava

Hidden natural values of western Papuk – a look into the invertebrate community of the cascade tufa-forming habitat *Papukkale*

**BARBARA VLAJČEVIĆ, IVANA TURKOVIĆ ČAKALIĆ, HELENA DADIĆ,
VIKTORIJA ERGOVIĆ, MIRAN KOH**

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Biology, Cara Hadrijana 8/A,
Osijek, Croatia

Corresponding author: barbara.vlaicevic@biologija.unios.hr

Abstract

Previous limnological research conducted in the area of Papuk mountain has been mostly focused on aquatic systems located within the borders of the Papuk Nature Park. Recently, in the area of western Papuk, outside the protected area, a cascade tufa-forming system was discovered, very unusual for this part of Croatia. Since this habitat is completely unexplored, the main goal of this study was to determine the composition of invertebrate community in tufa samples from this site, with an emphasis on the Insecta group. The research was conducted during all four seasons, in November 2024 (autumn) and in February (winter), April (spring) and June (summer) 2025. Various abiotic and biotic water parameters were also monitored, and the proportion of organic and inorganic matter in tufa was determined, as well as the biomass of moss attached to the tufa. In spring and summer, higher water temperatures and lower dissolved oxygen concentrations were recorded, as well as lower nutrient concentrations in the water, compared to the autumn and winter. Chlorophyll *a* concentration was highest in winter and spring, and the amount of total suspended solids in water was highest in summer (except for organic particles, which had a slightly higher amount in autumn). The most represented inorganic matter in the samples was tufa (calcium carbonate), while organic matter was poorly represented. Moss had the highest biomass in summer, slightly lower in winter and spring, and significantly lower in autumn. The highest total abundance of invertebrates was recorded in winter, while the lowest was recorded in autumn. During all four seasons, Nematoda had the highest abundance, followed by Insecta. In spring and summer, Oligochaeta also had a significant share in the total abundance. Among other invertebrate groups, representatives of Turbellaria, Hydrachnidia, Amphipoda, Copepoda and Collembola have been recorded. Representatives of the order Diptera were the most abundant Insecta in all four seasons, with the family Chironomidae having the highest share in the total abundance, followed by families Psychodidae (tribe Pericomini), Ceratopogonidae and Stratiomyidae (*Oxycera* sp.). Among other

Insecta, representatives of Coleoptera (*Haliphus* sp.) had a more significant share in abundance. The most abundant representatives of Chironomidae in autumn, spring and summer were Orthocladiinae larvae, while *Krenopelopia* sp. had a high share in abundance during all seasons, and especially in winter, when a significant abundance of *Thienemanniella* sp. was also recorded. This research is the first limnological investigation conducted in this area and as such provides a foundation for future research into freshwater biocenoses of western Papuk, which can significantly contribute to the knowledge of the biodiversity of the area and help in the preservation of this increasingly endangered natural ecosystems.

Key words: Nematoda, Insecta, tufa, Papuk, ecosystem protection

Monitoring bijele rode (*Ciconia ciconia*) u Osječko-baranjskoj županiji

**ŽELJKA VREBAC¹, TOMISLAV MANDIR¹, IVANA PAVASOVIĆ¹, BARBARA
ŠTENC²**

¹ Javna ustanova Agencija za upravljanje zaštićenim prirodnim vrijednostima na području
Osječko-baranjske županije, Županijska 4/III, Osijek

² Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Cara Hadrijana 8/A,
Osijek

Dopisni autor: zeljka.vrebac@obz-zastita-prirode.hr

Sažetak

Bijela roda (*Ciconia ciconia*) jedna je od najprepoznatljivijih europskih ptica selica i strogo zaštićena vrsta u Hrvatskoj. Ona je ujedno važan bioindikator očuvanosti kulturnog krajobraza i vlažnih staništa, čije prisustvo odražava ravnotežu između tradicionalnog načina života i očuvane prirode. Sustavno praćenje bijele rode u Osječko-baranjskoj županiji provodi se u sklopu nacionalnog programa monitoringa strogo zaštićenih vrsta, a obuhvaća bilježenje brojnosti i rasprostranjenosti gnijezda, uspješnost gniježđenja te identificiranje prijetnji koje mogu utjecati na populaciju. Istraživanje u 2025. godini provedeno je tijekom svibnja i lipnja, pri čemu su djelatnici Javne ustanove proveli ukupno 10 dana na terenu te prešli više od 2.300 kilometara. Obilaskom je obuhvaćena 231 lokacija; potvrđeno je postojanje 220 gnijezda, od kojih 201 aktivno, u kojima je zabilježeno ukupno 467 mladih ptica. Analizom prikupljenih podataka utvrđeno je da je populacija bijele rode u županiji stabilna. Posebno se istaknulo područje grada Đakova, gdje je zabilježeno 15 aktivnih gnijezda, od čega 7 novih, dok su dva nova gnijezda po prvi put zabilježena i na stadionu Gradski vrt u Osijeku. Unatoč stabilnoj populaciji, monitoring je potvrdio i prisutnost prijetnji, ponajviše gniježđenja na električnim stupovima, što može dovesti do strujnih udara i požara. Kako bi se rizici smanjili, Javna ustanova u suradnji s HEP ODS provodi postavljanje metalnih nosača, koji omogućuju sigurno gniježđenje te smanjuju gubitke. Dodatno, kroz projekt „Zaštita i očuvanje bijele rode“ vlasnicima objekata na kojima se nalaze gnijezda isplaćuje se simbolična naknada. Tijekom 2025. godine naknadu je ostvarilo 47 korisnika, što motivira lokalno stanovništvo na aktivnu suradnju u zaštiti vrste. Dobiveni rezultati ukazuju na to da Osječko-baranjska županija raspolaže stabilnom i dobro očuvanom populacijom bijele rode, uz pozitivne trendove u broju aktivnih gnijezda i mladih ptica. Nastavak sustavnog praćenja, provedba mjera zaštite te uključivanje lokalne zajednice ključni su preduvjeti za dugoročno očuvanje ove karizmatične vrste, koja ostaje simbol suživota čovjeka i prirode.

Ključne riječi: bijela roda, monitoring, gniježđenje, Osječko-baranjska županija, zaštita vrste

Monitoring of the White Stork (*Ciconia ciconia*) in Osijek-Baranja County

ŽELJKA VREBAC¹, TOMISLAV MANDIR¹, IVANA PAVASOVIĆ¹, BARBARA
ŠTENC²

¹ Public Institution Agency for the Management of Protected Natural Values in Osijek-
Baranja County, Županijska 4/III, Osijek, Croatia

² Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Biology, Cara Hadrijana 8/A,
Osijek, Croatia

Corresponding author: zeljka.vrebac@obz-zastita-prirode.hr

Abstract

The White Stork (*Ciconia ciconia*) is one of the most recognizable European migratory birds and a strictly protected species in Croatia. It also represents an important bioindicator of the preservation of cultural landscapes and wetland habitats, reflecting the balance between traditional human activities and a well-conserved natural environment. Systematic monitoring of the White Stork in Osijek-Baranja County is conducted as part of the national program for strictly protected species. It includes recording the number and distribution of nests, breeding success, and identifying potential threats affecting the population. The 2025 survey was carried out in May and June, during which employees of the Public Institution spent 10 days in the field and had travelled more than 2,300 kilometers. A total of 231 sites were visited, confirming 220 nests. Of these, 201 were active, with a total of 467 chicks recorded. Data analysis revealed that the White Stork population in the county is stable. The area of Đakovo proved especially significant, with 15 active nests, including 7 newly established ones, while two new nests were recorded for the first time at the Gradski vrt Stadium in Osijek. Despite the overall stability of the population, monitoring confirmed the presence of threats, particularly nests built on electricity poles, which pose a risk of electrocution and fire. To mitigate these risks, the Public Institution, in cooperation with HEP ODS, installs metal nest platforms that ensure safe breeding and reduce losses. Additionally, through the project "Protection and Conservation of the White Stork," building owners hosting nests receive symbolic compensation. In 2025, a total of 47 beneficiaries received this compensation, which further motivates local communities to engage in species protection. The results indicate that Osijek-Baranja County sustains a stable and well-preserved White Stork population, with positive trends in the number of active nests and fledglings. Continued systematic monitoring, implementation of protective measures, and active involvement of the local community are essential for the long-term conservation of this charismatic species, which remains a symbol of coexistence between humans and nature.

Key words: White Stork, *Ciconia ciconia*, monitoring, breeding, Osijek-Baranja County, species protection, cultural landscape, wetland habitats

Utjecaj požara plastike u tvrtki Drava International d.o.o. na živi svijet Osječko- baranjske županije

LEONA VUKELIĆ, LJILJANA VIDOVIĆ

Tehnička škola i prirodoslovna gimnazija Ruđera Boškovića, Vukovarska 209, Osijek

