

Univerza  
v Ljubljani *Biotehniška*  
fakulteta



NACIONALNI INŠTITUT ZA BIOLOGIJO

# NATURA SLOVENIAE

Revija za terensko biologijo • Journal of Field Biology

Letnik • Volume 22

Številka • Number 2

Ljubljana  
2020

# **NATURA SLOVENIAE**

## **Revija za terensko biologijo • Journal of Field Biology**

### **Izdajata • Published jointly by**

Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani  
Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana  
Tel.: (0)1 320 30 00; Telefax: (0)1 256 57 82  
<http://www.bf.uni-lj.si>

Nacionalni inštitut za biologijo  
Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana  
Tel.: (0)59 232 700; Telefax: (0)1 2412 980  
<http://www.nib.si>

<http://www.bf.uni-lj.si/bi/NATURA-SLOVENIAE/index.php>

### **Glavni urednik • Editor in Chief**

Maja Zagmajster

### **Odgovorni urednik • Responsible Editor**

Rok Kostanjšek

### **Tehnični urednik • Technical Editor**

Jernej Polajnar

### **Uredniški odbor • Editorial Board**

Matjaž Bedjanič (Slovenia), Nicola Bressi (Italy), Janja France (Slovenia), Marijan Govedič (Slovenia), Nejc Jogan (Slovenia), Lovrenc Lipej (Slovenia), Nataša Mori (Slovenia), Toni Nikolić (Croatia), Chris Van Swaay (Netherlands), Peter Trontelj (Slovenia), Rudi Verovnik (Slovenia)

### **Naslov uredništva • Address of the Editorial Office**

NATURA SLOVENIAE, Večna pot 111, SI-1111 Ljubljana, Slovenija

Izvillečki prispevkov so zavedeni v zbirkah **ASFA, AGRIS, Biological Abstracts, Biosis Previews, COBISS** in **Zoological Records**

**ISSN: 1580-0814**

**UDK: 57/59(051)=863=20**

### **Lektorji • Language Editors**

za angleščino (for English): Henrik Ciglič  
za slovenščino (for Slovene): Henrik Ciglič

### **Oblikovanje naslovnice • Layout**

Daša Simčič akad. slikarka, Atelje T

### **Natisnjeno • Printed in**

2020

### **Tisk • Print**

Miha Košenina s.p., Brezovica pri Ljubljani

### **Naklada • Circulation**

300 izvodov/copies

### **Sofinancira • Cofinanced by**

Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS/Slovenian Research Agency

# Kazalo vsebine

## ZNANSTVENI ČLANKI / SCIENTIFIC PAPERS

- Damjan VINKO, Ali ŠALAMUN, Ana TRATNIK, Nina ERBIDA, Alja PIRNAT, Maja BAHOR, Danijel KABLAR, Peter KOGOVŠEK, Nina ŠRAMEL, Maja HOSTNIK, Nika KRELJ, Nik ŠABEDER, Nika TIVADAR, Jaka SNOJ, Matjaž BEDJANIČ: Favna kačjih pastirjev (Odonata) naravnega rezervata Ribniki v dolini Drage pri Igu (Ljubljansko barje, osrednja Slovenija). / Dragonfly fauna (Odonata) of the Ribniki v dolini Drage pri Igu Nature Reserve (Ljubljansko barje, Central Slovenia). .....5
- Matjaž BEDJANIČ, Alenka ŽUNIČ KOSI: Kobilica selka *Locusta migratoria* Linnaeus, 1758 (Orthoptera: Acrididae) – stara in nova vrsta v favni kobilic Slovenske Istre. / The migratory locust *Locusta migratoria* Linnaeus, 1758 (Orthoptera: Acrididae) – old and new species in the grasshopper fauna of Slovenian Istria. ....29
- Toni KOREN, Ivona BURIĆ, Gordana GLAVAN, Rudi VEROVNIK: The butterfly (Lepidoptera: Papilionoidea) diversity of Mt. Mosor in Dalmatia, Croatia. / Pestrost dnevnih metuljev (Lepidoptera: Papilionoidea) planine Mosor v Dalmaciji, Hrvaška. ....43

## KRATKA ZNANSTVENA VEST / SHORT COMMUNICATION

- Janko ŠET, Špela BORKO: New data on the distribution of six morphologically cryptic species of *Niphargus stygius* species complex (Amphipoda: Niphargidae) / Novi podatki o razširjenosti šestih morfološko kriptičnih vrst kompleksa *Niphargus stygius* (Amphipoda: Niphargidae). .....69

## TERENSKÉ NOTICE / FIELD NOTES

- Boris LAUŠ, Mladen ZADRAVEC, Barbara HORVATIĆ, Marko BRAČIĆ, Toni KOREN: *Capnodis porosa* (Klug, 1829) (Coleoptera: Buprestidae) – new species for the beetle fauna of Croatia. / *Capnodis porosa* (Klug, 1829) (Coleoptera: Buprestidae) – nova vrsta za favno hroščev Hrvaške. ....79
- Katja KONC: Contribution to the knowledge on distribution of Horvath's rock lizard *Iberolacerta horvathi* (Méhely, 1904) in Slovenia, new records from Pokljuka. / Prispevek k poznavanju razširjenosti Horvatove kuščarice *Iberolacerta horvathi* (Méhely, 1904) v Sloveniji, novi podatki za Pokljuko. ....83
- Jan GOJZNIKAR, Tim ZAVERŠEK, Anja BOLČINA: Observations made at three church bat (Chiroptera) roosts in central Slovenia. / Opažanja s treh cerkvenih zatočišč netopirjev (Chiroptera) v osrednji Sloveniji. ....85



# Favna kačjih pastirjev (Odonata) naravnega rezervata Ribniki v dolini Drage pri Igu (Ljubljansko barje, osrednja Slovenija)

Damjan VINKO<sup>1\*</sup>, Ali ŠALAMUN<sup>1,2</sup>, Ana TRATNIK<sup>1</sup>, Nina ERBIDA<sup>1</sup>, Alja PIRNAT<sup>1</sup>, Maja BAHOR<sup>1</sup>, Danijel KABLAR<sup>1</sup>, Peter KOGOVSĚK<sup>1</sup>, Nina ŠRAMEL<sup>1</sup>, Maja HOSTNIK<sup>1</sup>, Nika KRELJ<sup>1</sup>, Nik ŠABEDER<sup>1</sup>, Nika TIVADAR<sup>1</sup>, Jaka SNOJ<sup>1</sup>, MatjaŹ BEDJANIĆ<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Slovensko odonatološko društvo, Verovškova 56, 1000 Ljubljana, Slovenija; E-mail: nabiralnik@odonatolosko-drustvo.si

<sup>2</sup>Center za kartografijo favne in flore, Antoliĉiĉeva 1, MiklavŹ na Dravskem polju, Slovenija; E-mail: ali.salamun@ckff.si

<sup>3</sup>Nacionalni inŹtitut za biologijo, Veĉna pot 111, 1000 Ljubljana, Slovenija; E-mail: matjaz.bedjanic@nib.si

\*E-mail: damjan.vinko@gmail.com

**Izvieĉek.** Na podlagi terenskega dela v letih 2018–2020 ter starejših neobjavljenih podatkov avtorjev in literature predstavljamo favno kaĉjih pastirjev naravnega rezervata Ribniki v dolini Drage pri Igu na jugovzhodnem obrobju Ljubljanskega barja. Doslej je bilo na obravnavanem obmoĉju popisanih 49 od 72 vrst kaĉjih pastirjev, znanih v Sloveniji. Med njimi je 17 vrst ogroŹenih, 5 zavarovanih, 2 sta uvrŹeni na dodatka Direktive o habitatih. Analiza podatkov je pokazala, da je 15 vrst na obmoĉju redkih. TukajŹnjoo favno kaĉjih pastirjev primerjamo z odonatno favno ŹirŹeŹega obmoĉja in za celotno Ljubljansko barje podajamo seznam 51 vrst kaĉjih pastirjev, od katerih jih je bilo 7 najdenih le na obmoĉju Drage pri Igu. Naravovarstveni vidik predstavljamo s poudarkom na vrstah z dodatkov Direktive o habitatih, in sicer na dristaviĉnem spreletavcu (*Leucorrhinia pectoralis*), ki se drugje v osrednji Sloveniji recentno ne pojavlja, in velikem studenĉarju (*Cordulegaster heros*), hkrati pa podajamo priporoĉila za upravljanje z naravnim rezervatom. Navedeni so glavni dejavniki ogroŹanja favne kaĉjih pastirjev na obmoĉju, poudarjena je tudi potreba po spremljanju stanja ogroŹenih vrst ter nadaljnjih raziskav. Za varstvo odonatne favne tega dela Slovenije je v naravnem rezervatu nujna uvedba prilagojenega in ohranjanju narave podrejenega ekstenzivnega gospodarjenja moĉvirnih in vodnih povrŹin.

Key words: razŹirjenost, ogroŹenost, *Leucorrhinia pectoralis*, dristaviĉni spreletavec, Direktiva o habitatih, upravljanje habitatov

**Abstract. Dragonfly fauna (Odonata) of the Ribniki v dolini Drage pri Igu Nature Reserve (Ljubljansko barje, Central Slovenia)** – The current knowledge of the odonate fauna in the Ribniki v dolini Drage pri Igu Nature Reserve at the south-eastern outskirts of Ljubljansko barje is summarized, based on studies carried out in the 2018–2020 period and on older unpublished data of the authors and literature. Of the 72 species of Odonata known for Slovenia, 49 have been listed so far in the study area. Of these, 17 species are endangered, 5 protected and 2 listed in the appendices to the Habitats Directive, while 15 species are rare in the area. The local odonate fauna is compared with the odonate fauna of the wider area, with a list of 51 odonate species provided for the entire Ljubljansko barje, of which 7 have so far been found only in the area of Draga pri Igu. Nature conservation aspect is discussed with an emphasis on the species from the appendices of the Habitat Directive, the yellow-spotted whiteface (*Leucorrhinia pectoralis*), which has recently not been recorded elsewhere in central Slovenia, and the Balkan goldenring (*Cordulegaster heros*). Furthermore, we provide recommendations for further management of the nature reserve. The main threat factors affecting the odonate fauna in the area are listed and the need for monitoring the threatened species and further research is highlighted. To protect the odonate fauna in this part of Slovenia, the introduction of adapted and to nature conservation subordinated extensive management of wetlands and fishponds in the nature reserve is implicit.

kljuĉne besede: distribution, threat status, *Leucorrhinia pectoralis*, the Habitats Directive, habitat management

## Uvod

Kačji pastirji (Insecta: Odonata) so zaradi občutljivosti na kakovost habitata in specifičnih ekoloških zahtev vrst, amfibijskega življenja in manj zahtevnega določanja učinkoviti indikatorski organizmi za ocenjevanje okoljskih sprememb in stanja habitatov (Bedjanič 1996, Corbet 1999, Bedjanič 2003). Obenem so kot taki tudi dober model za oceno potencialnih sprememb v okolju (Kotarac et al. 2000, Kalkman et al. 2010). Raznolikost favne kačjih pastirjev ni odvisna le od ekoloških dejavnikov vodnega habitata, saj poleg vodnih za preživetje potrebujejo tudi razgibane in raznolike kopenske habitate, kjer se zadržujejo in prehranjujejo odrasli osebkii (Bedjanič 2000).

Čeprav so kačji pastirji kot skupina v Sloveniji z 72 znanimi vrstami razmeroma dobro poznani, je sistematičnih favnističnih raziskav v Sloveniji zelo malo. Poznavanje aktualnega stanja v naravi pa je za njeno ohranjanje ključno. V zadnjih 20 letih je bilo načrtnih popisov večjih območij zelo malo (npr. Bedjanič 2014, Vinko 2016, Bahor 2017, Vinko & Tratnik 2018), populacijskih študij ni (primer izjem Ferletič 2007, Šalamun 2016, Erbida 2016). Kljub izginjanju ali slabšanju habitatov ogroženih vrst kačjih pastirjev (npr. Bedjanič 2016, Vinko 2016, Bedjanič 2018a, Šalamun 2019) aktivnega varstva te živalske skupine v Sloveniji praktično ni, tako kot tudi ni monitoringa, mednarodnih predpisom (Ur. l. EU 1992) navkljub.

Enako, kot velja za celo državo, je iz vidika favne kačjih pastirjev premalo raziskana tudi osrednja Slovenija, kjer je bilo doslej zabeleženih 57 vrst kačjih pastirjev (Kiauta 1961, Kotarac 1997, 1999, Kiauta 2014, Vrhovnik 2016, Vrhovnik et al. 2016, Bedjanič et al. 2017, Vinko & Tratnik 2018, Šalamun 2019).

Eno najzanimivejših območij s stališča raznolikosti kačjih pastirjev v Sloveniji je Ljubljansko barje, ki je prepredeno z gosto mrežo vodotokov in maloštevilnimi stoječimi vodami (Bedjanič 2004). Simbolizira zibelko odonatologije na Slovenskem, saj prvi objavljeni podatek o kačjih pastirjih Slovenije izhaja prav od tod (Scopoli 1763). Prvi popolnejši oris kačjih pastirjev Ljubljanskega barja podaja v začetku druge polovice 20. stoletja Kiauta (1954a, 1954b, 1961). V prvi sodobni raziskavi kačjih pastirjev Ljubljanskega barja je za celotno Ljubljansko barje navedenih 48 vrst (Pirnat 1998). Vse znane podatke za Ljubljansko barje povzemajo poldrugo desetletje kasneje Govedič et al. (2012), ki za območje navajajo 50 vrst kačjih pastirjev. Pri tem ni upoštevana revizija slovenske odonatne favne, po kateri brzičnega škratca (*Coenagrion mercuriale* (Charpentier, 1840)) v Sloveniji ni (Boudot et al. 2009, Boudot & Prentice 2015). Za rumenega porečnika (*Gomphus flavipes*) in rumenega kamenjaka (*Sympetrum flaveolum*) obstajajo le literaturni podatki za Ljubljano z okolico brez natančnejših najdišč (Kiauta 1961), zato so različni avtorji vrsti prištevali k seznamu vrst Ljubljanskega barja. Za *S. flaveolum* je kasneje Kiauta (2014) navedel točna najdišča, vsa iz mesta Ljubljane. Za *G. flavipes* pa na Ljubljanskem barju ni primernih habitatov, edini recentni podatek za Slovenijo prihaja z reke Mure (Šácha & Bedjanič 2011). Tako ugotavljamo, da je bilo za Ljubljansko barje pred to raziskavo znanih 47 vrst kačjih pastirjev.

Na Ljubljanskem barju je bilo največ vrst popisanih ob večjih stoječih vodah, kjer z izjemno bogato odonatno favno izrazito stopajo v ospredje ribniki v dolini Drage (npr. Pirnat 1998, Bedjanič 2000, Govedič et al. 2012, Vinko 2017a). Naravni rezervat Ribniki v dolini Drage pri

Igu je bil v zadnjih treh desetletjih večkrat cilj večinoma naključnih odonatoloških popisov, zato je danes vrstna pestrost dokaj dobro poznana, vendar podatki niso bili nikoli celostno urejeni in predstavljeni. Populacijskih raziskav tu ni bilo. Že objavljeni podatki izhajajo iz popisov za namen izdelave Atlasa kačjih pastirjev Slovenije (Kotarac 1997), diplomskih (Pirnat 1998, Šalamun 2016) in seminarskih nalog (Kuhelj neobj., Tratnik neobj., 2012a). Preostali objavljeni podatki so rezultat terenskih popisov članov Slovenskega odonatološkega društva (npr. Pirnat 1996, Bedjanič 1997), ki na območju pogosteje potekajo od leta 2012 dalje (npr. Tratnik 2012b, Vrhovnik 2016, Bedjanič et al. 2017, Šalamun et al. 2019), naročenih inventarizacij (Kotarac et al. 2000), dogodka BioBlitz Slovenija (Šalamun 2017), Mednarodne delavnice o določanju levov kačjih pastirjev (Vinko et al. 2017), mednarodnega srečanja odonatologov Balkana (Vinko 2017a), mednarodne odonatološke akcije zahodnega Balkana (Tratnik et al. 2020) in preglednega dela tudi na podlagi neobjavljenih podatkov (Govedič et al. 2012). Devet podatkov je vključenih iz Zbirke Prirodoslovnega muzeja Slovenije in šest iz Zoološke zbirke Oddelka za biologijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani (Pirnat 1996, CKFF 2020). Vzorci obeh zbirk so iz let 1954 in 1978, pripadajo pa devetim vrstam in so najstarejši znani podatki z obravnavanega območja (CKFF 2020). Zmotno je za Drago pri Igu naveden kovinski lesketnik (*Somatochlora metallica*) v seminarski nalogi (Tratnik neobj.), ki v nadaljnjem poročilu avtorice ni več naveden (Tratnik 2012a). Kocmur (1999) za Drago pri Igu navaja višnjevo devo (*Aeshna affinis*), a ker ima poljudni prispevek vsaj eno drugo taksonomsko napako in ker vrsta kasneje na območju ni bila zabeležena, je v tem prispevku za naravni rezervat ne upoštevamo. Do leta 2012 je bilo za območje Drage pri Igu znanih 41 vrst kačjih pastirjev.

Namen prispevka je celostno predstaviti favno kačjih pastirjev Naravnega rezervata Ribniki v dolini Drage pri Igu, jo primerjati s favno Ljubljanskega barja in osrednje Slovenije ter opozoriti na najbolj ogrožene vrste. Sistematično pridobljenih podatkov o pojavljanju in razširjenosti kačjih pastirjev na območju Ljubljanskega barja, z izjemo rezultatov tega prispevka in popisa koščičnega škratca (*Coenagrion ornatum*) na Ljubljanskem barju (Erbida 2016, Šalamun & Govedič 2019), v zadnjih 20 letih ni.

## Materiali in metode

### Opredelitev obravnavanega območja

Naravni rezervat Ribniki v dolini Drage pri Igu, s skupno površino 81 ha, leži na jugovzhodnem robu Ljubljanskega barja, južno od naselja Draga. Osrednji del rezervata pokriva sedem različno velikih pretočnih ribnikov, ki so v različnih sukcesijskih fazah zaraščanja z vodno in obrežno vegetacijo in jih napaja potok Draščica. Poleg ribnikov in potoka je tu še več manjših mokrišč. Na severozahodnem delu rezervata sta še ribnika Rakovnik (Rakovnik in Špilgut), ki sta zaradi poudarjene ribogojске rabe, predvsem preštevilsne ribje populacije ter posledično slabega stanja vodne in obrežne vegetacije, za kačje pastirje manj primerna kot ribniki v osrednjem delu rezervata.

Ribnike v dolini Drage so za namen gojenja rib in kasneje kopanja glin za tukajšnje opekarno izkopal v 18. stoletju ob takrat že obstoječem jezeru. Za tri ribnike v osrednjem delu rezervata (Prvem, Velikem, Rezanem) ter oba na njegovem severozahodnem delu (Rakovnik,

Špilgut) sta izdani vodni dovoljenji (ARSO, št. 35529-116/2009-19, 35529-32/2013-10), ki do leta 2041 oz. 2044 dovoljujeta neposredno rabo vode za ekstenzivno gojenje ciprinidnih vrst rib. Na drugih ribnikih v rezervatu je uporaba vode za posebno rabo prepovedana (Ur. l. RS 2008). Območje natančneje opisuje Gradišar (2008).

Ribniki v dolini Drage pri Igu so zavarovani v okviru Krajinskega parka Ljubljansko barje in so naravna vrednota državnega pomena ter del območja Natura 2000 Ljubljansko barje (SI3000271 in SI5000014) (Ur. l. RS 2004a, 2004b, 2008); že pred osamosvojitvijo Republike Slovenije pa so bili zavarovani kot naravna znamenitost (npr. Ur. l. RS 2002a). Z ustanovitvijo Krajinskega parka Ljubljansko barje leta 2008 je bilo območje razglašeno za naravni rezervat in eno izmed ožjih zavarovanih območij Krajinskega parka (Ur. l. RS 2008).

## Terensko delo in obdelava podatkov

Raziskava temelji na sistematičnih terenskih popisih, opravljenih v letu 2018. Popisi so potekali 13 terenskih dni med aprilom in oktobrom, ko je na posamezni terenski dan več skupin hkrati popisovalo območje naravnega rezervata. Pri izboru mest vzorčenja smo želeli čim bolj pokriti raznolikost življenjskih okolij na obravnavanem območju, saj na različnih mestih vladajo različne okoljske razmere, ki omogočajo prisotnost različnim vrstam kačjih pastirjev. Nekaj mest vzorčenja smo ciljno izbrali zaradi popisa vrst, uvrščenih na Dodatke Direktive o habitatih (Ur. l. EU 1992), ali vrst, ki so na območju veljale za redke. Vzorčna mesta smo med različnimi terenskimi dnevi ponovili. Na terenu smo zbirali podatke o pojavljanju vrst kačjih pastirjev, predvsem odraslih osebkov. Beleženje ličink ali levov je bilo naključno. Vzorčenje smo opravili z metuljnicami, opazovanjem in vodnimi mrežami. Kačje pastirje smo določali s pomočjo strokovne literature (npr. Dijkstra & Lewington 2007), ulovljene odrasle osebkove smo po določitvi nepoškodovane izpustili. Dovoljenje za delo z zavarovanimi vrstami je izdala Agencija RS za okolje (št. 35601-56/2015-5).

V prispevek so vključeni tudi starejši podatki avtorjev in podatki iz obdobja 2019–2020, ko smo avtorji na območju opravili naključne popise. Popisi zunaj leta 2018 so večinoma potekali le na posameznem ribniku, le krajši čas v dnevju, ali pa niso bili opravljeni v optimalnem vremenu za popis kačjih pastirjev.

Kjer natančnega mesta opazovanja ni bilo možno razbrati, smo kot najdišče uporabili osrednje območje rezervata ali območje ribnikov Rakovnik in smo pri analizi tovrstni najdišči upoštevali ločeno. Predstavljeno je število popisanih vrst v 5 izbranih obdobjih, glede na intenzivnost odonatološke aktivnosti, in sicer: vrstna pestrost do leta 1997, ob izdaji Atlasa kačjih pastirjev Slovenije (Kotarac 1997); v obdobjih 1998–2016 in 2019–2020, ko so na območju potekale prostovoljske aktivnosti Slovenskega odonatološkega društva in ko smo v Dragi pri Igu občasno popisovali avtorji prispevka; v letu 2017, ko so na območju potekali trije krajši, a bolj množični dogodki (Šalamun 2017, Vinko et al. 2017, Vinko 2017a); in v letu 2018, ko je potekal sistematični popis za namen te raziskave. Seznam vrst smo primerjali s preostalim delom Ljubljanskega barja in s preostalim delom osrednje Slovenije. V razpravi ločeno predstavljamo stanje poznavanja in potrebe vrst, uvrščenih na dodatke Direktive o habitatih (Ur. l. EU 1992), in potrebe po varstvu in upravljanju kačjih pastirjev Drage pri Igu ter širše.

Taksonomija sledi Boudot & Kalkman (2015), slovenska imena so povzeta po Geister (1999).



Zbrane literaturne in terenske podatke smo vnesli v podatkovno zbirko kačjih pastirjev Slovenije, ki jo v sodelovanju s Slovenskim odonatološkim društvom vzdržuje Center za kartografijo favne in flore (CKFF 2020). Dostop do teh podatkov je mogoč pri obeh organizacijah, ob rabi podatkov iz Drage pa naj se uporablja tudi sklic na ta prispevek.

## Rezultati

### Terenski popisi v letu 2018

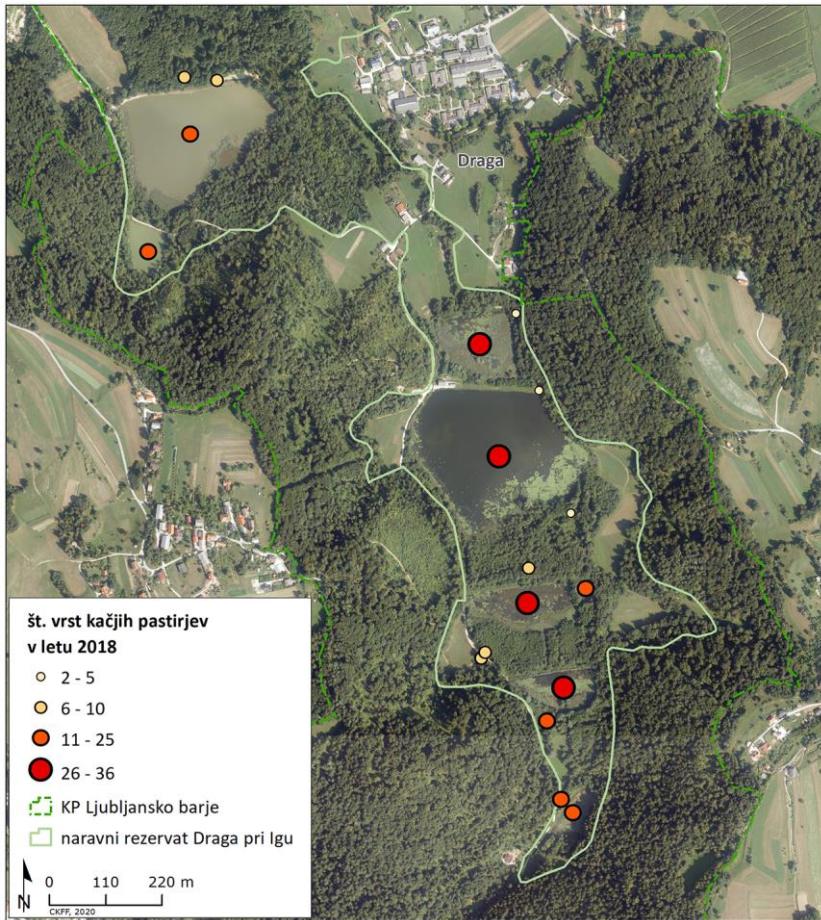
Kačje pastirje smo v letu 2018 popisali na 18 vzorčnih mestih (Sl. 1, Tab. 1) in zbrali 566 podatkov o pojavljanju 46 vrst kačjih pastirjev (Tab. 2). Zabeleženih je bilo 5024 osebkov. Sedem vrst je bilo popisanih na 10 ali več vzorčnih mestih, 16 vrst na manj kot petih (Tab. 2). Na posameznem vodnem habitatu smo ob posameznem vzorčenju popisali do 22 vrst kačjih pastirjev. Za tri predhodno znane vrste nam ni uspelo potrditi pojavljanja, eno vrsto smo popisali prvič (Tab. 2). 13 vrst je bilo številčno zelo pogostih s popisanimi več kot 90 odraslimi osebki, 20 razmeroma pogostih in 13 redkih, kjer smo zabeležili do 10 osebkov v celi terenski sezoni (Tab. 2).

### Pregled vseh zabeleženih vrst na območju

Za naravni rezervat je bilo v obdobju 1954–2020 skupaj zbranih 1695 podatkov s 26 najdišč, na katerih je bilo skupno zabeleženih 49 vrst kačjih pastirjev (Tab. 1, 2, 3).

Izmed zabeleženih vrst kačjih pastirjev je 21 vrst znanih z 10 ali več najdišč, 12 vrst pa iz manj kot petih (Tab. 2). Največjo vrstno pestrost smo ugotovili na Srednjem ribniku s popisanimi 44 vrstami (Sl. 2). Izjemno vrstno pestrost smo potrdili še na Velikem (42), Prvem (38), Rezanem (37) in Zadnjem ribniku (35). Na petem ribniku, ki leži južno ob Rezanem ribniku in s katerim je ta neposredno povezan, smo popisali 22 vrst. 26 vrst je zabeleženih na manjšem ribniku vzhodno ob Srednjem ribniku. Na posameznem od dveh severovzhodnih ribnikov (večji Rakovnik in manjši Špilgut) smo popisali po 21 vrst, skupaj na obeh in z iztokom iz večjega ribnika ter mlako ob njem pa 32 vrst kačjih pastirjev.

Najpogostejši med enakokrilimi kačjimi pastirji (Zygoptera) so modri kresničar (*Ischnura elegans*), travniški škratec (*Coenagrion puella*), sinji presličar (*Platycnemis pennipes*) in modri bleščavec (*Calopteryx virgo*), med raznokrilimi kačjimi pastirji (Anisoptera) pa veliki spremljevalec (*Anax imperator*), krvavordeči kamenjak (*Sympetrum sanguineum*), modri ploščec (*Libellula depressa*) in prodni modrač (*Orthetrum cancellatum*).



**Slika 1.** Število vrst kačjih pastirjev, popisanih v letu 2018 po posameznih vzorčnih mestih (N=18) v naravnem rezervatu Ribniki v dolini Drage pri Igu. Velikost in barva točk ponazarjata število zabeleženih vrst kačjih pastirjev na posameznem vzorčnem mestu. S svetlo zeleno je označena meja območja naravnega rezervata, s temno zeleno pa Krajinskega parka Ljubljansko barje.

**Figure 1.** Number of odonate species recorded in 2018 at each locality (N=18) in Ribniki v dolini Drage pri Igu Nature Reserve. Size and colour of dots correspond with the number of recorded species at each site. The boundary of Ribniki v dolini Drage pri Igu Nature Reserve is marked light green, the boundary of Ljubljansko barje Landscape Park dark green.

**Tabela 1.** Seznam 26 najdišč kačjih pastirjev naravnega rezervata Ribniki v dolini Drage pri Igu s številom popisanih vrst in številom zbranih podatkov v celotnem obdobju 1954–2020 in posebej le v letu 2018. Z zvezdico (\*) sta označeni območji, kjer natančnega najdišča nismo mogli določiti.

**Table 1.** List of 26 localities in Ribniki v dolini Drage pri Igu Nature Reserve with odonate records in the whole 1954–2020 period and separately only in 2018. The numbers of recorded species and records are indicated for each locality. Sites where the exact locality could not be determined are marked with \*.

Najdišče	1954–2020		2018			
	GK Y	GK X	št. vrst	št. pod.	št. vrst	št. pod.
potok Draščica 100 m J od mostu na cesti Ig–Draga	464410	90000	1	1	-	-
potok Draščica J od vasi Draga	465274	89045	2	2	-	-
ribnik Rakovnik	464816	89175	21	58	18	39
iztok iz ribnika Rakovnik	464805	89286	13	18	9	9
mlaka S ob ribniku Rakovnik	464869	89280	10	11	10	11
ribnik Špilgut	464734	88945	21	46	15	26
območje ribnikov Rakovnik*	464819	89145	11	13	-	-
Prvi (Mali) ribnik	465382	88764	38	145	31	54
iztok Prvega (Malega) ribnika	465453	88824	4	4	4	4
iztok Velikega ribnika	465498	88674	5	5	2	2
Veliki ribnik	465420	88545	42	243	30	60
vtok v Veliki ribnik	465560	88434	4	4	4	4
poplavni gozd J ob Velikem ribniku	465436	88365	6	6	-	-
Srednji ribnik	465476	88258	44	335	36	99
iztok iz Srednjega ribnika	465478	88327	6	6	6	6
potok Draščica V od Srednjega in Rezanega ribnika	465627	88172	6	10	-	-
mlaka V ob cesti med Srednjim in Rezanim ribnikom	465393	88162	9	12	8	11
mlaka Z ob cesti med Srednjim in Rezanim ribnikom	465385	88151	10	17	9	11
manjši ribnik V ob Srednjem ribniku	465589	88287	26	100	18	35
Rezani ribnik	465546	88093	37	227	28	74
iztok iz Rezanega ribnika	465514	88147	2	2	-	-
peti ribnik, J ob Rezanem ribniku	465513	88028	22	72	16	26
Zadnji ribnik	465564	87849	35	158	25	69
potok Draščica pri mostu, Z ob zadnjem ribniku	465541	87875	12	57	11	26
izvir v gozdu 100 m J od Zadnjega ribnika	465497	87733	1	2	-	-
območje ribnikov v dolini Drage pri Igu*	465439	88434	36	141	-	-

**Tabela 2.** Seznam 49 vrst kačjih pastirjev naravnega rezervata Ribniki v dolini Drage pri Igu s številom najdišč vrste in številom zbranih podatkov skupaj ter ločeno po časovnih obdobjih (glej poglavje Metode in materiali). Za leto 2018 je prikazano še število najdišč posamezne vrste.

RS (Ur. l. RS 2002b): E – ogrožena, R – redka, V – ranljiva vrsta. UZŽV (Ur. l. RS 2004c): 1 – zavarovana vrste in njihove populacije, 2 – zavarovane vrste, katerih habitat se varuje. HD: vrsti z Dodatka II in IV Direktive o habitatih (Ur. l. EU 1992). BK – vrsta z Dodatka II Bernske konvencije (Ur. l. RS 1999). [Slovenska imena vrst ter avtorji in letnice opisa vrst so podani v Tab. 3.]

**Table 2.** List of 49 odonate species recorded in Ribniki v dolini Drage pri Igu Nature Reserve in different periods (see Methods section), together with the number of gathered data for each of these periods and number of recorded data and sites for each species altogether. The number of localities from which the species was recorded in 2018 is presented separately.

RS (Red List, Ur. l. RS 2002b): E – endangered, R – rare, V – vulnerable. UZŽV (Protected species, Ur. l. RS 2004c): 1 – protected animal species and their populations, 2 – protected animal species whose habitat is protected.

HD: Annexes II and IV of the Habitats Directive (Ur. l. EU 1992) species. BK – Annex II of the Bern Convention (Ur. l. RS 1999) species. [Slovene names of the species as well as authors and years of species description are listed in Tab. 3.]

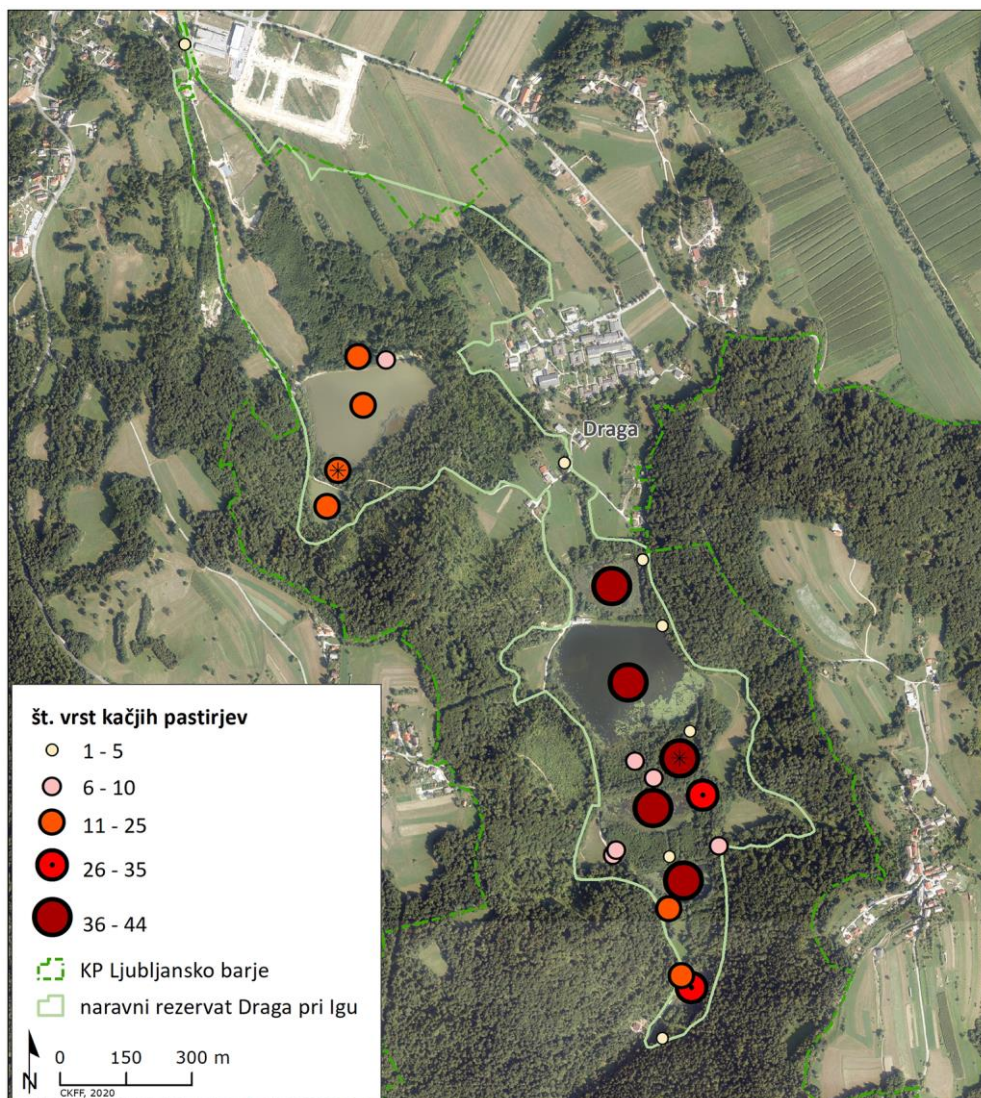
Strokovno ime vrste	Σ št. najdišč	Σ št. podatkov	< 1998	1998–2016	2017	2018	2019–2020	RS	UZŽV	HD	BK
<i>Chalcolestes viridis</i>	7	15	x	x	x	2	x				
<i>Lestes barbarus</i>	3	4	x		x	2		V			
<i>Lestes dryas</i>	2	2	x	x				E	1, 2		
<i>Lestes sponsa</i>	11	33	x	x	x	6	x				
<i>Lestes virens</i>	4	8	x	x	x	2		E	1, 2		
<i>Sympecma fusca</i>	10	58	x	x	x	4	x				
<i>Calopteryx splendens</i>	10	23		x	x	8	x				
<i>Calopteryx virgo</i>	19	72	x	x	x	15	x				
<i>Platycnemis pennipes</i>	18	105	x	x	x	14	x				
<i>Coenagrion puella</i>	20	128	x	x	x	16	x				
<i>Coenagrion pulchellum</i>	9	16	x	x		4	x	V			
<i>Coenagrion scitulum</i>	1	1		x				V			
<i>Enallagma cyathigerum</i>	11	31	x	x	x	8					
<i>Erythromma lindenii</i>	2	3		x		1		V			
<i>Erythromma najas</i>	9	74	x	x	x	8	x				
<i>Erythromma viridulum</i>	10	47	x	x	x	9	x				
<i>Ischnura elegans</i>	16	144	x	x	x	13	x				
<i>Ischnura pumilio</i>	3	7	x		x	1	x				
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	9	24		x	x	7	x				
<i>Aeshna cyanea</i>	9	20	x	x	x	5	x				
<i>Aeshna grandis</i>	12	38	x	x	x	8	x	V			
<i>Aeshna isoceles</i>	9	42	x	x	x	7	x	V			
<i>Aeshna mixta</i>	9	37	x	x	x	4	x				
<i>Anax ephippiger</i>	1	1			x						
<i>Anax imperator</i>	12	99	x	x	x	9	x				
<i>Anax parthenope</i>	6	19	x	x	x	5	x				
<i>Brachytron pratense</i>	6	15		x	x	5	x	V			
<i>Gomphus vulgatissimus</i>	4	6	x	x	x	3		V			
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	10	20		x	x	5	x				
<i>Cordulegaster bidentata</i>	4	5	x	x	x	1		V			
<i>Cordulegaster heros</i>	7	23	x	x	x	5	x	V	1, 2	II, IV	

Strokovno ime vrste	Σ št. najdišč	Σ št. podatkov	< 1998	1998–2016	2017	2018	2019–2020	RS	UŽŹV	HD	BK
<i>Cordulia aenea</i>	12	61	x	x	x	10	x				
<i>Epithea bimaculata</i>	4	5		x		2		V			
<i>Somatochlora flavomaculata</i>	14	42	x	x	x	8	x	V			
<i>Somatochlora meridionalis</i>	11	29	x	x	x	7	x				
<i>Crocothemis erythraea</i>	8	41	x	x	x	5	x				
<i>Leucorrhinia pectoralis</i>	1	3			x	1	x	E	1, 2	II, IV	II
<i>Libellula depressa</i>	15	49	x	x	x	8	x				
<i>Libellula fulva</i>	12	28	x	x	x	12	x	V			
<i>Libellula quadrimaculata</i>	9	42	x	x	x	7	x				
<i>Orthetrum albistylum</i>	11	28	x	x	x	6	x				
<i>Orthetrum brunneum</i>	3	3				2	x				
<i>Orthetrum cancellatum</i>	11	63	x	x	x	8	x				
<i>Orthetrum coerulescens</i>	10	32	x	x	x	5	x				
<i>Sympetrum fonscolombii</i>	7	11			x	6	x				
<i>Sympetrum meridionale</i>	5	5		x	x	1	x	R	1		
<i>Sympetrum sanguineum</i>	14	88	x	x	x	12	x				
<i>Sympetrum striolatum</i>	7	15		x	x	4	x				
<i>Sympetrum vulgatum</i>	7	19	x	x	x	1	x				
<b>Σ št. vrst</b>			36	43	43	46	39	17	5	2	1
<b>Σ št. najdišč / podatkov</b>	26	1.695	189	415	280	566	245				

Zgolj na enem ribniku so bile popisane tri vrste: povodni škratec (*Coenagrion scitulum*), afriški minljivec (*Anax ephippiger*) in dristavični spreletavec (*Leucorrhinia pectoralis*). Prvi je bil popisán na Velikem ribniku, druga dva na Srednjem ribniku. Na območju so redke še grmiščna zverca (*Lestes barbarus*), obrežna zverca (*Lestes dryas*), loška zverca (*Lestes virens*), prodni paškratec (*Erythromma lindenii*), blede kresničar (*Ischnura pumilio*), popotni porečnik (*Gomphus vulgatissimus*), povirni studenčar (*Cordulegaster bidentata*), nosna jezerka (*Epithea bimaculata*), sinji modrač (*Orthetrum brunneum*) in sredozemski kamenjak (*Sympetrum meridionale*), ki smo jih popisali na pet ali manj najdišč in zanje zbrali manj kot 10 podatkov.

Med 49 vrstami kačjih pastirjev naravnega rezervata je 17 vrst uvrščenih na Rdeči seznam kačjih pastirjev Slovenije (Ur. l. RS 2002b, Tab. 2). Tri vrste imajo status prizadete vrste (E), 13 je ranljivih (V) in ena ima status redke vrste (R). Od zabeleženih je pet vrst v Sloveniji zavarovanih (Ur. l. RS 2004c), dve sta uvrščeni na Dodatka II in IV Direktive o habitatih (Ur. l. EU 1992) ter ena na Dodatek II Bernske konvencije (Ur. l. RS 1999). V osrednjem delu rezervata smo popisali vseh 49 vrst kačjih pastirjev, ki so znane za celotno območje Ribnikov v dolini Drage, medtem ko smo v severovzhodnem delu rezervata popisali 32 vrst.

Izmed vrst, zabeleženih na Ribnikih v dolini Drage, se sedem vrst na preostalem delu Ljubljanskega barja ne pojavlja (Tab. 3). Od 51 vrst, ki se pojavljajo na Ljubljanskem barju, v naravnem rezervatu nismo zabeležili *C. ornatum* in *A. affinis* (Tab. 3).



**Slika 2.** Vsa najdišča kačjih pastirjev v naravnem rezervatu Ribniki v dolini Drage pri Igu. Velikost in barva točk ponazarjata skupno število doslej zabeleženih vrst kačjih pastirjev na posameznem najdišču. Z zvezdico sta označeni najdišči, kjer natančnega mesta opažanja ni bilo možno razbrati. S svetlo zeleno je označena meja območja naravnega rezervata, s temno zeleno pa Krajinskega parka Ljubljansko barje.

**Figure 2.** All surveyed localities with odonate records in Ribniki v dolini Drage pri Igu Nature Reserve. Size and colour of dots correspond with the total number of hitherto recorded odonate species on each locality. Two sites where the exact location of the observation could not be determined are marked with an asterisk. The boundary of Ribniki v dolini Drage pri Igu Nature Reserve is marked light green, the boundary of Ljubljansko barje Landscape Park dark green.

**Tabela 3:** Seznam 51 vrst kačjih pastirjev, zabeleženih na celotnem območju Ljubljanskega barja. Posebej je označeno pojavljanje vrst v naravnem rezervatu Ribniki v dolini Drage pri Igu (DR), na preostalem delu Krajinskega parka Ljubljansko barje (LB) in v preostalem delu osrednje Slovenije (OS), pri čemer zaradi primerjave vsako večje geografsko območje ne vključuje podatkov iz manjšega prej zapisanega območja. Ogrožene vrste (Ur. l. RS 2002b) so zapisane v **krepkem** tisku. Vrste, za katere z Ljubljanskega barja ali naravnega rezervata Ribniki v dolini Drage pri Igu ni zanesljivih podatkov, so prikazane ločeno.

**Table 3:** List of 51 odonate species recorded in the entire area of the Ljubljansko barje. Species recorded in Ribniki v dolini Drage pri Igu Nature Reserve (DR), in the rest of Ljubljansko barje Landscape Park (LB) and in the rest of Central Slovenia (OS) are listed separately, whereby due to comparison each wider geographical area does not include data from a smaller previously listed area. Endangered species (Ur. l. RS 2002b) are printed in **bold**. Species for which there is no reliable data from the Ljubljansko barje or Ribniki v dolini Drage pri Igu Nature Reserve are indicated separately.

strokovno ime vrste	slovensko ime vrste	DR	LB	OS
<i>Chalcolestes viridis</i> (Vander Linden, 1825)	zelena pazverca	x	x	x
<b><i>Lestes barbarus</i> (Fabricius, 1798)</b>	<b>grmiščna zverca</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<b><i>Lestes dryas</i> Kirby, 1890</b>	<b>obrežna zverca</b>	<b>x</b>		<b>x</b>
<i>Lestes sponsa</i> (Hansemann, 1823)	obvodna zverca	x	x	x
<b><i>Lestes virens</i> (Charpentier, 1825)</b>	<b>loška zverca</b>	<b>x</b>		<b>x</b>
<i>Sympecma fusca</i> (Vander Linden, 1820)	prisojni zimnik	x	x	x
<i>Calopteryx splendens</i> (Harris, 1780)	pasasti bleščavec	x	x	x
<i>Calopteryx virgo</i> (Linnaeus, 1758)	modri bleščavec	x	x	x
<i>Platycnemis pennipes</i> (Pallas, 1771)	sinji presličar	x	x	x
<b><i>Coenagrion ornatum</i> (Sélys, 1850)</b>	<b>koščični škratec</b>		<b>x</b>	<b>x</b>
<i>Coenagrion puella</i> (Linnaeus, 1758)	travniški škratec	x	x	x
<b><i>Coenagrion pulchellum</i> (Vander Linden, 1825)</b>	<b>suhljati škratec</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<b><i>Coenagrion scitulum</i> (Rambur, 1842)</b>	<b>povodni škratec</b>	<b>x</b>		<b>x</b>
<i>Enallagma cyathigerum</i> (Charpentier, 1840)	bleščeči zmotec	x	x	x
<b><i>Erythromma lindenii</i> (Sélys, 1840)</b>	<b>prodni paškratec</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<i>Erythromma najas</i> (Hansemann, 1823)	veliki rdečoekec	x	x	x
<i>Erythromma viridulum</i> (Charpentier, 1840)	mali rdečoekec	x	x	x
<i>Ischnura elegans</i> (Vander Linden, 1820)	modri kresničar	x	x	x
<i>Ischnura pumilio</i> (Charpentier, 1825)	bledi kresničar	x	x	x
<i>Pyrrhosoma nymphula</i> (Sulzer, 1776)	rani plamenec	x	x	x
<b><i>Aeshna affinis</i> Vander Linden, 1820</b>	<b>višnjava deva</b>		<b>x</b>	<b>x</b>
<i>Aeshna cyanea</i> (Müller, 1764)	zelenomodra deva	x	x	x
<b><i>Aeshna grandis</i> (Linnaeus, 1758)</b>	<b>rjava deva</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<b><i>Aeshna isoceles</i> (Müller, 1767)</b>	<b>deviški pastir</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<i>Aeshna mixta</i> Latreille, 1805	bleda deva	x	x	x
<i>Anax ephippiger</i> (Burmeister, 1839)	afriški minljivec	x		x
<i>Anax imperator</i> Leach, 1815	veliki spremljevalec	x	x	x
<i>Anax parthenope</i> (Sélys, 1839)	modroriti spremljevalec	x	x	x
<b><i>Brachytron pratense</i> (Müller, 1764)</b>	<b>zgodnji trstničar</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<b><i>Gomphus vulgatissimus</i> (Linnaeus, 1758)</b>	<b>popotni porečnik</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<i>Onychogomphus forcipatus</i> (Linnaeus, 1758)	bledi peščenec	x	x	x
<b><i>Cordulegaster bidentata</i> Sélys, 1843</b>	<b>povirni studenčar</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<b><i>Cordulegaster heros</i> Theischinger, 1979</b>	<b>veliki studenčar</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>

strokovno ime vrste	slovensko ime vrste	DR	LB	OS
<i>Cordulia aenea</i> (Linnaeus, 1758)	močvirski lebduh	x	x	x
<b><i>Epitheca bimaculata</i> (Charpentier, 1825)</b>	<b>nosna jezerka</b>	<b>x</b>		<b>x</b>
<b><i>Somatochlora flavomaculata</i> (Vander Linden, 1825)</b>	<b>pegasti lesketnik</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<i>Somatochlora meridionalis</i> Nielsen, 1935	sredozemski lesketnik	x	x	x
<i>Crocothemis erythraea</i> (Brullé, 1832)	opoldanski škrlatec	x	x	x
<b><i>Leucorrhinia pectoralis</i> (Charpentier, 1825)</b>	<b>dristavični spreletavec</b>	<b>x</b>		<b>x</b>
<i>Libellula depressa</i> Linnaeus, 1758	modri ploščec	x	x	x
<b><i>Libellula fulva</i> Müller, 1764</b>	<b>črni ploščec</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<i>Libellula quadrimaculata</i> Linnaeus, 1758	lisasti ploščec	x	x	x
<i>Orthetrum albistylum</i> (Sélys, 1848)	temni modrač	x	x	x
<i>Orthetrum brunneum</i> (Fonscolombe, 1837)	sinji modrač	x	x	x
<i>Orthetrum cancellatum</i> (Linnaeus, 1758)	prodni modrač	x	x	x
<i>Orthetrum coerulescens</i> (Fabricius, 1798)	mali modrač	x	x	x
<i>Sympetrum fonscolombii</i> (Sélys, 1840)	malinovordeči kamenjak	x	x	x
<b><i>Sympetrum meridionale</i> (Sélys, 1841)</b>	<b>sredozemski kamenjak</b>	<b>x</b>		<b>x</b>
<i>Sympetrum sanguineum</i> (Müller, 1764)	krvavordeči kamenjak	x	x	x
<i>Sympetrum striolatum</i> (Charpentier, 1840)	progasti kamenjak	x	x	x
<i>Sympetrum vulgatum</i> (Linnaeus, 1758)	navadni kamenjak	x	x	x
<b><i>Gomphus flavipes</i> (Charpentier, 1825)</b>	<b>rumeni porečnik</b>			<b>x</b>
<b><i>Somatochlora metallica</i> (Vander Linden, 1825)</b>	<b>kovinski lesketnik</b>			<b>x</b>
<b><i>Sympetrum flaveolum</i> (Linnaeus, 1758)</b>	<b>rumeni kamenjak</b>			<b>x</b>

## Razprava

### Splošni pregled najdb

Z zabeleženimi 49 vrstami kačjih pastirjev sodijo Ribniki v dolini Drage pri Igu med odonatološko najbolj raznovrstna območja Slovenije. Poudariti velja, da je 15 vrst kačjih pastirjev tukaj redkih in smo jih zabeležili le posamič. Po drugi strani je kar 17 vrst redkih na preostalem delu Ljubljanskega barja, za sedem vrst je naravni rezervat edino znano najdišče na Ljubljanskem barju.