Dopisni autor: lj.vidovic47@gmail.com

Sažetak

Dana 4. listopada 2023. godine u tvrtki Drava International d.o.o. u Osijeku izbio je požar uskladištene plastične ambalaže. Građani su u 4.51 na svoje mobilne uređaje dobili SMS sljedećeg sadržaja: „Molimo građane da zatvore prozore i ne izlaze van bez nužne potrebe zbog mogućeg štetnog djelovanja plinova uslijed požara plastike.“ Bio je to požar velikih razmjera zbog velike količine uskladištene plastike pri kojem se oslobađao gusti crni dim i dizao visoko u zrak. Naša prva pitanja bila su kako se zaštititi ali i od čega se zaštititi. Analizom geotehničkih elaborata tvornice ustanovili smo da su im glavne sirovine bile: otpadne PE folija, otpadna PET ambalaža i folija, granulati HDPE, LDPE, LLDPE, PE i PP. Istražili smo što se sve oslobađa izgaranjem ambalaže ovih sastava i utvrdili prisutnost sljedećih štetnih tvari: acetaldehid, metan, etilen, toluen, benzen, etibenzen, formaldehid, stiren, fenol, bifenil i grupa ksilena. Negativan je utjecaj nabrojanih tvari na okoliš (životinjski i biljni svijet u vodenim i kopnenim ekosustavima) i zdravlje čovjeka zbog kancerogenosti, nadraženosti dišnih organa, očiju i kože, vrtoglavice, zbunjenosti... Prikupljali smo podatke o kvaliteti zraka Nastavnog zavoda za javno zdravstvo i stacionarnih mjernih postaja DHMZ-a u Osijeku. Najvažniji čimbenik bio je smjer kretanja vjetra koji je odnosio gusti dim i komadiće izgorjene plastike u smjeru Antunovca, Ernestinova, Ivanovca, Laslova, Čepina, Vuke te prema Brodsko-posavskoj županiji. Stoga je manji dio Osječko-baranjske županije nastradao u ovom ekološkom incidentu a sam grad Osijek s najvećim brojem stanovnika, te Kopački rit, kao i ostatak Baranje bili su pošteđeni.

Ključne riječi: požar plastike, štetne tvari, Osijek, Kopački rit

Impact of the plastic fire at the Drava International Ltd. company on the living world of Osijek-Baranja County

LEONA VUKELIĆ, LJILJANA VIDOVIĆ

Technical School and Natural Science Gymnasium Ruđer Bošković, Vukovarska 209, Osijek, Croatia

Corresponding author: lj.vidovic47@gmail.com

Abstract

On October 4, 2023, a fire broke out at the company Drava International d.o.o. in Osijek, where stored plastic packaging was set ablaze. At 4:51 a.m., citizens received the following SMS message on their mobile phones: "We kindly ask citizens to close their windows and not go outside unless absolutely necessary due to the possible harmful effects of gases caused by the burning of plastics." This was a large-scale fire due to the significant amount of stored plastic, during which thick black smoke was released and rose high into the air. Our initial questions were how to protect ourselves and from what exactly. By analyzing the geotechnical reports of the factory, we established that their main raw materials were: waste PE foil, waste PET packaging and foil, HDPE, LDPE, LLDPE, PE and PP granules. We investigated what is released during the combustion of packaging with these compositions and identified the presence of the following harmful substances: acetaldehyde, methane, ethylene, toluene, benzene, ethylbenzene, formaldehyde, styrene, phenol, biphenyl, and the xylene group. These substances negatively affect the environment (animal and plant life in aquatic and terrestrial ecosystems) and human health due to carcinogenicity, irritation of the respiratory system, eyes and skin, dizziness, and confusion. We collected data on air quality from the Institute of Public Health and from stationary measuring stations of the Croatian Meteorological and Hydrological Service (DHMZ) in Osijek. The most important factor was the wind direction, which carried thick smoke and burnt plastic particles towards Antunovac, Ernestinovo, Ivanovac, Laslovo, Čepin, Vuka, and further towards Brod-Posavina County. Therefore, only a smaller part of Osijek-Baranja County was affected by this ecological incident, while the city of Osijek with the largest population, as well as Kopački Rit and the rest of Baranja, were spared.

Key words: plastic fire, harmful substances, Osijek, Kopački Rit

POKROVITELJI / AUSPICES



REPUBLIKA HRVATSKA
Ministarstvo zaštite okoliša
i zelene tranzicije



REPUBLIKA HRVATSKA
Ministarstvo
turizma i sporta



Osječko-baranjska
županija



Grad Osijek



FOND ZA ZAŠTITU OKOLIŠA I
ENERGETSKU UČINKOVITOST



**Zajedno
čuvamo okoliš**

Sufinancirano sredstvima Fonda za zaštitu
okoliša i energetske učinkovitosti

SPONZORI / SPONSORS

LibusoftCicom



VALALTA
d.o.o. Rovinj



PARTNER

HRVATSKA TURISTIČKA ZAJEDNICA

HRVATSKA
Puna života



Digitalna
verzija
zbornika