Največja vrstna pestrost kačjih pastirjev je na Srednjem in Velikem ribniku (44 in 42 vrst), v osrednjem območju rezervata pa so še štirje ribniki z več kot 25 vrstami. Stojčih vod z zabeleženimi več kot 25 vrstami kačjih pastirjev je v Sloveniji le 33 (Vinko 2016), z več kot 30 vrstami le 24 (Bahor 2017), kar še dodatno potrjuje pomembnost naravnega rezervata za ohranjanje vrstne pestrosti kačjih pastirjev v Sloveniji. Na vtokih ali iztokih ribnikov nismo popisali dodatnih vrst, ki jih sicer nismo zabeležili že tudi na posameznem bližnjem ribniku, vendar lahko domnevamo, da so za reofilne vrste ti habitati pomembnejši kot sami ribniki, četudi smo odrasle osebkve večkrat popisali na posameznem ribniku kot na vodotoku ob njem.



Čeprav je vrstna pestrost med ribniki in drugimi mokrišči v naravnem rezervatu različna, je treba poudariti, da so za bogato favno kačjih pastirjev območja, poleg raznolikih vodnih in kopenskih mikrohabitativ in njihove povezanosti, ključne različne sukcesijske stopnje vegetacije in bivališč (Corbet 1999, Bedjanič 2003). Ribnika Rakovnik in Špilgut sta iz vidika varstva kačjih pastirjev neprimerno upravljana, vegetacijsko manj raznolika in z večjim plenilskim pritiskom ribje populacije, kar potrjuje tudi tamkajšnje nižje število popisanih vrst kačjih pastirjev.

Z rezultati popisov v letih 2018–2020 smo potrdili pomen sistematičnega pristopa k popisu favne kačjih pastirjev izbranega območja. V letu 2018 smo opravili sistematični popis, ki je obsegal celotno terensko sezono in vključeval tudi vrstno usmerjene popise, medtem ko so bili drugi popisi nenačrtovani in naključni. Z nesistematičnim popisom območja v letih 2019 in 2020, četudi je skupno obsegal več terenskih dni kot sistematični popis v letu 2018, nismo potrdili pojavljanja sedmih vrst, zabeleženih v letu 2018.

Najbolj pogoste vrste v naravnem rezervatu so tudi sicer v Sloveniji splošno razširjene in pogoste (Kotarac 1997, CKFF 2020).

Ker smo skozi več let pri ogroženih rjavi devi (*Aeshna grandis*), deviškem pastirju (*Aeshna isoceles*) in pegastem lesketniku (*Somatochlora flavomaculata*) popisali večje število osebkov in potrdili njihovo razmnoževanje, menimo, da dosega jo v naravnem rezervatu močnejše populacije. Enako velja za modroritega spremljevalca (*Anax parthenope*), ki se v osrednji Sloveniji pojavlja le mestoma (npr. Vinko & Tratnik 2018, Šalamun 2019, Kablar 2020, Vinko & Tratnik 2020). Večjo številčnost na obravnavanem območju dosega še npr. lisasti ploščec (*Libellula quadrimaculata*).

Redka vrsta na tem območju je *L. barbarus*, ki je značilna vrsta nižinskih močvirnih travnikov in občasno presahlih mokrišč, zato ne preseneča, da je zaradi izginjanja tega tipa habitata v Sloveniji ogrožena (Kotarac 1997). Raztreseno jo najdemo po vsej državi, največkrat v manjšem številu osebkov, a število njenih najdišč ni majhno (npr. Šalamun et al. 2015, Bahor 2017, Vinko & Tratnik 2018, Vinko et al. 2019). V naravnem rezervatu je bila prvič popisana leta 1954 (CKFF 2020), naslednjič pa šele v letih 2017 in 2018, ko smo jo popisali na iztoku ribnika Rakovnik, kjer smo poleg odraslih osebkov zabeležili tudi mladostnega samca. Popisana je bila tudi na Srednjem ribniku. Njej podobne ekološke zahteve imata tudi zavarovani *L. dryas* in *L. virens*, a sta pri izbiri bivališč še bolj občutljivi vrsti. *Lestes virens* smo leta 2017 zabeležili na Velikem, Srednjem in Rezanem ribniku (Vinko et al. 2017), leta 2018 na Srednjem in Rezanem, edini preostali podatek pa izvira iz leta 1954 (CKFF 2020). Na Velikem in Srednjem ribniku je bil potrjen tudi razvoj vrste, na Rezanem ribniku pa z najdbo ličinke in odraslih osebkov v dveh zaporednih letih nanj upravičeno sumimo. Vrsta je zelo raztreseno razširjena po južni, osrednji in severovzhodni Sloveniji, povsod pa je redka (npr. Šalamun 2013, Bedjanič 2016, Vinko et al. 2019). Suhljati škratec (*Coenagrion pulchellum*) je v Sloveniji redek in zaradi izginjanja zanj primernih habitatov med bolj ogroženimi vrstami. Značilen je za osončene stare in globoke ter z organskimi snovmi bogate glinokopne jame in mrtvice z dobro razvito submerzno vegetacijo, pojavlja pa se tudi na kanalih s šotnim značajem (Kotarac 1997). Najdemo ga na nekaj mestih po državi (npr. Kotarac 1997, Vinko 2016), v večjem številu le ob Muri (Bedjanič 2016) in deloma na Ljubljanskem barju (Pirnat 1998). Med vrstami rodu rdečookcev (*Erythromma* spp.), kjer smo v nekaterih letih pri velikem rdečookcu (*Erythromma najas*) potrdili tudi dve generaciji, je naravovarstveno najpomembnejši *E. lindeni*, ki se pogosteje in v večjem številu pojavlja v jugovzhodni Sloveniji, v severni in zahodni Sloveniji pa je redek. Na več vodah ga najdemo še

na Blokah, v porečjih Rinže, Dragonje, Vipave in Ljubljane (Bedjanič 2014). V dolini Drage je bil zabeležen na Velikem in Srednjem ribniku, prvič leta 2012 (Tratnik 2012a) in nato še leta 2018. Vrsti ustrezajo s kisikom bogate vode, tako stoječe kot počasi tekoče, z razvito submerzno ter plavajočo vegetacijo (Kotarac 1997). Vrsto *E. bimaculata* smo popisali na štirih ribnikih v dolini Drage. Sicer jo je lahko spregledati, saj odrasli večino časa preživijo stran od vode, njihove ličinke pa se zadržujejo med rastlinjem v globlji vodi (Kotarac 1997). V Sloveniji je največ najdišč v severovzhodni Sloveniji (Bedjanič 1998). Habitatni v naravnem rezervatu vrsti ustrezajo, saj živi v srednjih do velikih, običajno globokih, stoječih vodah z bližino gozda ali grmičevja; ribe v vodi je pretirano ne motijo (Kotarac 1997). Odrasli se izlevijo že v aprilu in letajo do konca junija. Redkega in zavarovanega *S. meridionale* beležimo v dolini Drage od leta 2016 dalje (Vrhovnik 2016, Vinko 2017a). Posamezni osebkovi so bili popisani na Prvem, Rezanem in Zadnjem ribniku. Najdbe v Sloveniji v zadnjih letih so pokazale, da je v obalnem delu Slovenske Istre pogost (Vinko et al. 2019), v notranjosti države pa nastopa bolj sporadično (Bedjanič et al. 2010), a čedalje pogosteje (npr. Vrhovnik et al. 2016, Vinko 2016).

V raziskavi med letoma 2018 in 2020 smo na območju prvič zabeležili *O. brunneum*, ki je sicer v Sloveniji pogosta vrsta (Kotarac 1997). Razloga, da ni bil najden že prej, ne poznamo. Enako možno je, da je bila vrsta v preteklosti spregledana, ali pa se je razširila iz bližnjih, zanj sicer bolj primernih in številčnejših habitatov na Ljubljanskem barju. Treh za naravni rezervat predhodno znanih vrst nismo popisali. *Anax ephippiger* je bil tu popisan zgolj med enim obiskom, in sicer leta 2017 na Srednjem ribniku (Vinko et al. 2017). Vrsta v Sloveniji najverjetneje nima stalnih populacij, tudi pojavlja se redko (npr. Bedjanič 1999, Vinko & Tratnik 2018, Vinko et al. 2019). Zgolj enkrat, in sicer leta 2006 na Velikem ribniku, je bil popisan še *C. scitulum*. Ta nižinska toploljubna vrsta je sicer v osrednji Sloveniji zelo redka, naravna sukcesija in zaraščanje pa imata nanjo negativen vpliv (Bedjanič et al. 2017). Tudi sicer redki *L. dryas* je bil na območju popisan dvakrat, leta 1954 in 2016 (Vrhovnik 2016, CKFF 2020). Izbira si vsaj začasno izsušene habitate z gosto emerzno vegetacijo (Kotarac 1997), zanj pa so primerni tudi gosto obraščeni plitvi predeli ob bregovih stoječih vod. O razširjenosti vrste po Sloveniji od izdaje Atlasa kačjih pastirjev Slovenije (Kotarac 1997) dalje ne vemo kaj bistveno več. V zadnjih letih smo jo zabeležili na nekaj mestih na Štajerskem (Vinko 2013), Primorskem (Vinko 2016, Vinko et al. 2019) in Kočevskem (Vinko 2019). V Beli krajini, kjer je bila v preteklosti večkrat najdena, jo v zadnjih raziskavah čedalje redkeje opažamo (npr. Šalamun 2013). V Dragi pri Igu je bil recentno najden le en osebek na Velikem ribniku. V času raziskave, leta 2018, je drugi avtor drugje na Ljubljanskem barju kot novo vrsto za to območje popisal *A. affinis*, ki je v naravnem rezervatu nismo zabeležili.

Pojavljanja zadnjih štirih vrst na območju v času raziskave sicer ne moremo izključiti, saj smo jih med sistematskim popisom leta 2018 morda tudi zgrešili. Ravno zaradi redkih vrst, ki so v naravnem rezervatu še maloštevilčne, bi bilo treba favnistične popise opravljati bolj intenzivno. Zaznavnost vseh vrst bi lahko izboljšali s še intenzivnejšim vzorčenjem ličink in iskanjem levov. Kot se je izkazalo za dobro prakso na več primerih v Sloveniji (primerjaj Šalamun et al. 2019), bi bilo smiselno popise na šestih največjih ribnikih opravljati tudi z nemotornimi plovili, saj zaradi velikosti ribnikov in poraščenih brežin ni mogoče dostopati do vseh za kačje pastirje primernih mikrohabitata.

V naravnem rezervatu redke vrste *L. dryas*, *L. virens*, *C. scitulum*, *A. ephippiger*, *E. bimaculata*, *L. pectoralis* in *S. meridionale* se na preostalem delu Ljubljanskega barja ne pojavljajo, redke pa so tudi sicer v osrednji Sloveniji (npr. Kotarac 1997, Govedič et al. 2012).

*Lestes barbarus*, *E. lindenii*, *C. bidentata* in navadni kamenjak (*Sympetrum vulgatum*) so redki tako v naravnem rezervatu kot na preostalem delu Ljubljanskega barja in drugod v osrednji Sloveniji (npr. Pirnat 1998, Vinko & Tratnik 2018, CKFF 2020). *Coenagrion pulchellum* se v osrednji Sloveniji stalno pojavlja na Ljubljanskem barju, kjer pa je razmeroma redek (npr. Pirnat 1998, Govedič et al. 2012), v osrednji Sloveniji je bil zabeležen le še na Radenskem polju leta 2000 (Poboljšaj et al. 2000). V naravnem rezervatu redka *G. vulgatissimus* in *O. brunneum* sta vezana na tekoče vode in razvoj redko zaključita v stoječih vodah (Boudot & Kalkman 2015). Na preostalem delu Ljubljanskega barja in v osrednji Sloveniji sta pogostejša kot v naravnem rezervatu (npr. Govedič et al. 2012, CKFF 2020). Zgolj za Ljubljansko barje podobno velja za *I. pumilio*, saj je v naravnem rezervatu zanj občutno manj ustreznih habitatov. Zgodnji trstničar (*Brachytron pratense*), *S. flavomaculata* in črni ploščec (*Libellula fulva*), ki so v naravnem rezervatu in na preostalem delu Ljubljanskega barja razmeroma pogoste do mestoma prisotne vrste, so v osrednji Sloveniji redke (npr. Kotarac 1997, Pirnat 2001, Vinko & Tratnik 2020). Vrsto *S. flavomaculata* obenem navajamo kot značilno vrsto krajine, kakršno je Ljubljansko barje (Pirnat 2001). Tu ima vrsta tudi najštevilčnejše populacije v Sloveniji (npr. Pirnat 1998). Veliki studenčar (*Cordulegaster heros*), ki je v naravnem rezervatu razmeroma pogost, je na preostalem delu Ljubljanskega barja zaradi izostanka primerne habitatne ređe, v osrednji Sloveniji pa pogost, a tudi tam vezan izključno na ohranjene gozdne potoke (Šalamun 2016). Močvirski lebduh (*Cordulia aenea*) je v osrednji Sloveniji in drugje na Ljubljanskem barju manj pogost kot v naravnem rezervatu (npr. Vinko & Tratnik 2018, 2020, CKFF 2020).

Ribniki v dolini Drage pri Igu so eno najpomembnejših življenjskih okolij za kačje pastirje v osrednji Sloveniji (primerjaj Vinko & Tratnik 2018, Šalamun 2019, Vinko & Tratnik 2020). Kljub delni izoliranosti območja je tukajšnja favna kačjih pastirjev zagotovo v dinamični povezavi s populacijami na preostalem delu Ljubljanskega barja, kjer pa so z nekaj izjemami le vodotoki (Pirnat 2001). Za osrednjo Slovenijo beležimo 57 vrst kačjih pastirjev (glej poglavje Uvod), od katerih je za celotno Ljubljansko barje tudi na podlagi naše raziskave sedaj znanih 51 vrst (Tab. 3), 49 pa za naravni rezervat Ribniki v dolini Drage pri Igu (Tab. 2).

## **Veliki studenčar (*Cordulegaster heros*) – studenčarji (Cordulegastridae)**

*Cordulegaster heros* je v Sloveniji splošno razširjena in najbolj raziskana zavarovana vrsta kačjih pastirjev (Šalamun 2016). Ker njene ličinke živijo zgolj v primarnih habitatih – v ohranjenih osenčenih, večinoma gozdnih potokih v hribovitem svetu in na prehodu v ravnino, z ustreznim drobnim peščenim, rahlo muljastim dnom, brez prevelikega strmca – je pri nas ogrožena vrsta (Kotarac et al. 2003, Govedič et al. 2012). Večina strug potokov, ki jih naseljuje, ne presega dveh metrov širine (Šalamun 2016). Odrasli letajo večinoma od junija do druge polovice avgusta (Kotarac 1997). Je evropski endemit, omejen na jugovzhodni del celine, predvsem na Balkanski polotok, v Sloveniji pa je velik in vitalen del celotne populacije oz. areala vrste (Šalamun 2016, Vinko 2016).

*Cordulegaster heros* je kvalifikacijska vrsta območja Natura 2000 Ljubljansko barje (SI3000271) (Ur. l. RS 2004a). V naravnem rezervatu smo zabeležili nova najdišča vrste, ki je na območju razmeroma pogosta, na preostalih delih Ljubljanskega barja pa je zaradi izostanka zanjo primerne habitata redka. Poleg v dolini Drage oz. tukajšnjem potoku Draščica, kjer najdemo tudi večino najdišč vrste na Ljubljanskem barju, je bil najden tudi na potokih Izbarica, Želimeljščica, Graben in Zadačnica, zahodno, vzhodno in južno od naravnega rezervata (Šalamun 2017, Vinko 2017a). Poleg Draščice, kjer smo predvsem južno nad ribniki popisali večje število osebkov v vseh razvojnih stadijih, smo njegove leve ali ličinke našli tudi na iztoku in vtoku Velikega ribnika, posamične leve pa tudi na obrežni vegetaciji ribnika (Vinko 2017a, Vinko et al. 2017). Na več vodah se pojavlja skupaj s sorodnim in prav tako ogroženim *C. bidentata*, ki je v naravnem rezervatu sicer redek. Potok in okoliški gozd je za namen varstva vrste *C. heros* treba ohranjati v sedanjem stanju, primerne za razvoj vrste. Ohranjati je treba naravno strugo potoka in ne posegati vanj, v bregove in okoliški pas gozda, vsaj pet metrov od roba struge (npr. Šalamun 2016).

### **Dristavični spreletavec (*Leucorrhinia pectoralis*) – ploščci (Libellulidae)**

V Sloveniji je *L. pectoralis* redka vrsta (Vinko 2017b). Pojavlja se na večjih mrtvicah in predvsem starih, bogato zaraščenih ribnikih na severovzhodu države (Bedjanič 2018a, Šalamun & Vinko 2018), a je podatkov malo, še posebej novejših (Šalamun et al. 2019). Razvoj vrste v stadiju ličinke traja dve do tri leta, zato so ustrezne ekološke razmere, tako v vodnem kot obvodnem okolju, ključne za preživetje vrste (Bedjanič 2015). Odrasli se pri nas pojavljajo od začetka maja do začetka julija (Vinko 2017b, Šalamun et al. 2019). Samci se zadržujejo na bogato zaraslih in z grmovjem ali drevjem obdanih najbolj osončenih delih ribnikov, kjer se spreletavajo nad vodno gladino ali počivajo na izpostavljenih vejicah, steblikah rogoza ali povešenih kopicah šašev (Bedjanič 2018a). Samice ob vodi srečamo zelo redko, parjenje naj bi običajno potekalo v krošnjah bližnjih dreves (Bedjanič 2018b). *Leucorrhinia pectoralis* je indikator biotsko »najbogatejše« faze v razvoju ali stanju stoječe vode, zato ima ohranjanje njegovih bivališč krovni učinek za mnoge druge ogrožene rastline in živali (Bedjanič 2015). Razširjen je širše po osrednji in severni Evropi, a je redek v mnogih državah, kjer se pojavlja (Kalkman & Mauersberger 2015). Najjužneje ga najdemo na jugovzhodu Francije, v severni Italiji, Sloveniji in na Hrvaškem. Še južneje – iz Pirenejev, Bosne in Hercegovine, Srbije, Bolgarije, Makedonije in Romunije – so znane le še posamične starejše najdbe. V Evropi ima vrsta negativni populacijski trend (Kalkman et al. 2010).

Vrsto smo v naravnem rezervatu prvič zabeležili v letu 2017, in sicer smo na severozahodnem robu Srednjega ribnika popisali dva samca in samico (Vinko 2017b). Tu je bila ponovno potrjena v naslednjih dveh letih, ko smo na bližnjem mestu istega ribnika popisali dva spolno zrela in enega mladostnega samca ter še dva spolno zrela samca na jugozahodnem robu Srednjega ribnika (Šalamun et al. 2019). Najdba odraslih osebkov v treh zaporednih letih in najdba mladostnega osebkov v letu 2018 potrjuje, da se vrsta tu tudi razmnožuje. Srednji ribnik v dolini Drage je obenem edino potrjeno najdišče vrste v osrednji Sloveniji (Vinko 2017b, Bedjanič 2018), saj novejših podatkov o pojavljanju vrste iz tega dela države ni. V osrednji Sloveniji je bil *L. pectoralis* predhodno popisani le dvakrat leta 1999 na glinokopih v Rovi pri Radomljah, kjer je bil potrjen tudi razvoj vrste (Kotarac 1999, Kotarac et al. 2004). Ob pregledu opuščeni glinokopov v Rovi v zadnjih letih je bilo ugotovljeno, da habitat zaradi neprimerne upravljanja za vrsto trenutno ni več primeren (Vinko 2017b, Šalamun et al. 2019).

Naravna življenjska okolja vrste so mezotrofne do evtrofne rečne mrtvice z bogato razvitim vodnim in obrežnim rastlinjem (Bedjanič 2018a), ki pa jih na Ljubljanskem barju ne najdemo. Zato so toliko pomembnejša tu obstoječa sekundarna bivališča – stari ekstenzivni gojitveni ribniki z ohranjeno obrežno in vodno vegetacijo v coni zaraščanja ali kopnenja. Vrsta je slabo tolerantna na plenilski pritisk rib (Bedjanič 2018a), zato je slednje poleg velikega pomena vegetacije treba resno upoštevati pri upravljanju tukajšnjih ribnikov. V Dragi pri Igu je treba za boljše poznavanje vrste opraviti natančnejše popise, ugotoviti številčnost njene populacije in poiskati mikrohabitate za uspešen razvoj, predvsem pa to znanje uporabiti za primerno upravljanje s tukajšnjimi ribniki, s čimer bi trajnostno zagotovili pojavljanje vrste v osrednji Sloveniji. Kot metodo za opravljanje monitoringa vrste v Dragi pri Igu, poleg običajnega terenskega dela s kopnega, predlagamo tudi popis iz nemotornega plovila, saj s tem povečamo možnost zaznavnosti vrste na popisnem območju (Šalamun et al. 2019). Predlagamo, da se *L. pectoralis* uvrsti kot kvalifikacijska vrsta za območje Natura 2000 Ljubljansko barje (SI3000271) (Ur. l. RS 2004a).

Stanje življenjskih okolij vrste se v Sloveniji slabša (Bedjanič 2015, Vinko 2017b, Bedjanič 2018a, 2018b), zato so za izboljšanje njenega ohranitvenega statusa nujni aktivni varstveni ukrepi pri upravljanju z vsemi vodami s potrjenimi najdbami vrste. Dejavniki ogrožanja vrste so predvsem zimsko praznjenje ribnikov, praznjenje in polnjenje ribnikov v neprimernem času in na neprimeren način, evtrofikacija stoječih voda zaradi vnosa rib, hranjenja rib ali drugih oblik onesnaževanja, intenzivno ribogojstvo, neposreden plenilski ali kompeticijski pritisk ribje populacije, posredni vplivi naselitve preštevtilne ribje populacije, sprememba sestave obrežne in vodne vegetacije, uničevanje naravne obrežne zarasti, uporaba biocidov in pretirano gnojenje njivskih in travniških površin v okolici vodnega bivališča (Bedjanič 2015, Vinko 2017b, Bedjanič 2018a, Šalamun et al. 2019). Vse te dejavnike bi lahko zaznali tudi v naravnem rezervatu, saj zanj ni sprejetega upravljalvskega načrta, trenutni edini del aktivnega upravljanja z deli območja pa je primarno ribogojstvo usmerjen. Začetna pozornost naj se usmeri predvsem v manj intenzivno ribogojstvo in primerno skrb za vegetacijo. Praznjenja ribnikov, predvsem večdnevne izsušitve, ličinke *L. pectoralis* in drugih vrst z večletnim vodnim razvojem ne preživijo in so tako lahko že s časovno hitrim neprimernim posegom njihove populacije preprosto izbrisane (Bedjanič 2018a). Če je praznjenje ribnikov nujno potrebno, naj se opravi zgolj v pozni jeseni, v deževnem obdobju in za kratek čas nekaj dni, da se dno ribnika ne more presušiti ali zamrzniti. Za zagotavljanje osnovnih razmer za obstoj stabilne populacije *L. pectoralis* predlagamo, da se vsaj Srednjega ribnika, kjer smo to skrajno ogroženo vrsto kačjih pastirjev popisali med letoma 2017 in 2019, ne prazni naslednjih 5–10 let in da se vanj ne vlaga rib. Za izboljšanje stanja ribnikov v dolini Drage je tako nujna uvedba prilagojenega in ohranjanju narave podrejenega ekstenzivnega gospodarjenja z močvirnimi in vodnimi površinami. Pripraviti je treba načrt upravljanja, ki bo spodbujal sonaravno rabo tega območja, natančno določal prevladujoči naravovarstveni pomen ribnikov in določal vlogo upravitelja. Kot predlagajo že npr. Šalamun et al. (2019), morata monitoring za *L. pectoralis* in načrt upravljanja z bivališči vrste nujno vključevati tudi opazovanja stanja vodnega okolja v hladnejši polovici leta ter tudi natančno beleženje izpustov vode, njih trajanje in beleženje drugih relevantnih okoljskih parametrov.

## Zagotavljanje varstva kačjih pastirjev na območju Ribnikov v dolini Drage pri Igu

V naravnem rezervatu Ribniki v dolini Drage pri Igu najdemo z vidika favne kačjih pastirjev vrstno najbogatejše vode v Sloveniji in je z vidika favne kačjih pastirjev biodiverzitetno vroča točka Slovenije (primerjaj Šalamun 2013, Šalamun et al. 2015, Vinko 2016, Bahor 2017, Vinko et al. 2019). Izmed manjših območij, kjer je bilo zabeleženo enako število vrst kot v Dragi pri Igu, torej 49, lahko postavimo v ospredje le še akumulacijo Medvedce in krajinski park Rački ribniki–Požeg (Bedjanič 2009). Ker v osrednji Sloveniji ni veliko večjih stoječih vod, so ribniki v dolini Drage še toliko pomembnejši za ohranitev pestrosti kačjih pastirjev, tudi širše regije.

Kot so opozorili že Govedič et al. (2012), je nujna sistematična raziskava celotnega območja Ljubljanskega barja z beleženjem tako pojavljanja in gostote vrst kot tudi neustreznosti posameznih vod in območij. Treba je izdelati popis kačjih pastirjev celotnega Ljubljanskega barja, s poudarkom na zavarovanih in ogroženih vrstah, pri čemer je poleg mednarodno varovanih vrst smiselno dati poudarek tudi na vrstah stoječih vod, ki jih na Ljubljanskem barju z izjemo obravnavanega naravnega rezervata ni veliko. Nujno je opraviti tudi populacijsko raziskavo vrste *L. pectoralis* na Ribnikih v Dragi in vse vode s potrjenimi najdbami vrste primerno upravljati. Za izboljšanje ohranitvenega statusa vrste so nujno potrebni aktivni varstveni ukrepi, podlaga zanje pa je natančna inventarizacija trenutnega stanja. Zahteve vrste in izsledke potrebnih raziskav je tako treba vključiti v nadaljnje upravljalvske načrte območja. Zastaviti je treba tudi nadaljnje spremljanje stanja ekoloških razmer in ohranitvenega statusa populacije vrste *L. pectoralis*. Za obravnavan naravni rezervat predlagamo tudi sistematično spremljanje stanja vseh drugih ogroženih vrst.

Večina dejavnikov, ki negativno vplivajo na preživetje populacij ogroženih vrst kačjih pastirjev, je zelo kompleksna (Bedjanič 2000). V dolini Drage kačje pastirje najbolj ogrožajo izsušitev ali praznjenje in polnjenje ribnikov v neprimernem času in na nepravilen način, eutrofikacija, naseljevanje rib in njihova številčna populacija, odstranjevanje vodnega in obrežnega rastlinja, odstranjevanje grmišč, mejic in drevja v širši okolici vod, naselitev tujerodnih vrst in morebitni posegi v gozdne potoke. Z varovanjem ogroženih vrst in njihovih habitatov se bodo sočasno ohranile tudi populacije splošno razširjenih vrst. Za ohranjanje in izboljšanje stanja ribnikov v dolini Drage je nujna uvedba prilagojenega in ohranjanju narave podrejenega ekstenzivnega gospodarjenja z močvirnimi in vodnimi površinami. Pripraviti je treba načrt upravljanja, ki bo spodbujal sonaravno rabo tega območja in natančno določal prevladujoči naravovarstveni pomen ribnikov ter vlogo upravitelja.

## Summary

The Ribniki v dolini Drage pri Igu Nature Reserve is located at the south-eastern outskirts of Ljubljansko barje in Central Slovenia and is part of the Natura 2000 site and Ljubljansko barje Landscape Park.

Until recently, odonatological research in the area was relatively scarce and fragmented. Current knowledge on the odonate fauna of the area is summarized based on studies carried out in the 2018–2020 period and on older unpublished data of the authors, as well as complete review of published and »grey« literature. In 2018, a systematic field survey was performed and 46 odonate species were recorded in this Nature Reserve (Tab. 2, Fig.1). Altogether, of the 72 species of Odonata known for Slovenia, 49 have been listed in the 1954–2020 period in the study area (Tabs. 2, 3). The localities surveyed in the reserve and the number of hitherto recorded odonate species on each locality are presented in Fig. 2. The highest species diversity has been established on the nearby fishponds in the reserve's core area, with a total of 35 to 44 recorded species at each of them.

Of the recorded species, 17 are endangered, 5 are in Slovenia protected and 2 listed in the appendices to the Habitats Directive. Data analysis also showed that 15 species are rare in the area. The local odonate fauna is compared with the odonate fauna of the wider area, with a list of 51 Odonata species provided for or the entire Ljubljansko barje. Out of these, *Lestes dryas*, *L. virens*, *Coenagrion scitulum*, *Anax ephippiger*, *Epitheca bimaculata*, *Leucorrhinia pectoralis* and *Sympetrum meridionale* have so far been found only in the area of Draga pri Igu and are rare in Central Slovenia as well (Tab. 3).

Records of some threatened and rare species are discussed in the broader context of their distribution in Slovenia. The same goes for the two species from the appendices of the Habitat Directive, the yellow-spotted whiteface (*Leucorrhinia pectoralis*) and the Balkan goldenring (*Cordulegaster heros*). The first is critically endangered in Slovenia and has not been recently recorded elsewhere in central part of our country. In the reserve, it was observed in the years 2017–2019. On the other hand, the Balkan goldenring is widespread in Slovenia. It is relatively common in the reserve, but rare in the remaining parts of the Ljubljansko barje due to the lack of suitable habitat.

Among the recommendations for the reserve's management, we propose to initiate odonatological research of the entire wider area of Ljubljansko barje, while monitoring of the conservation status of endangered species in the nature reserve and systematic population research of *L. pectoralis* are necessary, too, and should be established as soon as possible. In order to sustain and improve the conditions of the fishponds in the Draga valley, it is necessary to introduce adapted extensive management of fishponds and other wetland areas, which will be subordinated to nature conservation. It is necessary to prepare a management plan that will promote sustainable use of this area, determine the predominant nature conservation importance of the fishponds and specify the role and obligations of the manager.

In conclusion, we point out that the Ribniki v dolini Drage pri Igu Nature Reserve is crucial for conservation of the odonate fauna of Central Slovenia and that from the odonatological point of view it represents a biodiversity hot spot in Slovenia.

## Zahvala

Raziskava v letu 2018 je potekala v projektni nalogi Slovenskega odonatološkega društva na podlagi javnega naročila Javnega zavoda Krajinski park Ljubljansko barje št. 430-076/2018-3 Ohranitveni ukrep – Kačji pastirji »Popis vrst kačjih pastirjev na območju naravnega rezervata Ribniki v dolini Drage pri Igu«. Del favnističnih podatkov je bil pridobljen na

dogodkih BioBlitz Slovenija (2017) in Mednarodna delavnica o določanju levov kačjih pastirjev (2017), ki ju je sofinanciralo Ministrstvo RS za okolje in prostor v okviru projekta »Invazivke nikoli ne počivajo: Ozaveščanje o in preprečevanje negativnega vpliva invazivnih vrst na evropsko ogrožene vrste«, 7. Mednarodno srečanje odonatologov Balkana (2017), ki je bilo podprto še s strani Študentske organizacije Univerze v Ljubljani, World Dragonfly Association (ZDA), Gesellschaft deutschsprachiger Odonatologen (Nemčija), in v projektu »Še smo tu – domorodne vrste še nismo izrinjene« (2018), ki ga je sofinanciralo Ministrstvo RS za okolje in prostor. Poleg avtorjev je svoje podatke v Podatkovno zbirko CKFF v sodelovanju s SOD prispevalo še 37 popisovalcev, za kar se jim iskreno zahvaljujemo.

## Literatura

- Bahor M. (2017): Favna kačjih pastirjev (Odonata) Mirnske doline in ovrednotenje naravovarstveno pomembnih območij. Magistrsko delo, Oddelek za biologijo, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani, 71 pp.
- Bedjanič M. (1996): Ogroženost favne kačjih pastirjev Odonata). In: Gregori J., Martinčič A., Tarman K., Urbanc-Berčič O., Tome D., Zupančič M. (Eds.), Narava Slovenije, stanje in perspektive. Društvo ekologov Slovenije, Ljubljana, pp. 278-284.
- Bedjanič M. (1997): Žival meseca aprila: Prisojni zimnik (*Sympecma fusca*). Proteus 59(8): 387-389.
- Bedjanič M. (1998): Raziskave biologije nosne jezerke *Epitheca bimaculata* (Charpentier, 1825) v Sloveniji (Anisoptera: Corduliidae). Erjavecija 6: 26-27.
- Bedjanič M. (1999): New records of *Hemianax ephippiger* (Burmeister, 1839) in Slovenia (Anisoptera: Aeshnidae). Exuviae 6: 14-18.
- Bedjanič M. (2000): Analiza stanja biotske raznovrstnosti Slovenije: Kačji pastirji (Odonata). Elaborat za MOP - Upravo RS za varstvo narave, Ljubljana, 34 pp.
- Bedjanič M. (2003): Kačji pastirji – Odonata. In: Sket B., Gogala M., Kuštor V. (Eds.), Živalstvo Slovenije. Tehniška založba Slovenije, Ljubljana, pp. 281-289.
- Bedjanič M. (2004): Smernice za ureditev in upravljanje bodočega ornitološkega rezervata »Vrbovski tali« na Ljubljanskem barju s stališča favne kačjih pastirjev (Odonata). Elaborat za Društvo za opazovanje in proučevanje ptic Slovenije, 24 pp.
- Bedjanič M. (2009): O kačjih pastirjih območja med Pohorjem in Halozami (Insecta: Odonata). In: Gradišnik S. (Ed.), Zbornik občine Slovenska Bistrica III: Svet med Pohorjem in Bočem. Zavod za kulturo Slovenska Bistrica, Slovenska Bistrica, pp. 549-577.
- Bedjanič M. (2014): Projekt »Varstvo in upravljanje sladkovodnih mokrišč v Sloveniji – WETMAN 2011-2015«, LIFE09 NAT/SI/000374, Popis začetnega stanja in raziskave vpliva projektnih aktivnosti na populacije kačjih pastirjev (Odonata): pilotno območje Mura – Petišovci: končno poročilo. Elaborat za Zavod RS za varstvo narave, Ljubljana. ProNatura, Braslovče, 82 pp.
- Bedjanič M. (2015): Presenetljivo ponovno opazovanje dristavičnega spreletavca *Leucorrhinia pectoralis* v Krajinškem parku Rački ribniki-Požeg. Erjavecija 30: 65-71.
- Bedjanič M. (2016): Kačji pastirji ob reki Muri. Proteus 78(6-8): 306-315.
- Bedjanič M. (2018a): Določevalni ključ: spreletavci Slovenije. Trdoživ 7(1): 32-40.



- Bedjanič M. (2018b): Drobtinice in ocvirki: Parjenje dristavičnega spreletavca *Leucorrhinia pectoralis* skozi fotografski objektiv. Erjavecia 33: 79-82.
- Bedjanič M., Klenovšek D., Polak S., Šalamun A., Vinko D. (2010): Novi podatki in pregled pojavljanja sredozemskega kamenjaka *Sympetrum meridionale* v Sloveniji. Erjavecia 25: 10-14.
- Bedjanič M., Šalamun A., Vinko D., Babor M., Lešnik A., Mihorič A., Erbida N. (2017): Drobtinice in ocvirki: Pregled pojavljanja povodnega škratca *Coenagrion scitulum* v osrednji, južni in vzhodni Sloveniji. Erjavecia 32: 69-75.
- Boudot J.-P., Kalkman V.J. (Eds.) (2015): Atlas of the European dragonflies and damselflies. KNNV publishing, the Netherlands, 381 pp.
- Boudot J.-P., Prentice S. (2015): *Coenagrion mercuriale* (Charpentier, 1840). In: Boudot J.-P., Kalkman V.J. (Eds.), Atlas of the European dragonflies and damselflies. KNNV publishing, the Netherlands, pp. 107-109.
- Boudot J.-P., Kalkman V.J., Azpilicueta Amorín M., Bogdanović T., Cordero Rivera A., Degabriele G., Dommanget J.-L., Ferreira S., Garrigós B., Jović M., Kotarac M., Lopau W., Marinov M., Mihoković N., Riservato E., Samraoui B., Schneider W. (2009): Atlas of the Odonata of the Mediterranean and North Africa. Libellula Suppl. 9: 1-256.
- CKFF 2020. Podatkovna zbirka Centra za kartografijo favne in flore v sodelovanju s Slovenskim odonatološkim društvom. Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju. [dostop dne 29. 9. 2020]
- Corbet P. S. (1999): Behaviour and ecology of Odonata. Harley Books, Colchester, 850 pp.
- Dijkstra K-D. B., Lewington R. (2007): Field guide to the dragonflies of Britain and Europe. British Wildlife Publishing, Dorset, 320 pp.
- Erbida N. (2016): Populacijska dinamika koščičnega škratca (*Coenagrion ornatum*) na izbrani lokaciji na Ljubljanskem barju. Magistrsko delo, Oddelek za biologijo, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani, 50 pp.
- Ferletič U. (2007): Rdeči voščenc *Ceriagrion tenellum* (Insecta, Odonata) v Sloveniji. Diplomsko delo, Oddelek za biologijo, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani, 88 pp.
- Geister I. (1999): Seznam slovenskih imen kačjih pastirjev (Odonata). Exuviae 5(1): 1-5.
- Govedič M., Lešnik A., Pobljšaj K., Presetnik P., Rebeušek F., Šalamun A., Trčak B. (2012): Strokovne podlage za Načrt upravljanja Krajinskega parka Ljubljansko barje. Naročnik: Javni zavod Krajinski park Ljubljansko barje, Notranje Gorice. Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju, 91 pp.
- Gradišar B. (2008): Vpliv prispevnega območja in gospodarjenja z jezerom na evtofne in sukcesijske procese - primer ribnikov v dolini Drage pri Igu. Diplomaska naloga, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Univerza v Ljubljani, 146 pp.
- Kabljar D. (2020): Odonatološka skupina na BioCampu 009. Erjavecia 35: 9-13.
- Kalkman V.J., Boudot J.-P., Bernard R., Conze K.-J., De Knijf G., Dyatlova E., Ferreira S., Jović M., Ott J., Riservato E., Sahlén G. (2010): European Red list of dragonflies. Publications office of the European Union, Luxembourg, 29 pp.

- Kalkman V. J., Mauersberger R. (2015): *Leucorrhinia pectoralis* (Charpentier, 1825). In: Boudot J.-P., Kalkman V.J. (Eds.), Atlas of the European dragonflies and damselflies. KNNV publishing, the Netherlands, pp. 264-265.
- Kiauta B. (1954a): Odonati v ljubljanski okolici. *Proteus* 16(8): 220-222.
- Kiauta B. (1954b): Tuji elementi med kačjimi pastirji Ljubljanskega Barja. *Proteus* 17(2): 44-46.
- Kiauta B. (1961): Prispevek k poznavanju odonatne favne Slovenije. *Biol. Vestn.* 8: 31-40.
- Kiauta B. (2014): Zametki za favno kačjih pastirjev (Insecta: Odonata) mesta Ljubljana, Slovenija. *Nat. Slov.* 16(1): 15-40.
- Kocmur H. (1999): Dan s... Sašom Weldtom, odonatologom. *Nedelo* 5(42): 16 (17. 10. 1999). [ponatis v: Kačji pastirji v literaturi I. Dan s... Sašom Weldtom, odonatologom. *Erjavecia* 20: 15-19]
- Kotarac M. (1997): Atlas kačjih pastirjev (Odonata) Slovenije z Rdečim seznamom: projekt Slovenskega odonatološkega društva. Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju, 205 pp.
- Kotarac M. (1999): Popis kačjih pastirjev v glinokopih Rova in Mengeš. Poročilo. Naročnik: MOP, Uprava RS za varstvo narave, Ljubljana. Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju, 21 pp.
- Kotarac M., Grobelnik V., Rebeušek F., Škvarč A., Verovnik R. (2000): Inventarizacija kačjih pastirjev in dnevnih metuljev na območju Ljubljanskega barja. Poročilo za MOL. Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju, 29 pp.
- Kotarac M., Šalamun A., Govedič M. (2004): Natura 2000 vrste v naravnih in antropogenih habitatih – primer kačjih pastirjev. In: 15. Mišičev vodarski dan 2004, Zbornik. VGB Maribor, Maribor, pp. 91-97.
- Kotarac M., Šalamun A., Weldt S. (2003): Strokovna izhodišča za vzpostavljanje omrežja Natura 2000: Kačji pastirji (Odonata) (končno poročilo). Naročnik: MOPE, ARSO, Ljubljana. Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju, 104 pp.
- Pirnat A. (1996): Kačji pastirji Ljubljanskega Barja (Vabilo k sodelovanju). *Erjavecia* 2: 6-7.
- Pirnat A. (1998): Favna in ekologija kačjih pastirjev (Odonata) Ljubljanskega barja. Diplomsko delo, Oddelek za biologijo, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani, 92 pp.
- Pirnat A. (2001): Kačji pastirji. In: Gogala A. (Ed.), Narava Slovenije: Ljubljansko barje in Iška. Prirodoslovni muzej Slovenije, Ljubljana, pp. 29-31.
- Poboljšaj K., Leskovar I., Jakopič M., Rebeušek F., Verovnik R., Kotarac M., Šalamun A., Lešnik A., Hönigsfeld M., Polak S., Grobelnik V. (2000): Inventarizacija flore in favne na Radenskem polju – poročilo. Poročilo za Občino Grosuplje. Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju, 12 pp.
- Scopoli I. A. (1763): *Entomologia carniolica, exhibens insecta Carnioliae indigena et distributa in ordines, genera, species, varietates. Methodo Linnaeana.* Trattner, Vindobonae, 424 pp.
- Šácha D., Bedjanič M. (2011): Ponovno odkritje ogroženega rumenega porečnika *Gomphus flavipes* (Charpentier, 1825) v Sloveniji po pol stoletja (Odonata: Gomphidae). *Nat. Slov.* 13(2): 37-43.
- Šalamun A. (2013): O kačjih pastirjih Bele krajine. In: Štangelj M., Ivanovič M. (Eds.), Narava Bele krajine. Belokranjski muzej, Metlika, pp. 131-135.

- Šalamun A. (2016): Ekologija in razširjenost velikega studenčarja (*Cordulegaster heros*) (Odonata: Cordulegasteridae) v Sloveniji. Diplomsko delo, Oddelek za biologijo, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani, 65 pp.
- Šalamun A. (2017): Natura v 24 urah – BioBlitz Slovenija. Erjavecia 32: 43-46.
- Šalamun A. (2019): Inventarizacija kačjih pastirjev (Odonata) v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib. Končno poročilo. Naročnik: Krajinski park Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib, Snaga javno podjetje d.o.o. Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju, 26 pp.
- Šalamun A., Govedič M. (2019): Popis stanja koščičnega škratca (*Coenagrion ornatum*) na Ljubljanskem barju. Faza 1: Popis izhodiščnega stanja s predlogom ukrepov na izbranih območjih. Končno poročilo. Naročnik: Javni zavod Krajinski park Ljubljansko barje, Notranje Gorice. Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju, 36 pp.
- Šalamun A., Vinko D. (2018): BioBlitz Slovenija – Rače 2018. Erjavecia 33: 38-42.
- Šalamun A., Podgorelec M., Kotarac M. (2015): Inventarizacija kačjih pastirjev (Odonata) in njihovih habitatov ob reki Muri. In: Govedič M., Lešnik A., Kotarac M. (Eds.), Inventarizacija favne območja reke Mure (končno poročilo). Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju, pp. 150-190.
- Šalamun A., Tratnik A., Bedjanič M. (2019): Opazovanja dristavičnega spreletavca *Leucorrhinia pectoralis* v letu 2019. Erjavecia 34: 78-83.
- Tratnik A. (2012a): Kačji pastirji Drage pri Igu. Erjavecia 27: 31-34.
- Tratnik A. (2012b): Društvene novice: Terenski dan Draga. Trdoživ 1(2): 34.
- Tratnik A., Vinko D., Kulijer D., Đukić A., Krelj N., Veverica E., Plut M., Gavrilović Z., Miljević I., Kulić L., Gajić M., Erbida N., Tivadar N., Koren T. (2020): Mednarodno povezovanje balkanskih odonatologov – Mini Boom 2020. Erjavecia 35: 39-51.
- Ur. l. EU (1992): Direktiva Sveta 92/43/EGS z dne 21. maja 1992 o ohranjanju naravnih habitatov ter prosto živečih živalskih in rastlinskih vrst. Uradni list EU 206, 15(2): 102-145.
- Ur. l. RS (1999): Zakon o ratifikaciji Konvencije o varstvu prosto živečega evropskega rastlinstva in živalstva ter njunih naravnih življenjskih prostorov (MKVERZ). Uradni list RS – Mednarodne pogodbe 9(17): 773-820.
- Ur. l. RS (2002a): Odlok o spremembi odloka o razglasitvi območja ribnikov v dolini Drage pri Igu za naravno znamenitost. Uradni list RS 12(61): 6447.
- Ur. l. RS (2002b): Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam. Uradni list RS 12(82): 8893-8975.
- Ur. l. RS (2004a): Uredba o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000). Uradni list RS 14(49): 6409-6480.
- Ur. l. RS (2004b): Pravilnik o določitvi in varstvu naravnih vrednot. Uradni list RS 14(111): 13173-13395.
- Ur. l. RS (2004c): Uredba o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah. Uradni list RS 14(46): 5963-6016.
- Ur. l. RS (2008): Uredba o Krajinskem parku Ljubljansko barje. Uradni list RS 18(112): 14681-14690.
- Vinko D. (2013): RTŠB znova na Štajerskem. Erjavecia 28: 19-22.

- Vinko D. (2016): Favna kačjih pastirjev (Odonata) Vipavske doline. Diplomsko delo, Oddelek za biologijo, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani, 86 pp.
- Vinko D. (2017a): BOOM 2017: 7<sup>th</sup> Balkan Odonatological Meeting – 7. mednarodno srečanje odonatologov Balkana. Slovenija, 4.–11. avgust 2017. Erjavca 32: 29-40.
- Vinko D. (2017b): Drobtinice in ocvirki: Ponovna najdba dristavičnega spreletavca *Leucorrhinia pectoralis* v osrednji Sloveniji. Erjavca 32: 66-68.
- Vinko D. (2019): Poročilo o delu skupine za kačje pastirje. In: Presetnik P. (Ed.), Raziskovalni tabor študentov biologije Kočevje 2014. Društvo študentov biologije, Ljubljana, pp. 48-58.
- Vinko D., Tratnik A. (2018): Prispevek Raziskovalnega tabora študentov biologije 2017 k poznavanju favne kačjih pastirjev Gorenjske. Acta Entomol. Slov. 26(2): 241-256.
- Vinko D., Tratnik A. (2020): Terenski vikend na Radenskem polju 2020 – favna kačjih pastirjev Radenskega polja z okolico. Erjavca 35: 25-35.
- Vinko D., Bahor M., Tratnik A. (2017): Mednarodna delavnica o določanju levov kačjih pastirjev. Erjavca 32: 46-51.
- Vinko D., Šalamun A., Bedjanič M. (2019): Kačji pastirji. In: Pavšič J., Gogala M., Seliškar A. (Eds.), Slovenska Istra I – Neživi svet, rastlinstvo, živalstvo in naravovarstvo. Slovenska matica, Ljubljana, pp. 195-214, 427-428.
- Vrhovnik M. (2016): Dijaški biološki tabor Zapotok 2016. Erjavca 31: 24-26.
- Vrhovnik M., Vinko D., Erbida N. (2016): Diversity of dragonfly fauna in the city Ljubljana, Slovenia. In: Billqvist M. (Ed.), ECOO 2016, 4<sup>th</sup> European Congress on Odonatology, Tyninge, Sweden 11–14th July 2016, Book of abstracts. The Swedish Dragonfly Society, Malmö, The Swedish Society for Nature Conservation in Scania, p. 39.

# Kobilica selka *Locusta migratoria* Linnaeus, 1758 (Orthoptera: Acrididae) – stara in nova vrsta v favni kobilic Slovenske Istre

Matjaž BEDJANIČ, Alenka ŽUNIČ KOSI

Nacionalni inštitut za biologijo, Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana, Slovenija;  
E-mails: matjaz.bedjanic@nib.si, alenka.zunic-kosi@nib.si

**Izvleček.** V nedavno objavljeni monografski obdelavi favne kobilic Slovenske Istre kobilica selka *Locusta migratoria* ni bila vključena na regionalni seznam vrst. Ob zgodovinskih podatkih o pojavljanju vrste v regiji, ki segajo v obdobje od 15. do 18. stoletja, ter dveh spregledanih objavljenih podatkih iz zadnjih dveh desetletij so predstavljena nova opazovanja kobilice selke v aprilu in septembru 2020 na treh lokalitetah v Slovenski Istri. V zaključku je dodana kratka razprava o varstvenem statusu te zavarovane vrste kobilic v Sloveniji.

Ključne besede: kobilice, *Locusta migratoria*, razširjenost, Slovenska Istra, Slovenija

**Abstract. The migratory locust *Locusta migratoria* Linnaeus, 1758 (Orthoptera: Acrididae) – old and new species in the grasshopper fauna of Slovenian Istria** – In the recent monographic account on the grasshopper fauna of Slovenian Istria, the migratory locust *Locusta migratoria* has not been included on the regional species list. Along with historical data on the occurrence of the species in the region dating back to the 15<sup>th</sup> to 18<sup>th</sup> centuries and two overlooked published records in the last two decades, new observations of migratory locust in April and September 2020 at three localities in Slovenian Istria are presented. In conclusion, the conservation status of this protected grasshopper species in Slovenia is briefly discussed.

Key words: grasshoppers, *Locusta migratoria*, distribution, Slovenian Istria, Slovenia

## Uvod

Favna kobilic (Orthoptera) Slovenske Istre je v slovenskem merilu razmeroma dobro raziskana. V nedavno objavljeni obširni in zgledno pripravljene monografski obdelavi, Gomboc (2019) navaja za območje Slovenske Istre kar 97 vrst kobilic – 59 vrst dolgotipalčnic (Ensifera) in 38 vrst kratkotipalčnic (Caelifera). Med slednjimi v seznamu presenetljivo manjka kobilica selka *Locusta migratoria* Linnaeus, 1758 – vrsta, katere roji so v preteklih stoletjih tudi v Slovenski Istri nekajkrat povzročili pravcato naravno katastrofo (Ogrin 2012, 2019).

Kobilica selka sodi med največje predstavnice reda pri nas, v podredu kratkotipalčnic (Caelifera) jo po velikosti nekoliko prekaša le egipčanska kobilica *Anacridium aegyptium* (Linnaeus, 1764). Dolžina telesa samca dosega do 40 mm, medtem ko so samice večje, z dolžino telesa do 52 mm, čemur je treba prišteti še dolge pokrovke, ki presegajo konico zadka (Us 1992, Bellmann et al. 2019). Vrsta je že zgolj na podlagi velikosti razmeroma lahko prepoznavna. Osnovna obarvanost telesa je lahko zelena, olivnorjava ali sivkastorjava. Za očmi se pogosto vleče ozka svetla proga, ki se lahko nadaljuje na ovratnik in je spodaj ter zgoraj obdana s temnejšim robom. Ovratnik je robusten z lokasto dvignjenim osrednjim grebenom, pokrovki sta zeleni ali rumenkastorjavi z rjavimi pegami in daleč presegata kolena zadnjih nog, katerih goleni sta rdečkasto obarvani. Obarvanost in morfologija ter biologija osebkov se spreminjata v odvisnosti od gostote populacije ličink kot posledica stresnih hormonov (t. i. fazi *solitaria* in *gregaria*), celo do te mere, da so omenjeni morfološki obliki nekoč imeli za ločeni vrsti.

Kobilica selka je termofilna in vlagoljubna vrsta, naseljuje nižinska mokrišča s trstičjem, mokrotne travnike, obale rek in jezer, pa tudi sušnejše predele in ruderalne površine (Us 1992, Bellmann et al. 2019). Je široko razširjena v zmernih in tropskih predelih vzhodne poloble. V Evropi sega njena razširjenost od Azorskih in Kanarskih otokov prek celotnega Sredozemlja južno od Alp, do Grčije in dalje na vzhod do Kaspijskega jezera. Do druge polovice 19. stoletja so selitveni roji kobilic selk iz jugovzhodne Evrope in Male Azije občasno prodirali do naših krajev ter tudi severneje do srednje in severne Evrope, kasnejši izsuševalni in drugi posegi v nižinah ob Donavi v Romuniji in ob drugih rekah proti vzhodu pa naj bi tamkajšnje populacije toliko okrnili, da do prenamnožitve in oblikovanja ogromnih selitvenih rojev ne prihaja več (Camuffo & Enzi 1991, Bellmann et al. 2019). V zadnjih desetletjih so znane najdbe večinoma posameznih primerkov kobilic selk tudi severno od Alp, vendar je njihov izvor najverjetneje povezan s pobegi iz ujetništva, saj je gojitev vrste za terarijske namene v Evropi zelo razmahnjena (Hochkirch et al. 2016a, Bieringer 2017, Bellmann et al. 2019). V oceni ogroženosti vrste v Evropi in globalno (Hochkirch et al. 2016a, 2016b) je kobilica selka uvrščena v IUCN-kategorijo neogroženih vrst (Least Concern – LC).

V Sloveniji lahko konkretne novodobne podatke o pojavljanju kobilice selke preštejemo skorajda na prste ene roke, medtem ko je historičnih virov o pojavljanju nepreglednih rojev teh žuželk iz obdobja od 14. do 18. stoletja nekaj več. Tako npr. Bedjanič (2009) povzema nekatera poročila o pojavljanju kobilic selk na območju med Pohorjem in Halozami med 14. in 16. stoletjem, Ogrin & Kosmač (2013) pa v analizi vremenskega in podnebnega dogajanja na podlagi Valvasorjeve *Slave vojvodine Kranjske* in nekaterih dodatnih virov navajata nekaj zabeleženih napadov med 15. in 18. stoletjem. Sattler (1891) podrobno opisuje napade kobilic selk in

povzročeno škodo tudi v naših krajih ter omenja, podobno kot že Ogrin & Kosmač (2013) za Kranjsko, zadnje množično pojavljanje teh žuželk na Štajerskem v letu 1782. Tudi v znamenitem Scopolijevem delu *Entomologia carniolica* je kobilica selka našla svoje mesto, in sicer je poleg kratkega opisa omenjena za okolico Gorice (Scopoli 1763). Za Kranjsko jo sredi 19. stoletja navaja Schmidt (1866), ki je zapisal, da se »... pojavlja na Kranjskem preko celega leta, vendar k največji sreči ne zelo pogosto, v nekaterih letih le posamič, med julijem in septembrom na poljih v ravnini in na močvirnih tleh«. Kobilici selki gre pripisati tudi Schmidtovo navedbo taksona *Pachytylus cinerascens* Fieber, za katerega je zapisal, da se »včasih pojavlja že proti koncu junija do avgusta, na vlažnih traviščih, vendar vedno poredko« (Schmidt 1866). Podatek o primerkih kobilice selke v zbirki Prirodoslovnega muzeja Slovenije s Stola v Karavankah najdemo v Us (1971) in Us (1992), najdbo osamljenega primerka blizu Črne vasi na Ljubljanskem barju pa omenjata Gomboc & Šegula (2008). Maloštevilni recentni podatki so bili najverjetneje razlog, da je kobilica selka v Sloveniji uvrščena na Rdeči seznam ravnokrilcev, in sicer v kategorijo prizadetih vrst (E1). Kot ogroženo vrsto jo varuje *Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam* (Ur. l. RS 2002), sodi pa tudi med zavarovane vrste po *Uredbi o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah* (Poglavje 2, Priloga A; Ur. l. RS 2004).

Kot že uvodoma omenjeno, so roji kobilic selk v preteklih stoletjih nekajkrat obiskali tudi Slovensko Istro, in sicer v letih 1442, 1475, 1611, 1644, 1720 in 1741 (Ogrin 2012, 2019). Šele ob pisanju prispevka o opazovanjih vrste v Slovenski Istri v letu 2020, ki so podrobneje predstavljena v nadaljevanju, sta bili pri preverjanju literature »odkriti« dodatni novodobni omembi vrste s tega območja. V poročilu o delu skupine za kobilice na Raziskovalnem taboru študentov biologije Dekani 2004 je tako kobilica selka navedena za okolico Padne (Koče 2005, 2007), fotografijo vrste v monografiji o Škocjanskem zatoku pa brez natančne lokalitete predstavlja še Geister (2016).

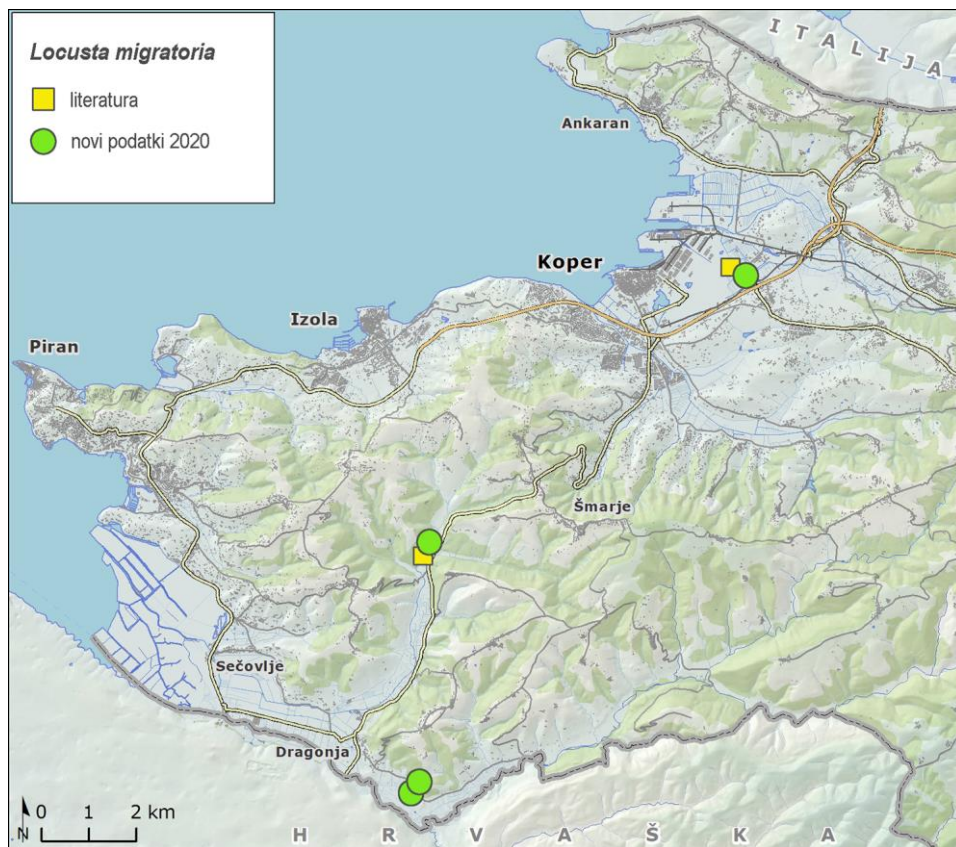
## Materiali in metode

Raziskava kobilic Slovenske Istre v letu 2020, ki je postregla z novimi opazovanji kobilice selke, je potekala le priložnostno, 24. 4. 2020 in 19. 9. 2020. Kobilice so bile večinoma fotografirane, vrste smo določali na terenu in kasneje na podlagi pregleda fotografij. Raziskava je potekala na podlagi dovoljenja za izjemen lov in raziskovanje vseh vrst kobilic (Orthoptera) za potrebe znanstveno raziskovalne in izobraževalne dejavnosti, ki ga je pod številko 35601-14/2011-08 dne 22. 3. 2011 prvemu avtorju izdalo Ministrstvo za okolje, prostor in energijo.

## Opis raziskovanega območja

Slovenska Istra je slovenska primorska pokrajina, ki leži med Tržaškim zalivom na zahodu, Slavnikom s Čičarijo na vzhodu, na severu in jugu pa jo zamejujeta državni meji z Italijo in Hrvaško (Sl. 1). Je reliefno bogato razgibana pokrajina, prevladuje submediteranska vegetacija. Ožje območje, na katerem je potekala raziskava, sega na severu od obalne ravnice oz. Škocjanskega zatoka pri Koprju prek flišnih Koprskih Brd po dolini Drnice, na jugu pa do obronkov pobočij nad dolino reke Dragonje jugovzhodno od zaselka Dragonja. Podnebje na tem območju je submediteransko, najtoplejše v Sloveniji, s povprečnimi januarskimi temperaturami nad 4 °C

in julijskimi nad 22 °C. Tudi razporeditev padavin z letno količino okoli 1000 mm je submediteranska, najbolj namočena je jesen, najmanj padavin pa pade ob koncu zime in začetku pomladi ter v juliju in avgustu, ko se pojavi suša (Ogrin 2019).



**Slika 1.** Območje zahodnega dela Slovenske Istre z označenimi literaturnimi in novimi podatki o pojavljanju kobilice selke *Locusta migratoria* iz leta 2020 (kartografska osnova: Ali Šalamun).

**Figure 1.** Map of the western part of Slovenian Istria with indicated published data and new data on the occurrence of the migratory locust *Locusta migratoria* in 2020 (base map: Ali Šalamun).

## Rezultati

Prvo presenetljivo srečanje s kobilico selko v Slovenski Istri v letu 2020 izvira iz spomladanskega obdobja. Dne 24. 4. 2020 je bila samica fotografirana pozno dopoldan na redko poraščenih, nedavno izkrčenih neobdelanih površinah severno od makadamske ceste, ki pelje mimo odlagališča odpadkov, jugovzhodno od vasi Dragonja (Tab. 1, Lok 4a; Sl. 2b, 3a).



Dodatna opazovanja vrste izvirajo iz konca poletja. Dne 19. 9. 2020 je bila pozno dopoldan samica kobilice selke opažena in fotografirana na krožni poti v Škocjanskem zatoku, nedaleč od informacijskega centra, na manjšem travišču pri odprti staji za kamarške konje (Tab. 1, Lok 1b, Sl. 2a). Poleg fotografiranega osebka je bila opazovana še ena samica.

**Tabela 1.** Novodobni podatki o pojavljanju kobilice selke *Locusta migratoria* v Slovenski Istri. Geografska lega lokalitet je prikazana na Sl. 1.

**Table 1.** Recent data on the occurrence of the migratory locust *Locusta migratoria* in Slovenian Istria. Geographic position of localities is depicted in Fig. 1.

Zap. št. lokalitete	Opis lokalitete, koordinate in datum opazovanja	Vir / Opazovalec
Lok 1a	Koper, Naravni rezervat Škocjanski zatok; [GKY: 403398, GKX: 45707; natančna lokaliteta in datum nista znana]	Geister (2016)
Lok 1b	Koper, Naravni rezervat Škocjanski zatok; travišče ob krožni poti 120 m JV od informacijskega centra; GKY: 403679, GKX: 45821; 19. 9. 2020	M. Bedjanič
Lok 2	Padna, ob glavni cesti Koper-Dragonja, gojeni travniki, njive in vrtovi, nasadi asparagusa, grmičje; GKY: 396926, GKX: 39829; [13.–23. 7. 2004; točen datum ni podan]	Koce (2005, 2007)
Lok 3	Padna, ob glavni cesti Koper-Dragonja, 720 m SSZ od Padne; redko poraščene ruderalne površine z manjšo mlako; GKY: 397123, GKX: 40103; 19. 9. 2020	M. Bedjanič
Lok 4a	Dragonja, območje S od makadamske ceste mimo odlagališča odpadkov, 1,3 km JV od vasi Dragonja; redko poraščene nedavno izkrcene neobdelane površine; GKY: 396699, GKX: 34974; 24. 4. 2020	A. Žunič Kosi
Lok 4b	Dragonja, območje J od makadamske ceste mimo odlagališča odpadkov, 1,3 km JV od vasi Dragonja; ruderalne površine s kupi navožene zemljine; GKY: 396569, GKX: 34847; 19. 9. 2020	M. Bedjanič

Opazovanje kobilice selke v Škocjanskem zatoku je spodbudilo obisk območja ob odlagališču odpadkov jugovzhodno od vasi Dragonje, kjer je bila vrsta fotografirana že spomladi. Že kmalu je bil južno od makadamske ceste, ki pelje v dolino Dragonje mimo odlagališča odpadkov (Tab. 1, Lok 4b, Sl. 2b), na kupih navožene zemljine opažen samec kobilice selke. Poskusi fotografiranja in približevanje so ga nekajkrat pregnali v do desetmetrske polete, pri čemer je bilo v letu slišati značilni šklepetajoči zvok kril. Na območju je bil opazovan in fotografiran še en samec. Pregled ruderalnih površin in terasastega pobočja ob odlagališču odpadkov severno od makadamske ceste (Tab. 1, Lok 4a) ni postregel z dodatnimi opazovanji. Na omenjenih pregledanih območjih ob odlagališču odpadkov so bile sicer v večjem številu opazovane še modrokrila peščenka *Oedipoda caerulea* (Linnaeus, 1758), kratkokrila jagodnica *Pezotettix giornae* (Rossi, 1794), hrumeča poletavka *Aiolopus strepens* (Latreille, 1804) in laška kobilica *Calliptamus italicus* (Linnaeus, 1758), posamič pa so bile ob nekaj nedoločenih predstavnicah iz družine ščebetulj (Acrididae) zabeležene še egipčanska kobilica *Anacridium aegyptium* (Linnaeus,

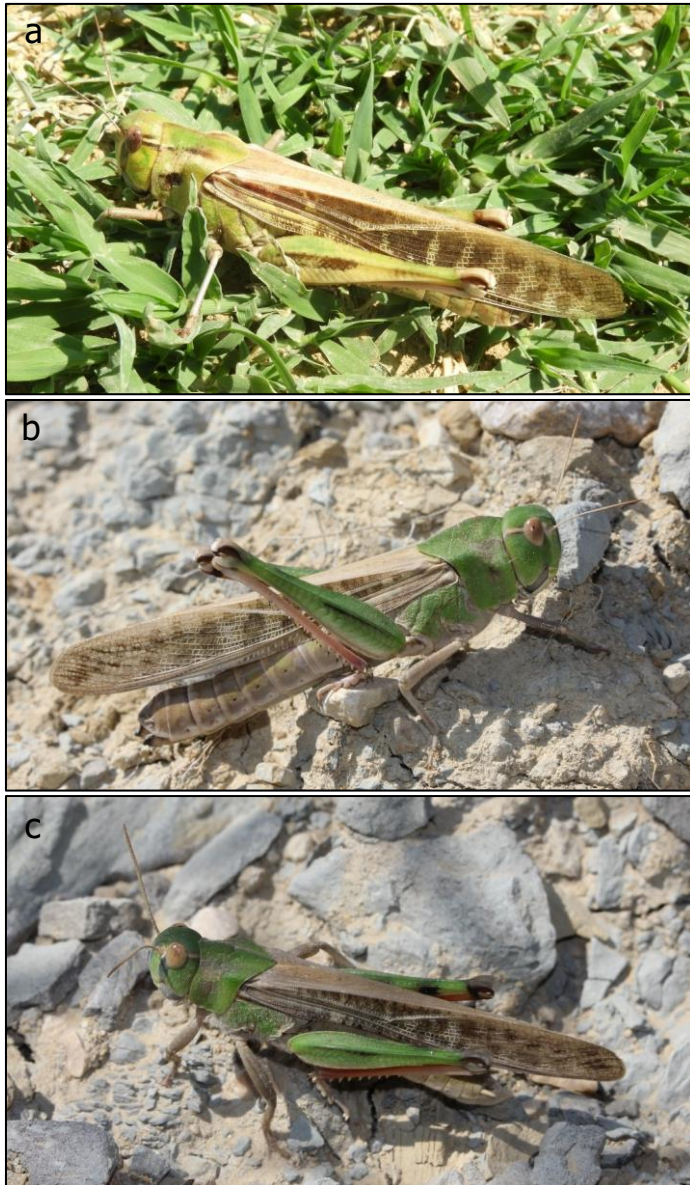
1764), primorska srparica *Phaneroptera nana* Fieber, 1853, primorska plenilka *Decticus albifrons* (Fabricius, 1775) ter bordojski muren *Eumodicogryllus burdigalensis* (Latreille, 1804).

V zgodnjem popoldnevu je bil z opazovanjem treh samcev in štirih samic kobilice selke nagrajen še obisk redko poraščenih ruderalnih površin ob glavni cesti Koper-Dragonja, severozahodno od Padne (Tab. 1, Lok 3; Sl. 2c in 2d, Sl. 3b in 3c). Ob kobilici selki so bile na območju posamič opazovane še modrokrila peščenka, hrumeča poletavka, laška kobilica in egipčanska kobilica.



**Slika 2.** Lokalitete v Slovenski Istri, kjer je bila aprila in septembra 2020 opazovana kobilica selka *Locusta migratoria*: (a) Naravni rezervat Škocjanski zatok pri Kopru (Lok 1b), (b) območje ob odlagališču odpadkov jugovzhodno od vasi Dragonja (Lok 4b v ospredju, 4a v ozadju), (c-d) območje ob glavni cesti Koper-Dragonja, severozahodno od Padne (Lok 3) (foto: M. Bedjanič).

**Figure 2.** Localities in Slovenian Istria where migratory locust *Locusta migratoria* was observed in April and September 2020: (a) Škocjanski zatok Nature Reserve near Koper (Lok 1b), (b) area next to the landfill southeast of Dragonja village (Lok 4b in the foreground, in the background 4a), (c-d) area along the main road Koper-Dragonja, northwest of Padna village (Lok 3) (photo: M. Bedjanič).



**Slika 3.** Kobilica selka *Locusta migratoria*: (a) samica, območje ob odlagališču odpadkov jugovzhodno od vasi Dragonja (Lok 4a, 24. 4. 2020); (b) samica, območje ob glavni cesti Koper-Dragonja, severozahodno od Padne (Lok 3, 19. 9. 2020); (c) samec, območje ob glavni cesti Koper-Dragonja, severozahodno od Padne (Lok 3, 19. 9. 2020) (foto: A. Žunič Kosi, M. Bedjanič).

**Figure 3.** Migratory locust *Locusta migratoria*: (a) female, area next to the landfill southeast of Dragonja village (Lok 4b, 24. 4. 2020); (b) female, area along the main road Koper-Dragonja, northwest of Padna village (Lok 3, 19. 9. 2020); (c) male, area along the main road Koper-Dragonja, northwest of Padna village (Lok 3, 19. 9. 2020) (photo: A. Žunič Kosi, M. Bedjanič).

## Razprava

Čeprav v monografski obdelavi favne kobilic Slovenske Istre kobilica selka ni omenjena (Gomboc 2019), je njeno pojavljanje na območju pričakovano in na podlagi historičnih in novodobnih objav ter opazovanj iz pričujočega prispevka tudi potrjeno. Vsekakor je zanimivo, da opazovanj te velike in markantne kobilice ni več, saj velja Slovenska Istra v ortopterološkem oziru za razmeroma dobro raziskano in je tudi priljubljen cilj ljubiteljskih entomologov ter naravoslovnih fotografov. Sklepamo, da je razlog v redkosti vrste in morda njenem pogostejšem pojavljanju le v posameznih letih ali posameznih delih leta.

Podobno velja pravzaprav za širšo regijo, od koder objavljenih favnističnih podatkov ni ravno veliko, čeprav nekateri avtorji kobilico selko označujejo kot »pogosta«. V monografiji o ravnokrilcih Istre navaja Krauss (1878) le staro Scopolijevo navedbo iz Gorice (Scopoli 1763) in Schmidtova opazovanja za Kranjsko (Schmidt 1866) ter dodaja opazovanja iz Furlanije Julijske krajine, nedaleč od slovenske meje pri Tržiču, kjer vrsta ni bila redka na močvirnih travnikih blizu obale. Padewieth (1900) omenja vrsto za okolico Reke, Karny (1907) pa dodaja še nekaj raztresenih lokalitet proti jugu, med njimi Bokanjačko blato pri Zadru, Kotor, Hvar in Mostar. Za Hrvaško Skejo et al. (2018) dobro stoletje kasneje povzemajo, da so iz panonskega dela države za kobilico selko znani le historični podatki, v splošnem vrsta ni pogosta, pojavlja se v Dinaridih, v mediteranski regiji, kjer je pogostejša proti jugu, pa jo avtorji navajajo za Istro, Kvarner, jadranske otoke, Dalmacijo in okolico Dubrovnika. V zadnjih letih je bila opazovana na nekaj lokalitetah v večjem številu. V sosednji Italiji, poleg že omenjenega podatka iz Krauss (1878), vrsto za Furlanijo kot bolj ali manj pogosto v celotni regiji omenja še Lazzarini (1896). V monografiji o favni ortopteroidov Benečije navajajo Fontana et al. (2002) kobilico selko kot pogosto ob jadranski obali. V pregledu favne kobilic obale Jadranskega morja v Italiji navajata Fontana & Kleukers (2002) kobilico selko kot eno izmed značilnih vrst za obalna mokrišča, brez podrobnejših podatkov. Buzzeti et al. (2011) so jo zabeležili na območju Magredi di San Quirino zahodno od Vidma.

Dodajmo še, da večina starejših avtorjev (npr. Schmidt 1866, Krauss 1878, Padewieth 1900) navaja kobilico selko pod dvema taksonoma *Pachytylus migratorius* (Linnaeus, 1758) in *Pachytylus cinerascens* (Fabricius, 1781), ali (npr. Karny 1907) pod dodatnim sinonimom *Pachytylus danicus* (Linnaeus, 1766), večina italijanskih avtorjev (npr. Fontana et al. 2002, Buzzeti et al. 2011) pa kot podvrsto *Locusta migratoria cinerascens* Fabricius, 1781. Historična delitev te polimorfne vrste na številne podvrste na podlagi morfoloških znakov je sporna. Z molekularnimi ter filogeografskimi raziskavami je bilo pred kratkim pokazano (Ma et al. 2012, Ma & Kang 2013), da obstajata le dve podvrsti – *L. migratoria migratoria* Linnaeus, 1758 in *L. migratoria migratorioides* (Reiche & Fairmaire, 1849). Nominotipska podvrsta je razširjena v zmernih predelih Evrazije, podvrsta *L. migratoria migratorioides* pa v Afriki, južni Evropi, na Bližnjem vzhodu, v južni in jugovzhodni Aziji ter Oceaniji (Ma et al. 2012, Ma & Kang 2013). Meja razširjenosti podvrst oz. kontaktna cona med taksonoma naj bi med drugim potekala zelo blizu Slovenije in na Hrvaškem, zato so za razjasnitev tega vprašanja tudi pri nas potrebne dodatne favnistične in molekularne raziskave (Skejo et al. 2018).

V Sloveniji ima kobilica selka status ogrožene vrste – uvrščena je na *Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam* (Ur. l. RS 2002) in zavarovana z *Uredbo o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah* (Ur. l. RS 2004). V nekaterih evropskih državah je prav tako uvrščena na rdeče sezname, npr. v Belgiji in na Nizozemskem kot regionalno izumrla vrsta, v Avstriji in Švici kot skrajno ogrožena vrsta, medtem kot je v Franciji obravnavana kot neogrožena vrsta (Hochkirch et al. 2016a). Njena ogroženost v Evropi in globalno (Hochkirch et al. 2016a, 2016b) naj ne bi bila zaskrbljujoča, saj je kobilica selka uvrščena v IUCN-kategorijo neogroženih vrst (Least Concern – LC). Pri tem je treba dodati, da v oceni ogroženosti vrste Hochkirch et al. (2016a) poudarjajo, da so pri vrsti izražena ekstremna populacijska nihanja in da so v delih areala, kot npr. v severni Italiji in Romuniji, kljub nepoznanemu splošnemu trendu, populacije v upadu.

Razmislek o dejanski ogroženosti kobilice selke v Sloveniji je težaven iz več vidikov. Historično pojavljanje požrešnih rojev teh žuželk je v naših krajih neaktualno že več kot dve stoletji. Takratne množične invazije kobilic selk so bile povezane z ugodnimi razmerami za razvoj ličink daleč v jugovzhodni Evropi in Mali Aziji ter hkrati tudi z ustreznim gibanjem zračnih tokov, ki so odraslim kobilicam v obdobju več stoletij občasno omogočali pot do srednje Evrope. Ali so bile med temi invazijami kobilice selke v manjših populacijah pri nas stalno prisotne ne vemo, čeprav poročanje Schmidta za Kranjsko iz sredine 19. stoletja (Schmidt 1866) to posredno potrjuje. Poldrugo stoletje kasneje se v razmislek o ogroženosti vrste vključijo še dejstva, da kobilice selke marsikje gojijo in prodajajo kot priljubljeno terarijsko hrano, pri čemer ni moč izključiti vnosa jajčec ali pobega ličink in odraslih živali v naravo. Še posebej v okolici velikih mest je v tem oziru treba pretehtati vsako najdbo. Ker so kobilice selke dobre letalke, je pri opazovanju zlasti posamičnih osebkov mogoče, da vrsta v območju najdbe nima avtohtone populacije, ampak lahko osebek izvira iz populacije v bližnji ali daljni okolici. V Slovenski Istri so nižinska mokrišča s trstičjem in mokrotni travniki v preteklosti pretrpeli drastične spremembe in so zelo ogrožen ter fragmentiran habitatni tip, vendar se je trend izgube tovrstnih za vrsto potencialno ustreznih bivališč z zavarovanjem nekaterih obalnih mokrišč upočasnili. Opazovanja odraslih osebkov iz Slovenske Istre po drugi strani kažejo, da kobilica selka naseljuje tudi ruderalne površine, torej neogrožen tip habitata, ki ga v današnjih časih ne manjka.

Ali je torej kobilica selka v Sloveniji ogrožena? Za dokončen odgovor na vprašanje so vsekakor potrebne nadaljnje raziskave. V notranjosti države je treba morebitne populacije vrste podrobneje raziskati in ugotoviti, ali so reliktni ostanek nekdanjih populacij ter ali so na dotičnem območju avtohtone. Za klimatsko toplejši zahodni del države oz. Slovensko Istro lahko na podlagi objavljenih in novih podatkov sklepamo, da se kobilica selka tukaj pojavlja že vsaj poldrugo desetletje, da odrasli osebki vsaj občasno tudi prezimijo in da se vrsta na območju uspešno razmnožuje. Zelo verjetno gre za eno najbolj severnih metapopulacij vrste ob jadranski obali, pri čemer pa na podlagi doslej zbranih pomanjkljivih podatkov tudi ni moč izključiti njenega nekdanjega »terarijskega« izvora. Tip habitata, ki ga vrsta naseljuje, vsaj na prvi pogled ni ogrožen in ne izginja. Za dokončno oceno ogroženosti kobilice selke so tudi v Slovenski Istri potrebne nadaljnje ciljne favnistične, molekularne in ekološke raziskave.

## Summary

In the recent monographic account on the grasshopper fauna of Slovenian Istria in southwestern Slovenia (Gomboc 2019), the migratory locust *Locusta migratoria* was not included on the regional species list. Here we report on new observations of the species in the region, and give a detailed overview of its historical occurrences.

The migratory locust is a thermophilic and hygrophilic species, inhabiting lowland reed beds, wet meadows, river and lake shores, as well as drier and ruderal areas. In Europe, its distribution extends from the Azores and the Canary Islands across the entire Mediterranean to Greece and further east to the Caspian Sea. Until the second half of the 19th century, devastating swarms of migratory locusts from South-Eastern Europe and Asia Minor occasionally invaded Slovenian regions (Sattler 1891, Bedjanič 2009, Ogrin & Kosmač 2013), as well as regions further north in Central and Northern Europe (Bellmann et al. 2019, Camuffo & Enzi 1991). Also in Slovenian Istria, migratory locusts caused a substantial natural disaster several times from the 15<sup>th</sup> to 18<sup>th</sup> century (Ogrin 2012, 2019).

Since the 18<sup>th</sup> century, the faunistic data on the migratory locust in Slovenia have been extremely scarce (Schmidt 1866, Us 1971, 1992, Gomboc & Šegula 2008). The species is assessed as endangered in Slovenian Red List of Orthopteroid insects (Ur. l. RS 2002) and is protected by the Decree on protected wild animal species (Ur. l. RS 2004). However, in a recent comprehensive assessment of species' threat status in Europe and globally it is included in the IUCN category of non-endangered species (Least Concern – LC; Hochkirch et al. 2016a, 2016b).

New observations of the migratory locust at three localities in Slovenian Istria in 2020, along with two overlooked published records in the last two decades (Koče 2005, 2007, Geister 2016), are presented. The species has been observed and photographed in Škocjanski zatok Nature Reserve near Koper, in an area adjoining the landfill southeast of Dragonja village, and in an area along the Koper-Dragonja highway, northwest of Padna village. These recent data are presented by locality details given in Tab. 1 and Fig. 1, as well as photographs of the localities (Figs. 2a-d) and observed insects (Figs. 3a-c). The occurrence of migratory locust in Slovenian Istria is thus confirmed, based on historical and recent observations.

The published faunistic data on the species are also fairly scarce for the Mediterranean region in Italy and Croatia, although some older literature accounts describe the migratory locust as locally »common« (e.g. Krauss 1878, Lazzarini 1896, Karny 1907). For Croatia, Skejo et al. (2018) state that it occurs in the Dinarides, and more commonly in the Mediterranean region. Fontana & Kleukers (2002) cite the migratory locust as one of the characteristic species for coastal wetlands of the Adriatic coast in Italy, while Fontana et al. (2002) list it as common along the Adriatic coast. Hochkirch et al. (2016a) point out that extreme population fluctuations are expressed in the species and that in certain parts of the range, such as northern Italy and Romania, its populations are declining.

The conservation status of this grasshopper in Slovenia is briefly discussed, with the stressed need for further research. For warmer submediterranean Slovenian Istria, it can be concluded that the migratory locust has been present here for at least a decade and a half, with adults overwintering at least occasionally and the species breeding successfully in the area. The type of habitat occupied by the species in Slovenian Istria is, at least at first glance, neither endangered nor disappearing. It is very likely that Slovenian Istria harbours one of the most northern metapopulations of the species along the Adriatic coast, but based on scarce data collected so far, former »terrarium« origin of detected animals cannot be ruled out. Further targeted faunistic, molecular and ecological research is needed for a more conclusive assessment of the threat status of the migratory locust in Slovenia.

## Zahvala

Za pomoč pri usklajevanju terenskega dela v Škocjanskem zatoku gre zahvala Borutu Mozetiču in Bojani Lipej. Ali Šalamun je prijazno pomagal s kartografsko podlago Slovenske Istre. Delo avtorjev je v okviru raziskovalnega programa št. P1-0255 sofinancirala Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije iz državnega proračuna.

## Literatura

- Bedjanič M. (2009): O kobilicah in bogomolki na območju med Pohorjem in Halozami (Insecta: Orthopteroidea: Saltatoria, Mantodea). In: Gradišnik S. (Ed.), Zbornik občine Slovenska Bistrica III: Svet med Pohorjem in Bočem, Zavod za kulturo Slovenska Bistrica, pp. 579-598.
- Bieringer G. (2017): Europäische Wanderheuschrecke *Locusta migratoria* Linnaeus, 1758. In: Zuna-Kratky, T., Landmann A., Illich I., Zechner L., Essl F., Lechner K., Ortner A., Weißmair W., Wöss G. (Eds.), Die Heuschrecken Österreichs. Denisia 39, Biologiezentrum des Oberösterreichischen Landesmuseums, Linz, pp. 601-607.
- Bellmann H., Rutschmann F., Roesti C., Hochkirch A. (2019): Der Kosmos Heuschrecken-führer: Die Heuschrecken Mitteleuropas und die wichtigsten Arten Südosteuropas. Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. KG, Stuttgart, 430 pp.
- Buzzetti F.M., Cogo A., Fontana P., Tami F. (2011): Indagine ecologico-faunistica sul popolamento ad Ortoteroidi di alcuni biotopi naturali del Friuli Venezia Giulia (Italia nord-orientale) (Insecta Blattaria, Mantodea, Orthoptera, Dermaptera). Gortania 32(2010): 167-188.
- Camuffo D., Enzi S. (1991): Locust invasions and climatic factors from the Middle Ages to 1800. Theor. Appl. Climatol. 43: 43-73.
- Fontana P., Buzzetti F.M., Cogo A., Ode B. (2002): Guida al riconoscimento e allo studio di Carvallette, Grilli, Mantidi e insetti affini del Veneto. (Blattaria, Mantodea, Isoptera, Orthoptera, Phasmatodea, Dermaptera, Embiidina). Museo Naturalistico Archeologico di Vicenza, Vicenza, 592 pp.
- Fontana P., Kleukers R.M.J.C. (2002): The Orthoptera of the Adriatic coast of Italy (Insecta: Orthoptera). Biogeographia 23: 35-53.
- Geister I. (2016): Doživeti Škocjanski zatok. Zavod za favnistiko, Koper & Društvo za opazovanje in proučevanje ptic Slovenije, Ljubljana, 332 pp.
- Gomboc S. (2019): Kobilice. In: Pavšič J., Gogala M., Seliškar A. (Eds.), Slovenska Istra I – Neživi svet, rastlinstvo, živalstvo in naravovarstvo, Slovenska matica, Ljubljana, pp. 220-233.
- Gomboc S., Šegula B. (2008): Kobilice. In: Pavšič J. (Ed.), Ljubljansko barje: neživi svet, rastlinstvo, živalstvo, zgodovina in naravovarstvo, Slovenska matica, Ljubljana, pp. 75-80.
- Hochkirch A., Iorgu I.S., Chobanov D.P., Szovenyi G., Kristin A., Rutschmann F., Kleukers R., Willemsse L.P.M., Presa J.J. (2016a): *Locusta migratoria*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T16084575A74494334. <https://www.iucnredlist.org/species/16084575/74494334> [Dostop 8. 10. 2020].

- Hochkirch A., Nieto A., García Criado M., Cáliz M., Braud Y., Buzzetti F.M., Chobanov D., Odé B., Presa Asensio J.J., Willemse L., Zuna-Kratky T., Barranco Vega P., Bushell M., Clemente M.E., Correas J. R., Dusoulier F., Ferreira S., Fontana P., García M.D., Heller K.-G., Iorgu I.Ş., Ivković S., Kati V., Kleukers R., Krištín A., Lemonnier-Darcemont M., Lemos P., Massa B., Monnerat C., Papapavlou K.P., Prunier F., Pushkar T., Roesti C., Rutschmann F., Şirin D., Skejo J., Szóvényi G., Tzirkalli E., Vedenina V., Barat J.Domenech, Barros F., Cordero Tapia P.J., Defaut B., Fartmann T., Gomboc S., Gutiérrez-Rodríguez J., Holuša J., Illich I., Karjalainen S., Kočárek P., Korsunovskaya O., Liana A., López H., Morin D., Olmo-Vidal J.M., Puskás G., Savitsky V., Stalling T., Tumbrinck J. (2016b): European Red List of Grasshoppers, Crickets and Bush-crickets. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 86 pp.
- Karny H. (1907): Die Orthopterenfauna des Küstengebietes von Österreich-Ungarn. Berl. Entom. Zeitschr. 52: 17-52.
- Koce U. (2005): Poročilo o delu skupine za kobilice. In: Planinc G. (Ed.), Raziskovalni tabor študentov biologije Dekani 2004, Društvo študentov biologije, Ljubljana, pp. 47-53.
- Koce U. (2007): Poročilo o delu skupine za kobilice na RTŠB Dekani 2004. In: Polajnar J. (Ed.), Raziskovalni tabor študentov biologije Lovrenc na Pohorju 2005, Društvo študentov biologije, Ljubljana, pp. 44-55.
- Krauss H. (1878): Die Orthopteren-Fauna Istriens. Sb. Ak. Wiss. Wien math. Naturw. Kl (1), 78: 451-544.
- Lazzarini A. (1896): Catalogo di ortotteri e neurotteri del Friuli. Pastorizia del Veneto, št. 20-23;- Posebni odtis (1897), Doretta, Udine, 30 pp.
- Ma C., Kang L. (2013): Population genetics and the subspecific taxonomy of the migratory locust. Chin. J. Appl. Ecol. 50(1): 1-8.
- Ma C., Yang P., Jiang F., Chapuis M.-P., Shali Y., Sword G. A., Kang L. (2012): Mitochondrial genomes reveal the global phylogeography and dispersal routes of the migratory locust. Mol. Ecol. 21(17): 4344-4358.
- Ogrin D. (2012): Podnebje in izredni vremenski dogodki ob Tržaškem zalivu pred letom 1841. Geogr. obz. 59(3): 23-30.
- Ogrin D. (2019): Podnebje. In: Pavšič J., Gogala M., Seliškar A. (Eds.), Slovenska Istra I – Neživi svet, rastlinstvo, živalstvo in naravovarstvo, Slovenska matica, Ljubljana, pp. 73-89.
- Ogrin D., Kosmač S. (2013): Valvasorjevi prikazi vremena in podnebja v Slavi vojvodine Kranjske. Dela 40: 39-53.
- Padewieth M. (1900): Orthoptera genuina des kroat. Litorale und der Umgebung Fiumes. Glasnik Hrv. narav. druš. 11: 8-33.
- Sattler J. (1891): Za poduk in kratek čas: Kobilice selivke na Slovenskem. Slovenski gospodar 25(30): 245-246 [23.07.1891]; 25(31): 254-255 [30.07.1891]; 25(32): 261-262 [06.08.1891]; 25(33): 269-270 [13.08.1891]; 25(34): 277-278 [20.08.1891].
- Schmidt F. (1866): Verzeichnis der von mir bisher in Krain aufgefundenen u. in meiner Sammlung befindl. Orthopteren. Mitt. Musealver. Krain, Laibach 1: 77-88.
- Scopoli I.A. (1763): Entomologia carniolica, exhibens insecta Carnioliae indigena et distributa in ordines, genera, species, varietates. Methodo Linnaeana. Trattner, Vindobonae. (iv)+xxxii+424 pp., 43 tab.



- Skejo J., Rebrina F., Szövényi G., Puskás G., Tvrčkovič N. (2018): The first annotated checklist of Croatian crickets and grasshoppers (Orthoptera: Ensifera, Caelifera). *Zootaxa* 4533(1): 1-95.
- Us P.A. (1971): Beitrag zur Kenntnis der Orthopteren-Fauna (Saltatoria) von Slowenien. *Beitr. Ent.* 21(1/2): 5-31.
- Us P.A. (1992): Favna ortofteroidnih insektov Slovenije. *SAZU, Razred za prirodoslovne vede*, 32(12): 1-314.
- Ur. l. RS (2002): Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam. *Uradni list RS* 12(82): 8893-8975.
- Ur. l. RS (2004): Uredba o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah. *Uradni list RS* 14(46): 5963-6016.



# The butterfly (Lepidoptera: Papilionoidea) diversity of Mt. Mosor in Dalmatia, Croatia

Toni KOREN<sup>1</sup>, Ivona BURIĆ<sup>1</sup>, Gordana GLAVAN<sup>2</sup>, Rudi VEROVNIK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Association Hyla, I. Lipovac 7, HR-10000 Zagreb, Croatia; E-mails: koren.toni1@gmail.com, ivona.buric@hhdhyla.hr

<sup>2</sup>University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Biology, Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, Slovenia; E-mails: gordana.glavan@bf.uni-lj.si, rudi.verovnik@bf.uni-lj.si

**Abstract.** Mosor is a small mountain massif situated in central Dalmatia, above the cities of Split and Omiš. It was never a target of any systematic butterfly surveys, with its fauna remaining almost completely unknown. During our surveys from 2011 to 2020, we recorded 96 butterfly species at 60 localities. With the literature record of *Polyommatus ripartii*, a total of 97 species are recorded from Mt. Mosor. The comparison with the published lists of the neighbouring lower Mt. Kozjak and much higher Mt. Biokovo revealed that the butterfly richness of Mt. Mosor is intermediate, with 87 and 116 species recorded from those mountains, respectively. The biogeographical composition of all three mountains is, however, similar, with the dominant Euro-Siberian and Euro-Oriental faunistic elements comprising together about 80% of the species. For some species with scarce information for Croatia or Dalmatia, like *Papilio alexanor*, *Zerynthia polyxena*, *Parnassius mnemosynae*, *Aricia anteros*, *Polyommatus escheri*, *Melitaea aurelia*, *Proterebia phegea*, and *Neptis rivularis*, new records are discussed.

Key words: Croatia, Lepidoptera, faunistics, biogeography, distribution, threat status

**Izvleček. Pestrost dnevnih metuljev (Lepidoptera: Papilionoidea) planine Mosor v Dalmaciji, Hrvaška** – Mosor je majhen gorski masiv, ki se razteza v srednji Dalmaciji nad mestoma Split in Omiš. Nikoli ni bil tarča sistematičnih raziskav dnevnih metuljev in njegova favna je bila skoraj popolnoma neznana. Med raziskavami od leta 2011 do 2020 smo na 60 lokacijah zabeležili 96 vrst metuljev. Skupaj z literaturnim podatkom za *Polyommatus ripartii* je tako na Mosorju zabeleženih 97 vrst. V primerjavi s sosednjima planinama, nižjim Kozjakom in veliko višjim Biokovom, je pestrost metuljev Mosorja nekje vmes, saj je iz teh planin zabeleženih 87 oziroma 116 vrst. Biogeografska sestava vseh treh planin pa je podobna, saj dominirajo evro-sibirski in evro-orientalski favniški elementi s skupno približno 80-odstotnim deležem. Za nekatere redke vrste za Hrvaško ali Dalmacijo, kot so *Papilio alexanor*, *Zerynthia polyxena*, *Parnassius mnemosynae*, *Aricia anteros*, *Polyommatus escheri*, *Melitaea aurelia*, *Proterebia phegea* in *Neptis rivularis*, so predstavljene nove najdbe.

Ključne besede: Hrvaška, metulji, favnistika, biogeografija, razširjenost, ogroženost

## Introduction

Mosor is a small mountain located in central Dalmatia (SE Croatia), between Mt. Kozjak in the north-west and Mt. Biokovo in the south-east, between Split and Omiš cities. It stretches from the Klis Pass in the northwest to the Cetina River in the southeast and is about 25 km long. The highest peak of the mountain is Veliki Kabal (1,339 m a.s.l.). Mosor has a typical Mediterranean climate. The mountain is of limestone composition, with a large number of pits and caves (Ministry of Environment and Energy 2012). The southern slopes are mostly barren, steep, covered with sparse vegetation, while the northern slopes are covered with deciduous forests. The vegetation of Mt. Mosor is of entirely Mediterranean character (Šegulja & Bedalov 1984). The prevailing forest community, *Quercus-Carpinetum orientalis*, occupies altitudes from 400 to 900 m, while the *Seslerio-Ostryetum* community is present from 900 m upwards (Šegulja & Bedalov 1984). Forest fires are common in the area, especially on the southern slopes of Mt. Mosor. Lower parts of the mountains are easily accessible, and several villages can be reached on both the southern and the northern parts of the mountain. Hiking trails to some of the prominent peaks are available, although poorly maintained.

As for many other mountains in Croatia, historical records of butterflies from Mosor are very limited (Stauder 1911, 1913, 1923). Among the records worth mentioning is the record of *Polyommatus ripartii*, a rare species in Croatia (Koren 2010) from the southern slopes of the mountain (Dinča et al. 2013). Only three species have so far been recorded from Mt. Mosor, indicating the need for a more systematic survey of the mountain. The goal of this contribution is to present the butterfly diversity of Mt. Mosor, and compare it to the published lists of the neighbouring Mt. Kozjak (Koren et al., 2019) and Biokovo (Mihoci et al. 2011; Kačirek 2017). We also discuss distribution and potential threats to the selected species.

## Materials and methods

Field surveys, specifically addressing the butterfly fauna of the region, were carried out from 2014 onwards, but we report also some records from 2011 onward. Most data reported here were collated during the 2019 and 2020 seasons, mostly from early May to the beginning of July at altitudes below 800 m a.s.l. Satellite topography and habitat diversity were used to select the potentially suitable localities in the region prior to the field visits, in order to optimize the time spent in the field. The list of localities contains the relevant toponyms, a short description of the habitat, altitude, coordinates, dates of the visits, and the observers' initials.

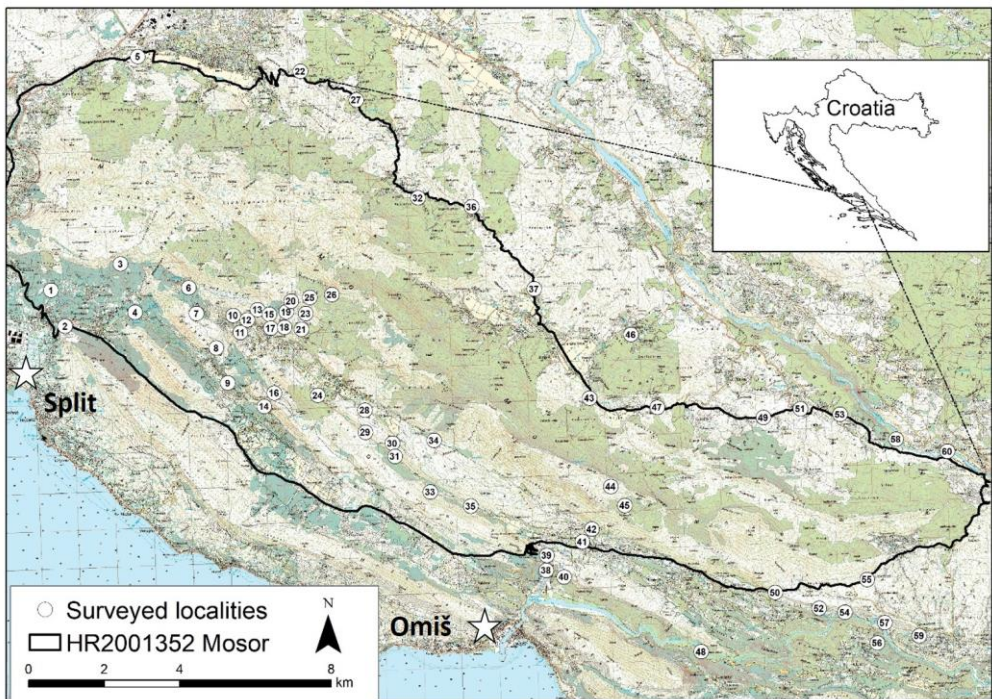
In order to record butterflies, random walks and general inventories were carried out. Butterflies were observed in flight or netted for identification, using standard field guides (Lafranchis 2004, Tolman & Lewington 2008). Additionally, specimens of the genera *Leptidea*, *Plebejus*, *Melitaea* and *Hipparchia* were collected and their genitalia examined. Revision of the collected specimens from *Pieris napi* | *balcana* aggregate were examined with the aid of wing-markings (Lorković 1970). The nomenclature follows Wiemers et al. (2018).

Comparisons of the species composition between the three mountains, i.e. Mosor, Kozjak and Biokovo were made using biogeographical affiliations of butterflies according to Kudrna et al. (2015).

## Results

### Overview of butterfly findings on Mt. Mosor

A total of 60 sites were visited during the surveys, some of them on several occasions (Fig. 1; Tab. 1). Here the localities are arranged according to their geographical position, from the west to the east (Fig. 1).



**Figure 1.** Map of localities where butterfly inventories were conducted on Mt. Mosor from 2014 to 2020. Locality numbers correspond to those in the Tab.1. The borders of the Natura 2000 SCI site HR2001352 are shown.

**Slika 1.** Zemljevid lokacij, kjer so bili na Mosorju od leta 2014 do 2020 narejeni popisi dnevnih metuljev. Številke lokacij ustrezajo tistim v Tab. 1. Prikazane so meje območja SCI Natura 2000 HR2001352.

**Table 1.** Overview of localities on Mt Mosor, sampled for butterflies in the 2011–2020 period. Locality numbers and names, WGS84 coordinates, altitude, habitat description, dates of visits and legators are given. Legator abbreviations are as follows: DK: Daria Kranželić, TK: Toni Koren, RV: Rudi Verovnik, GG: Gordana Glavan, IB: Ivona Burić, AŠ: Ana Štih, JB: Jelena Babić, JV: Jan Verovnik.

**Tabela 1.** Pregled lokacij na Mosorju, kjer so bili vzorčeni metulji v letih 2014–2020. Navajamo številke in imena lokacij, koordinate WGS84, nadmorsko višino, opis habitata, datume obiskov in legatorje. Okrajšave slednjih so naslednje: DK: Daria Kranželić, TK: Toni Koren, RV: Rudi Verovnik, GG: Gordana Glavan, IB: Ivona Burić, AŠ: Ana Štih, JB: Jelena Babić, JV: Jan Verovnik.

Locality no. and name	WGS84 N	WGS84 E	Altitude	Habitat description	Dates of visits and legators
1. Žrnovica, north of the village	43,527441	16,541357	160 m	olive groves, edge of maquis	29.5.2020, IB
2. Žrnovica, north of the village 2	43,518849	16,545722	70 m	river banks and calcareous grasslands	29.5.2020, IB
3. Žrnovica, north of the village, Torine toponym	43,533426	16,56416	360 m	calcareous grasslands	29.5.2020, IB
4. Žrnovica, banks of river Žrnovica	43,521805	43,521805	136 m	calcareous grasslands	11.5.2019, TK, 25.5.2019, TK, 8.6.2019, TK, 29.5.2020, IB
5. Dugopolje	43,582652	16,571114	340 m	forest edge and dry grasslands	6.7.2020, TK, IB, DK
6. Mosor, north of Lolići village	43,527426	16,586406	420 m	ruderal area and calcareous grasslands	29.5.2020, IB
7. Donje Sitno, Prisika	43,521258	16,588743	480 m	calcareous grasslands	29.5.2020, IB
8. Donje Sitno, in a small valley above the village	43,512964	16,595006	270 m	calcareous rocky area, bushes	29.4.2015, RV, 28.5.2015, RV, 20.5.2018, RV, 2.5.2019, TK, 8.6.2019, TK, 1.8.2019, RV, 23.5.2020, RV, GG, JV, 27.6.2020, RV, GG, 4.9.2020, TK
9. Donje Sitno	43,504611	16,598518	329 m	ruderal area, gardens	30.4.2011, TK
10. Gornje Sitno, along the road and track NW of the village	43,520883	16,602217	630 m	calcareous rocky slopes, bushes	28.5.2015, RV, 1.8.2019, RV, 9.5.2020, IB, 7.6.2020, RV, GG
11. Gornje Sitno, along a side road and S of the village	43,516564	16,602997	510 m	gardens, small grasslands, forest edge	29.5.2020, IB, 27.6.2020, RV, GG
12. Gornje Sitno, north of Gabrići	43,519536	16,605308	623 m	rocky areas with small grassland patches	2.5.2018, TK, IB, AŠ, 5.6.2018, TK, IB

<b>Locality no. and name</b>	<b>WGS84 N</b>	<b>WGS84 E</b>	<b>Altitude</b>	<b>Habitat description</b>	<b>Dates of visits and legators</b>
13. Gornje Sitno, south of peak Volujak	43,520377	16,606517	615 m	rocky areas with small grassland patches	30.4.2011, TK
14. Sirotkovići, inside the village	43,498868	16,610278	443 m	gardens	6.7.2020, DK
15. Mosor, along the path on the ridge SW of Umberto Girometta hut	43,520756	16,612572	800 m	rocky areas, small grasslands	27.6.2020, RV, GG
16. Mosor, Zvezdano selo	43,502037	16,613652	650 m	rocky grasslands	2.5.2018, TK, IB, AŠ, 5.6.2018, TK, IB, 11.5.2019, TK, 5.5.2019, TK, JB, 4.9.2020, TK
17. Gornje Sitno	43,5200	16,615556	623 m	rocky grasslands, oak groves	25.6.2018, TK, IB
18. Gornje Sitno, S of the mountain hut	43,519167	16,6175	625 m	grasslands	25.6.2018, TK, IB
19. meadow in the woods S of Umberto Girometta hut	43,521272	16,618069	830 m	rocky grasslands	27.6.2020, RV, GG
20. Gornje Sitno, at the mountain hut Umberto Girometta	43,522778	16,618333	625 m	grasslands and forest edge	25.6.2018, TK, IB
21. SE of mountain hut Umberto Girometta	43,518583	16,622633	800 m	large abandoned meadows	1.8.2019, RV, 27.6.2020, RV, GG
22. Vladovići, small valley west of the village	43,578397	16,624257	475 m	small patches of grasslands, forest edge	11.5.2019, TK, 8.6.2019, TK, 6.7.2020, TK, 6.7.2020, IB, DK
23. along the path on south-facing slopes E of mountain hut Umberto Girometta	43,520758	16,624439	870 m	rocky slopes, bushes	1.8.2019, RV, 27.6.2020, RV, GG
24. Dubrava, south of the village	43,501248	16,627871	510 m	grasslands and forest edge alongside the main road	29.5.2020, IB
25. along the path on the plateau SW of Veliki Kabal peak	43,524731	16,630908	1030 m	sparse oak woods, small clearings	1.8.2019, RV
26. along the path on the S slopes of the Veliki Kabal peak	43,525136	16,633117	1100 m	grassy and rocky open areas	1.8.2019, RV
27. Vladovići village	43,571338	16,642398	530 m	gardens with flowers	6.7.2020, TK
28. Dubrava, ruderal area on a plateau at the cemetery	43,497528	16,643158	520 m	ruderal grasslands, forest edge	2.5.2019, RV, GG

<b>Locality no. and name</b>	<b>WGS84 N</b>	<b>WGS84 E</b>	<b>Altitude</b>	<b>Habitat description</b>	<b>Dates of visits and legators</b>
29. Dubrava, along a small stream S of the village, in a separate valley	43,492272	16,643172	440 m	abandoned, partially overgrown calcareous grasslands	29.4.2015, RV
30. Dubrava, in a small side valley near St. Arnir Church	43,489492	16,651969	520 m	rocky and bushy slopes	2.5.2019, RV, GG, JV, 1.8.2019, RV, 27.6.2020, RV, GG, 4.9.2020, TK
31. NE of Orebić, south of Brojilo	43,486385	16,652701	435 m	grassland patches, forest edge	8.6.2019, TK
32. Smajići, south of the village	43,547742	16,661864	540 m	grasslands	11.5.2019, TK
33. Gata, SE of Rudine	43,477755	16,66397	380 m	dry grasslands	5.6.2018, TK, IB, 6.7.2020, TK, DK, IB, 4.9.2020, TK
34. Dubrova, along the side road SE of the village	43,489992	16,665589	570 m	grasslands	30.4.2011, TK, 2.5.2019, RV, GG, JV, 27.6.2020, RV, GG
35. Gata, south of Sridnji gaj	43,474193	16,677123	355 m	arable land, gardens, grasslands	11.5.2019, TK,
36. Gornji Dolac, Osoje	43,545377	16,679396	605 m	grasslands, forest edge	2.5.2018, TK, IB, AŠ, 11.5.2019, TK, 8.6.2019, TK, 6.7.2020, TK, IB, DK
37. Donji Dolac	43,520779	16,701736	540 m	calcareous grasslands, marl areas and forest edge	11.5.2019, TK, 8.6.2019, TK, 6.7.2020, TK, IB, DK
38. Zakučac, along the stream in the village	43,458569	16,701336	10 m	ruderal area, forest edge	23.5.2020, RV, GG, JV
39. Gata, small valley above S of the village	43,462133	16,7016	240 m	steep rocky slopes	28.5.2015, RV
40. Zakučac, screes above the village on slopes of Mt. Oljica	43,456917	16,707133	220 m	steep rocky slopes	22.5.2014, RV, 29.4.2015, RV, 20.5.2018, RV, 23.5.2020, RV, GG, JV
41. Gata, at the store in the centre of the village	43,465194	16,71332	555 m	gardens	2.5.2019, RV, GG, 6.7.2020, TK



<b>Locality no. and name</b>	<b>WGS84 N</b>	<b>WGS84 E</b>	<b>Altitude</b>	<b>Habitat description</b>	<b>Dates of visits and legators</b>
42. Gata, around Sv. Rok pond	43,4681331	16,7165563	420 m	grasslands and forest edge	31.3.2017, TK, 11.5.2019, TK, PN, 29.6.2019, DK, 6.7.2020, TK, IB, DK
43. Gornji Dolac, west of the village	43,499306	16,716625	596 m	small grassland patches, forest edge	2.5.2018, TK, IB, AŠ, 11.5.2019, TK, PN, 8.6.2019, TK, 6.7.2020, TK, IB, DK
44. Gata, south of Trpošnjak peak	43,478181	16,723034	1013 m	rocky areas, small forest groves	30.6.2019, DK
45. Gata, north of Rastovača peak	43,473611	16,727497	837 m	rocky areas, small forest groves	2.7.2019, DK, 3.7.2019, DK
46. Radovići village	43,514213	16,730553	416 m	forest edge and small grasslands patches	6.7.2020, DK
47. Gornji Dolac, east of the village	43,49679	16,738698	558 m	grasslands and arable land	2.5.2018, TK, IB, AŠ, 25.6.2018, TK, 25.6.2020, TK, IB, AŠ, 11.5.2019, TK, PN, 8.6.2019, TK, 6.7.2020, TK
48. Radmanove mlinice	43,438447	16,751332	50 m	the shore of Cetina River	5.7.2020, IB
49. Blato na Cetini, Trnbusi, along the road to Gornji Dolac, 800 m W of the village	43,49385	16,77733	310 m	overgrown pastures, rocky grasslands	2.5.2014, RV, 6.7.2020, TK, IB, DK
50. Badanj, on along the main road NE of the village	43,452156	16,775967	210 m	rocky slopes	22.5.2014, RV
51. Zavala village	43,495723	16,78551	333 m	gardens inside the village	6.7.2020, TK
52. Smolonje, along the road in the valley NE of the village	43,448167	16,790167	130 m	wooded areas, small grasslands	28.5.2015, RV
53. Jasenje, near the banks of river Cetina	43,494187	16,798348	317 m	grasslands and forest edge	11.5.2019, TK, PN, 8.6.2019, TK
54. Kostanje, in the gorge of Cetina River W of the village	43,447083	16,800769	50 m	grasslands and forest edge	22.5.2014, RV, 28.5.2015, RV, 2.5.2019, RV, GG, JV, 29.6.2016, TK, 5.7.2020, TK, IB

Locality no. and name	WGS84 N	WGS84 E	Altitude	Habitat description	Dates of visits and legators
55. Seoca, Amulića staje	43,454787	16,805966	267 m	road verge, bushy area	11.5.2019, TK, PN
56. Kučiče	43,439663	16,808888	227 m	gardens and grasslands	13.5.2017, TK, AŠ
57. Kostanje, along the path near Cetina River W of the village	43,444417	16,81150	80 m	rocky slopes, arable land, and woods	2.5.2014, RV, 5.7.2020, TK, IB, DK
58. Blato na Cetini, along Cetina River W of the village Strižići	43,488000	16,816483	220 m	road verges and overgrown slopes	2.5.2014, RV, 8.6.2019, TK, 6.7.2020, TK, DK, 4.9.2020, TK
59. Šimunovići, north of the village	43,441149	16,822682	166 m	small grasslands and arable lands	5.7.2020, TK
60. Blato na Cetini	43,484826	16,83314	245 m	grasslands and shores of Cetina River	6.7.2020, TK, IB, DK

Altogether, we recorded 96 butterfly species at 60 localities across Mt. Mosor (Tabs. 1 and 2). More than 30 species were recorded at 14 localities, and more than 40 at only three sites (Loc. 8, 16, 30; Tab. 1). Two butterfly richest localities were both on the southern side of Mt. Mosor at Donje Sitno (Fig. 3a), in a small valley above the village, and near Dubrava, in a small side valley near St. Arnir Church with 57 and 48 species, respectively.

Among the species listed, six were recorded at 30 or more sites (Tab. 2): *Iphiclides podalirius*, *Colias crocea*, *Pieris ergane*, *Aricia agestis*, *Polyommatus icarus* and *Lasiommata megera*.

**Table 2.** List of species recorded from Mt. Mosor during the studies carried out in the 2011–2020 period, with distribution records of the species and their status in the Red list of Croatia (Šašić et al. 2015) and Europe (van Swaay et al. 2010). Locality numbers correspond to those in the Tab. 1 and Fig. 1. Abbreviations refer to categories: DD: Data Deficient, NT: Near Threatened.

**Tabela 2.** Seznam vrst dnevnih metuljev, opaženih na Mosorju med raziskavami v letih 2014–2020, s podatki o razširjenosti in njihov status v Rdečih seznamih metuljev Hrvaške (Šašić et al. 2015) in Evrope (van Swaay et al. 2010). Številke lokacij ustrezajo tistim v Tab. 1 in Sl. 1. Okrajšave pomenijo: DD: premalo podatkov, NT: potencialno ogrožena vrsta.

List of species	Locality number	Red list Croatia*	Red list Europe**
<b>Hesperiidae</b>			
1. <i>Ochlodes sylvanus</i> (Esper, 1777)	5, 8, 19, 22, 24, 27, 33, 36, 43, 46, 52, 55, 60		
2. <i>Thymelicus acteon</i> (Rottemburg, 1775)	3, 4, 5, 6, 8, 10, 11, 16, 21, 22, 27, 30, 31, 33, 34, 36, 37, 41, 46, 47, 52, 53, 54, 57	DD	NT
3. <i>Thymelicus lineola</i> (Ochsenheimer, 1808)	8, 19, 21, 24, 45		
4. <i>Thymelicus sylvestris</i> (Poda, 1761)	1, 8, 11, 18, 21, 30, 33, 34, 37, 43, 52, 54		
5. <i>Carcharodus alceae</i> (Esper, 1780)	5, 6, 30, 34, 47, 54, 57		

List of species	Locality number	Red list Croatia*	Red list Europe**
6. <i>Carcharodus orientalis</i> Reverdin, 1913	3, 6, 8, 16, 17, 43, 47, 52, 59		
7. <i>Erynnis tages</i> (Linnaeus, 1758)	5, 6, 8, 16, 22, 23, 24, 30, 34, 37, 43, 46, 47, 52, 53, 54, 58, 59, 60		
8. <i>Pyrgus armoricanus</i> (Oberthür, 1910)	8, 15, 16, 34		
9. <i>Pyrgus malvae</i> (Linnaeus, 1758)	30, 34, 35, 36, 43, 47, 56, 57		
10. <i>Pyrgus sidae</i> (Esper, 1784)	8, 24, 36, 47, 53, 54		
11. <i>Spialia orbifer</i> (Hübner, 1823)	6, 8, 16, 19, 21, 30, 43, 52, 53, 59		
12. <i>Gegenes pumilio</i> (Hoffmannsegg, 1804)	8		
<b>Papilionidae</b>			
13. <i>Iphiclides podalirius</i> (Linnaeus, 1758)	5, 6, 8, 10, 12, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 27, 28, 30, 31, 34, 36, 37, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 52, 53, 54, 55, 57, 58, 59		
14. <i>Papilio alexanor</i> Esper, 1800	not listed (surroundings of Split)	DD	
15. <i>Papilio machaon</i> Linnaeus, 1758	8, 12, 15, 16, 18, 21, 28, 30, 37, 43, 45, 46, 47, 54, 57	NT	
16. <i>Zerynthia polyxena</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	29, 30, 34, 43, 47, 54	NT	
17. <i>Parnassius mnemosyne</i> (Linnaeus, 1758)	47	NT	NT
<b>Pieridae</b>			
18. <i>Colias alfacariensis</i> Ribbe, 1905	4, 29, 30, 34, 37, 43, 52, 53, 58		
19. <i>Colias crocea</i> (Geoffroy, 1785)	3, 4, 5, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 19, 21, 22, 23, 28, 29, 30, 34, 37, 39, 40, 42, 43, 47, 52, 54, 56, 57, 58, 60		
20. <i>Gonepteryx rhamni</i> (Linnaeus, 1758)	6, 8, 10, 11, 18, 19, 20, 21, 29, 30, 34, 36, 42, 52, 54, 57, 58, 60		
21. <i>Gonepteryx cleopatra</i> (Linnaeus, 1767)	34		
22. <i>Leptidea</i> cf. <i>sinapis</i> (Linnaeus, 1758)	4, 5, 8, 9, 12, 16, 19, 23, 29, 30, 33, 34, 37, 40, 42, 43, 52, 54, 56, 57, 58, 60		
23. <i>Anthocharis cardamines</i> (Linnaeus, 1758)	4, 8, 9, 12, 16, 29, 30, 32, 34, 35, 37, 40, 42, 43, 47, 54, 57, 58		
24. <i>Aporia crataegi</i> (Linnaeus, 1758)	4, 17, 19, 21, 22, 37, 40, 47, 52, 53, 54, 56		

<b>List of species</b>	<b>Locality number</b>	<b>Red list Croatia*</b>	<b>Red list Europe**</b>
25. <i>Pieris balcana</i> Lorković, 1970	20, 27, 30, 33, 40, 42, 46, 56, 57, 58, 60		
26. <i>Pieris brassicae</i> (Linnaeus, 1758)	6, 8, 10, 16, 19, 20, 27, 34, 38, 40, 42, 52, 54, 56, 57	DD	
27. <i>Pieris ergane</i> (Geyer, 1828)	1, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 30, 31, 33, 40, 42, 46, 47, 48, 53, 54, 56, 57, 58, 59, 60		
28. <i>Pieris mannii</i> (Mayer, 1851)	4, 8, 9, 10, 12, 13, 15, 18, 19, 23, 25, 27, 29, 30, 33, 34, 36, 39, 40, 42, 45, 52, 54, 56, 57, 58		
29. <i>Pieris</i> cf. <i>napi</i> (Linnaeus, 1758)	34, 40, 47, 52, 54, 57, 58		
30. <i>Pieris rapae</i> (Linnaeus, 1758)	4, 5, 6, 8, 16, 17, 20, 27, 30, 31, 33, 34, 37, 42, 43, 52, 54, 56, 57, 58, 60		
31. <i>Pontia edusa</i> (Fabricius, 1777)	4, 5, 8, 15, 16, 30, 33, 36, 43, 47		
32. <i>Lycaena phlaeas</i> (Linnaeus, 1761)	5, 8, 10, 11, 12, 16, 19, 21, 23, 30, 34, 36, 37, 42, 52, 53		
33. <i>Aricia agestis</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	4, 5, 8, 9, 10, 12, 13, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 23, 25, 26, 27, 29, 30, 32, 33, 34, 37, 38, 42, 43, 45, 47, 52, 53, 54, 57, 58		
34. <i>Aricia anteros</i> (Freyer, 1838)	26		NT
35. <i>Celastrina argiolus</i> (Linnaeus, 1758)	3, 4, 6, 8, 10, 15, 16, 19, 30, 33, 36, 42, 52, 54, 57		
36. <i>Cupido argiades</i> (Pallas, 1771)	54, 58		
37. <i>Cupido minimus</i> (Fuessly, 1775)	2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 28, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 42, 43, 47, 52, 54, 56		
38. <i>Cupido osiris</i> (Meigen, 1829)	10		
39. <i>Cyaniris semiargus</i> (Rottemburg, 1775)	3, 6, 8		
40. <i>Glaucopteryx alexis</i> (Poda, 1761)	3, 6, 8, 12, 13, 16, 30, 34, 35, 42, 43, 49, 52, 54, 56, 57	NT	
41. <i>Iolana iolas</i> (Ochsenheimer, 1816)	8, 10, 30, 39, 52, 54		NT
42. <i>Lampides boeticus</i> (Linnaeus, 1767)	54, 58		
43. <i>Leptotes pirithous</i> (Linnaeus, 1767)	54, 58		
44. <i>Tarucus balkanicus</i> (Freyer, 1844)	8		

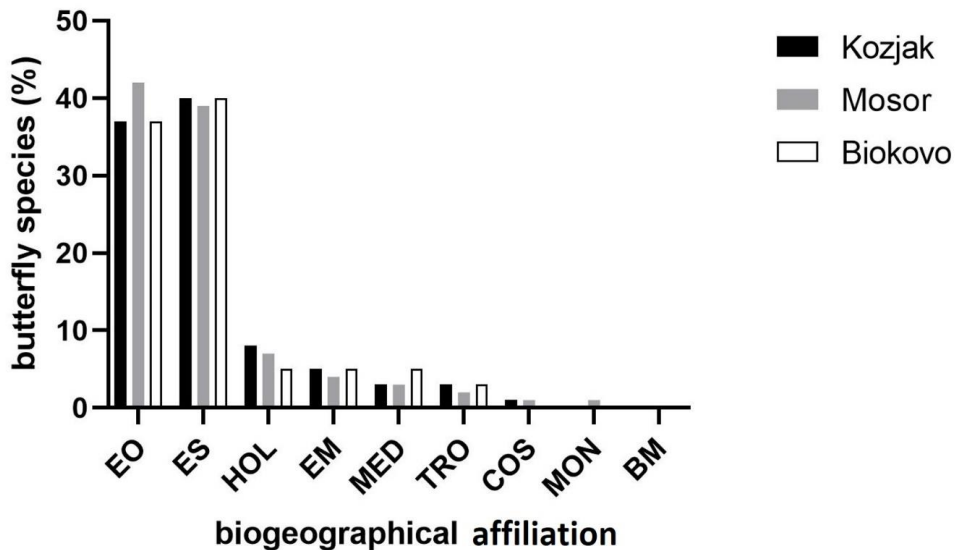
List of species	Locality number	Red list Croatia*	Red list Europe**
45. <i>Plebejus argus</i> (Linnaeus, 1758)	18, 19, 21, 33, 34, 35, 36, 37, 43, 47		
46. <i>Plebejus idas</i> (Linnaeus, 1761)	5, 8, 21, 37, 43		
47. <i>Plebejus argyrognomon</i> (Bergsträsser, 1779)	60		
48. <i>Lysandra bellargus</i> (Rottemburg, 1775)	3, 8, 13, 16, 19, 21, 24, 30, 31, 33, 34, 36, 37, 47, 52, 53, 54, 58		
49. <i>Lysandra coridon</i> (Poda, 1761)	30		
50. <i>Polyommatus amandus</i> (Schneider, 1792)	19		
51. <i>Polyommatus daphnis</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	17, 19, 20, 21, 25, 26, 46		
52. <i>Polyommatus dorylas</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	8		NT
53. <i>Polyommatus escheri</i> (Hübner, 1823)	6, 8, 30, 37, 52, 53, 58		
54. <i>Polyommatus icarus</i> (Rottemburg, 1775)	3, 4, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 27, 30, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 47, 49, 51, 52, 53, 54, 56, 57, 58, 60		
55. <i>Polyommatus thersites</i> (Cantener, 1835)	30, 37, 43	NT	
56. <i>Scolitantides orion</i> (Pallas, 1771)	6, 8, 12, 13, 16, 30, 32, 34, 36, 37, 38, 40, 42, 43, 47, 52, 54, 56, 57, 58	NT	
57. <i>Pseudophilotes vicrama</i> (Moore, 1865)	5, 10, 13, 22, 23, 34, 37, 40, 57	NT	NT
58. <i>Callophrys rubi</i> (Linnaeus, 1758)	5, 6, 8, 9, 12, 16, 29, 30, 34, 35, 42, 43, 47, 52, 54, 57		
59. <i>Satyrrium acaciae</i> (Fabricius, 1787)	10, 33, 34, 43		
60. <i>Satyrrium ilicis</i> (Esper, 1779)	3, 8, 34, 40, 52, 54		
61. <i>Satyrrium spini</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	5, 8, 10, 11, 12, 15, 16, 18, 19, 21, 22, 23, 25, 26, 30, 33, 34, 36, 37, 40, 45, 47		
62. <i>Favonius quercus</i> (Linnaeus, 1758)	5		
<b>Nymphalidae</b>			
63. <i>Aglais io</i> (Linnaeus, 1758)	58		
64. <i>Argynnis pandora</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	21, 54		
65. <i>Argynnis paphia</i> (Linnaeus, 1758)	26, 33		
66. <i>Brenthis hecate</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	19		
67. <i>Issoria lathonia</i> (Linnaeus, 1758)	8, 15, 18, 19, 21, 36, 47, 53, 54, 58		

<b>List of species</b>	<b>Locality number</b>	<b>Red list Croatia*</b>	<b>Red list Europe**</b>
68. <i>Libythea celtis</i> (Laicharting, 1782)	8, 42, 54		
69. <i>Limenitis reducta</i> Staudinger, 1901	5, 6, 8, 10, 16, 18, 19, 21, 22, 23, 26, 30, 33, 36, 37, 40, 42, 52, 54, 57, 58, 60		
70. <i>Neptis rivularis</i> (Scopoli, 1763)	18, 19, 20, 33, 42		
71. <i>Melitaea aurelia</i> Nickerl, 1850	58	DD	NT
72. <i>Melitaea cinxia</i> (Linnaeus, 1758)	8, 16, 29, 30, 31, 34, 36, 47, 49, 53		
73. <i>Melitaea didyma</i> (Esper, 1778)	1, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 11, 15, 16, 19, 21, 22, 30, 33, 34, 36, 37, 39, 40, 47, 52, 53, 54, 57, 58, 60		
74. <i>Melitaea ornata</i> Christoph, 1893	8		
75. <i>Nymphalis antiopa</i> (Linnaeus, 1758)	41, 58		
76. <i>Nymphalis polychloros</i> (Linnaeus, 1758)	15, 40, 42, 54		
77. <i>Polygonia c-album</i> (Linnaeus, 1758)	2, 10, 38, 52, 54, 58		
78. <i>Polygonia egea</i> (Cramer, 1775)	8, 10, 12, 14, 16, 17, 18, 20, 30, 41, 51, 54		
79. <i>Vanessa atalanta</i> (Linnaeus, 1758)	8, 10, 16, 18, 20, 30, 42, 54, 57		
80. <i>Vanessa cardui</i> (Linnaeus, 1758)	4, 8, 10, 12, 16, 18, 21, 23, 25, 26, 29, 30, 31, 32, 34, 37, 39, 40, 42, 43, 44, 52, 53, 54		
81. <i>Coenonympha pamphilus</i> (Linnaeus, 1758)	4, 7, 8, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 24, 30, 31, 33, 34, 35, 37, 42, 43, 45, 47, 49, 51, 52, 53, 54, 57, 58, 60		
82. <i>Lasiommata maera</i> (Linnaeus, 1758)	3, 8, 10, 21, 26, 36, 40, 42, 43, 47, 54, 56, 57		
83. <i>Lasiommata megera</i> (Linnaeus, 1767)	1, 4, 5, 8, 9, 10, 12, 13, 16, 17, 22, 23, 27, 29, 30, 32, 33, 34, 36, 37, 39, 40, 42, 43, 45, 47, 49, 52, 53, 54, 57, 58, 60		
84. <i>Pararge aegeria</i> (Linnaeus, 1758)	17, 19, 20, 33, 40, 42, 52, 54, 56, 57, 58, 60		
85. <i>Proterebia phegea</i> (Borkhausen, 1788)	16, 34, 47, 49	NT	
86. <i>Hyponephele lycaon</i> (Rottemburg, 1775)	23		
87. <i>Maniola jurtina</i> (Linnaeus, 1758)	1, 4, 5, 8, 10, 11, 16, 18, 19, 21, 22, 25, 26, 30, 33, 37, 40, 43, 47, 49, 52, 53, 54, 57, 58, 60		
88. <i>Pyronia tithonus</i> (Linnaeus, 1767)	30, 33		

List of species	Locality number	Red list Croatia*	Red list Europe**
89. <i>Melanargia galathea</i> (Linnaeus, 1758)	5, 6, 10, 11, 16, 18, 19, 21, 22, 23, 25, 30, 33, 34, 36, 37, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 54, 57, 60		
90. <i>Melanargia larissa</i> (Geyer, 1828)	8		
91. <i>Brintesia circe</i> (Fabricius, 1775)	5, 8, 11, 12, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 26, 27, 30, 33, 36, 37, 43, 47, 48, 54, 58		
92. <i>Chazara briseis</i> (Linnaeus, 1764)	16, 47		NT
93. <i>Hipparchia semele</i> (Linnaeus, 1758)	5, 8, 10, 12, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 30, 33, 34, 37		
94. <i>Hipparchia statilinus</i> (Hufnagel, 1766)	8, 16, 30, 33		NT
95. <i>Hipparchia syriaca</i> (Staudinger, 1871)	8, 16, 19, 21, 23, 25, 30, 33, 42, 57		
96. <i>Satyrus ferula</i> (Fabricius, 1793)	3, 7, 8, 10, 12, 15, 16, 17, 20, 30, 33, 40, 54		

### Biogeographical comparisons of Mts. Mosor, Kozjak and Biokovo

The comparison of the biogeographical affiliation of butterfly species of the three neighbouring mountains of Kozjak, Mosor and Biokovo revealed great similarities (Fig. 2; Appendix I). The Euro-Oriental and Euro-Siberian elements are dominant on all three mountains, with all other categories falling below 10% in the faunistic composition. On the lowest Mt. Kozjak, no montane or boreo-montane elements were recorded; a single montane species was recorded on Mt. Mosor (*Aricia anteros*) and one on Mt. Biokovo (*Erebia melas*), while Mt. Biokovo is also home to one Boreo-montane species, *Aricia artaxerxes*.



**Figure 2.** Biogeographical affiliation of butterfly species recorded on Mts. Mosor, Kozjak (data from Koren et al. 2019) and Biokovo (data from Mihoci et al. 2011, Kačierek 2017). The biogeographical affiliation is based on Kudrna et al. (2015), with abbreviations referring to: ES – Euro-Siberian, EO – Euro-Oriental, MON – Montane, HOL – Holarctic, EM – Euro-Meridional, BM – Boreo-Montane, MED – Mediterranean, TRO – Tropical, COS – Cosmopolitan.

**Slika 2.** Biogeografska pripadnosti vrst dnevnih metuljev, zabeleženih na planinah Kozjak, Mosor (podatki iz Koren et al. 2019) in Biokovo (podatki iz Mihoci et al. 2011, Kačierk 2017). Biogeografska pripadnost je povzeta po Kudrna in sod. (2015), okrajšave pomenijo: ES – evro-sibirski, EO – evro-orientalski, MON – montanski, HOL – holarktični, EM – evro-meridionalni, BM – boreo-montanski, MED – sredozemski, TRO – tropski, COS – kozmopolitski.

## Discussion

### General overview

For Mt. Mosor, only three species have been mentioned in the literature so far: *Pieris mannii* (Stauder 1913), *Coenonympha pamphilus* (Stauder 1923) and *Polyommatus ripartii* (Dincă et al. 2013). Of these, *P. ripartii* was not confirmed during our survey despite deliberate search. We visited the area mentioned in Dincă et al. (2013) on several occasions, but were not able to record the species or its host plant (*Onobrychis* spp.). However, both *Cupido osiris* and *Polyommatus thersites*, which were recorded from the same side of the mountain, share its host plant, indicating that *P. ripartii* could be present there, although not at the indicated locality.



## Biogeographical comparisons of Mt. Mosor with Mts. Kozjak and Biokovo

The three mentioned coastal mountains of central Dalmatia, altogether host 130 butterfly species (Mihoci et al. 2011, Kačirek 2017, Koren et al. 2019, this survey). This is about 66% of all butterfly species present in Croatia. The number of butterfly species of Mt. Mosor with 97 species is higher than in Mt. Kozjak with 87 species (Koren et al. 2019). The latter could be explained by its smaller size, lower altitude, and less diverse habitats. Still, 12 species occurring on Mt. Kozjak were not recorded on Mt. Mosor during our survey: *Pyrgus alveus*, *Pyrgus serratulae*, *Polyommatus admetus*, *Charaxes jasius*, *Fabriciana adippe*, *Speyeria aglaja*, *Brenthis daphne*, *Melitaea phoebe*, *Coenonympha arcania*, *Hyponephele lupinus*, *Hipparchia fagi* and *Euchloe ausonia*. Further surveys of Mt. Mosor will likely yield some of the mentioned species due to presence of suitable habitats and its vicinity to both Kozjak and Biokovo, on which some of those species have been recorded in the past (Mihoci et al. 2011, Kačirek 2017, Koren et al. 2019).

The largest and most diverse is Mt. Biokovo, for which 116 butterfly species have been reported (Mihoci et al. 2011; Kačirek 2017). However, some of these records are possibly erroneous (e.g. *N. sappho*, *M. dryas* etc.), as these species were not recorded anywhere else in Dalmatia during recent butterfly surveys, therefore further inventories in particularly on the northern side of the mountain are needed. Nevertheless, the butterfly fauna of Mt. Biokovo is more diverse in comparison with both Mt. Kozjak (Koren et al. 2019) and Mt. Mosor, but still much depleted in comparison with other larger or more inland positioned mountains like Lička Plješevica or Velebit Mts. for which 152 and 153 butterfly species have been reported (Mihoci et al. 2007; Tvrtković et al. 2015; Koren et al. 2020). Apart from difference in altitude, the size of the mountain systems could be the main reason for the observed differences in diversity, as this implies higher habitat diversity and larger number of surveyed localities.

Several interesting or unexpected species were recorded during the surveys on Mt. Mosor. For each of them, additional information on their occurrence and distribution in Croatia is provided.

## Comments on the selected species

### *Papilio alexanor* (fam. Papilionidae)

The species has been reconfirmed for Croatia only recently (Verovnik & Švara 2016), but soon after that additional records and the confirmation of its presence in other historical localities were made (Rusell & Pateman 2018, Koren et al. 2019). During our surveys, we recorded this elusive species at four localities in the survey area. The species is, however, known from the exact area (Verovnik & Švara 2016). We searched intensively for additional localities of this species, but while its host plant *Opopanax chironium* W. D. J. Koch was recorded at several localities both on the southern and northern sides of Mt. Mosor, no additional *P. alexanor* populations were detected. Interestingly, Stauder (1911) also searched for this species in a seemingly suitable habitat on Mt. Mosor, but with no success. In order to protect this rare species from over-collecting, no exact localities and time of observation are disclosed in this

paper, as was the case with the previous publications (Verovnik & Švara 2016, Koren et al. 2019).

### ***Zerynthia polyxena* (fam. Papilionidae)**

We recorded this species at six localities, mostly on the northern side of the mountain. The habitat of this species includes small valleys called »dolci«, which are nowadays still used as arable land. The edges of these arable areas are usually maintained and regularly mown enabling growth of its host plant, *Aristolochia clematitis* L., which is common in such areas. Recent surveys of Dalmatia show that *Z. polyxena* is much more widespread in Dalmatia than previously considered (see Lorković 2009, Šašić et al. 2015).

### ***Parnassius mnemosyne* (fam. Papilionidae)**

This is a widespread species in Croatia with scattered populations usually present in the montane areas (Lorković 2009). In Dalmatia, this species is limited to mid and high elevations in the mountains and has a very patchy distribution. On Mt. Mosor, we recorded this species only on the northern side where only a few individuals were observed at a single locality near Gornji Dolac. As the populations of this species were found also on Mt. Kozjak (Koren et al. 2019) and Mt. Biokovo (Mihoci et al. 2011), further records are expected from other mountain systems along the Dalmatian coastline.

### ***Aricia anteros* (fam. Lycaenidae)**

This elusive species has a much wider distribution in Croatia than historically known (see Lorković 2009). Aside from Mt. Velebit, the species has been recently recorded on Mt. Sniježnica (Koren 2012) as well as on Mt. Lička Plješevica further north (Koren et al. 2020). During our survey of Mt. Mosor, several specimens were observed along the path on the southern slopes of the highest peak Veliki Kabal. Interestingly, it was recorded neither on Mt. Kozjak (Koren et al. 2019) nor Mt. Biokovo (Mihoci et al. 2011), despite the higher altitude of the latter. The caterpillars of *A. anteros* feed on *Geranium* sp. and *Erodium* sp. (Thikolovets 2011) and are therefore most probably not the limiting factor for the distribution of this species in the country. Targeted surveys of appropriate habitats of this species should be conducted to determine the true range and its conservation status in Croatia.

### ***Polyommatus escheri* (fam. Lycaenidae)**

The distinct subspecies *Polyommatus escheri dalmatica* (Speyer, 1882) occurs in the Balkan Peninsula (Tolman & Lewington 2008). It is easily recognizable by the broader marginal black border and brighter blue colouration in the males (Tolman & Lewington 2008). This typical thermophilous species is distributed in Croatia from Istria in the north-west (Koren et al. 2018), along the islands in Kvarner, and the Dalmatian coastline (Lorković 2009). During our surveys, we recorded this species at seven localities (Tab. 2). It was numerous at most sites, and both males and females were recorded, indicating strong populations in the areas. Typical habitats in which observed are road verges or patches of barren sandy ground where the larval host plant *Astragalus monspessulanus* (Linnaeus, 1753) grows (Fig. 3b). This is in line with observed habitats of this species elsewhere in the region (Verovnik 2004, Micevski et al. 2009). While the

species is not considered threatened in Croatia (Šašić et al. 2015), we believe its status should be revised due to its limited distribution, specific habitat preference, and larval monophagy.

### ***Proterebia phegea* (fam. Nymphalidae)**

In Croatia, it is distributed from Pag Island in the north to the northern slopes of Mt. Biokovo in the south (Zakšek 2005, Koren et al. 2010). As it is listed both in Annexes II and IV of the Habitats Directive, Special Areas of Conservation (SACs) are required to be designated, while Annex IV contains species in need of strict legal protection (Ur. l. EU 1992). In total, 14 Natura 2000 sites were designated for the long-term survival of this species within Croatia (Narodne Novine 2019), which is one of the two EU countries in which the species is present. In Greece, no such areas were designated so far. *P. phegea* has not been recorded previously on Mt. Mosor. It inhabits rocky calcareous grasslands with large open areas among bushes and tree groves. Such habitats were historically widespread in large parts of Dalmatia, but are nowadays becoming more and more reduced due to abandonment and subsequent succession. This also applies to Mt. Mosor, especially the northern side which is almost entirely overgrown. A strong population of this species was discovered on the southern slopes in the area that was only recently reopened by forest fires. This possibly benefited the species and could ensure its further survival in the area. Stopping the succession of the grasslands and former pastures to closed-canopy forests should be implemented for the wellbeing of the species. We also suggest it should be added as a target species to the Natura 2000 site Mosor (HR2001352).

### ***Melitaea aurelia* (fam. Nymphalidae)**

This species is widespread in western and northern Croatia, with the southernmost record at Zrmanja Vrelo (Koren & Jugovic 2012) and Mt. Biokovo (Kačirek 2017). A single male was collected on the banks of the Cetina River during this survey, and the identification was confirmed by the examination of its genitalia (Jakšić 1998). This record expands the known distribution of the species in Croatia and fills a distribution gap between Vrelo Zrmanje in the north and Mt. Biokovo in the south. This is also the second record of this species for the Dalmatia region, as no historical records exist and the species was not recorded during other recent surveys in the region (Verovnik et al. 2015, Koren et al. 2019, Kučinić et al. 2017).

### ***Neptis rivularis* (fam. Nymphalidae)**

Records of this forest species are very scattered in southern Croatia. Recently it was found in the mountains bordering Bosnia & Herzegovina, including the Dinara Mts. (Tvrković et al. 2012), Mt. Kamešnica (Koren & Lauš 2013) and Lička Plješevica (Koren et al. 2020). In Dalmatia, it is known also from Mt. Biokovo where it is common in the upper parts of the mountain (Mihoci et al. 2011, Koren, pers. obs.). We recorded this species at five localities on Mt. Mosor (Tab. 2). The largest colony was detected in the woods near the Umberto Girometta chalet. This species is likely more common in the mountains of Dalmatia than considered previously, with further surveys possibly revealing additional populations in the region.

## Threats and conservation

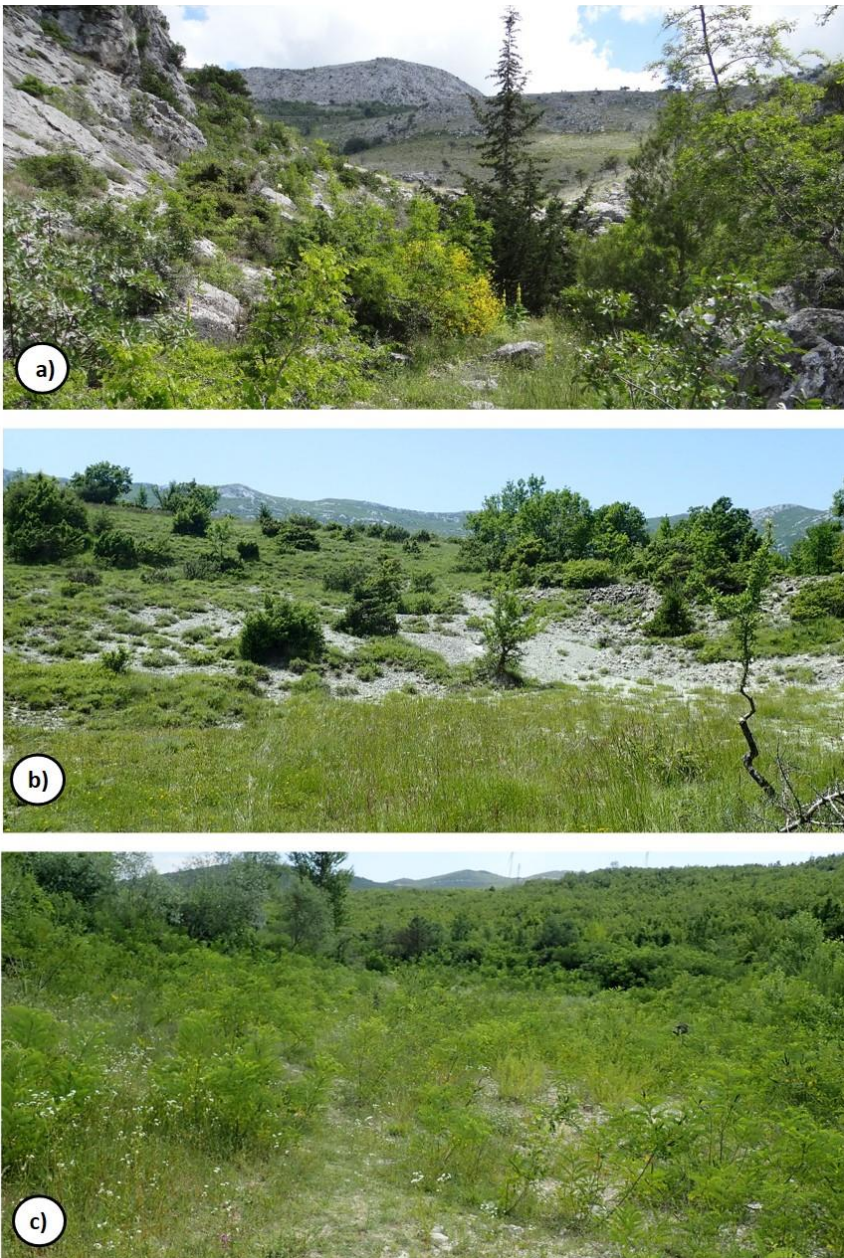
In the past, livestock breeding with pasturing was the most significant economic activity in the Mt. Mosor area as well in the whole Split region (Samac 1956). Much has changed in half a century and nowadays pastures in the region are mostly abandoned, with many of them already completely overgrown by forests. During our survey, we observed cattle only on rare occasions, and mostly on the northern side of the mountain. The abandonment of pasturing will likely have a negative impact on the butterfly diversity of the area in the future, especially on grassland specialists. This is a common threat in the whole Dalmatia region, and has been observed in many other butterfly rich areas (e.g. Koren et al. 2019, 2020).

One of the present threats to the open grassland habitats of Mt. Mosor is spreading of the invasive plant *Amorpha fruticosa* L. This species has become widespread in Croatia, but in the coastal regions it occurs only sporadically with individual plants (Novak & Novak 2018). This, unfortunately, is not true for the Cetina Valley and wider surroundings of Omiš where it is extremely common (Novak & Novak 2018). One of such localities is at Kostanje, along the Cetina River west of the village (Fig. 3c), where some rare butterfly species like *Cupido argiades*, *Melitaea aurelia* and *Lampides boeticus* (Tab. 2) were recorded. All efforts should be made to contain the spreading of *A. fruticosa* L. and, if possible, eradicate it entirely from this region.

The same is true for another invasive species present in the area, *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, which commonly occurs on the southern slopes of Mt. Mosor, especially in and around villages. The uncontrolled spreading of this species can greatly affect the natural balance and have a strong negative impact on biodiversity in general (Sladonja et al. 2015). This plant can also invade steep rocky terrain, which is a suitable habitat for *Opopanax chironium* W. D. J. Koch, a larval host plant of *Papilio alexanor*. As for *A. fruticosa* L., containment and eradication are of high priority to conserve the natural habitats in the region.

## Conclusions

During the last decade, a large number of faunistic contributions on butterflies of Croatia greatly expanded the knowledge about the distribution of many rare or local species as well added records for some unexplored regions or mountains (e.g. Mihoci et al. 2007, 2011, Koren et al. 2019, 2020, etc.). This, however, is not sufficient to track current changes in the environment which have, across Europe, already been proved to have drastic negative impact on butterfly populations. For example, the index of common grassland butterfly species abundance has declined by 39% since 1990, indicating a dramatic loss of grassland biodiversity within the European Union (Van Swaay et al. 2019). Even more drastic are the comparisons of the larger dataset for the well-studied countries such as the Netherlands, where an 80% decline in butterflies in general was observed (Van Strien et al. 2019). In order to track such changes in the future, appropriate butterfly transects should be implemented across Croatia, particularly at Natura 2000 sites such as Mt. Mosor. As the abandonment of pasturing continues, such monitoring would provide important information on what is happening with the butterfly populations there. Furthermore, there are some extremely rich natural habitats that could also be monitored for the changes in species abundance and composition. We suggest at least two such sites for long-term surveys at Mt. Mosor, one at Donje Sitno, in a small valley above the



**Figure 3.** a) Donje Sitno in a small valley above the village, the butterfly richest area on Mt. Mosor, b) Donji Dolac, calcareous grasslands and marl areas, the habitat of *Polyommatus escheri*, c) *Amorpha fruticosa* L. invasion near the banks of Cetina River at Kostanje village.

**Slika 2.** a) Donje Sitno, majhna dolina nad vasjo, vrstno najbogatejše območje za metulje na Mosorju, b) Donji Dolac, kraška travišča in laporji, habitat *Polyommatus escheri*, c) invazija *Amorpha fruticosa* L. ob bregovih reke Cetine v bližini vasi Kostanje.

village, which was the butterfly richest site in this survey (Tab. 2, Fig. 3a), and the second above Zvezdano selo, which includes the habitat of the Natura 2000 species *P. phegea*. To achieve this, local butterfly volunteers should be organized and trained, including employees of the Public Institution for the Management of Protected Areas in the County of Split and Dalmatia: »Sea and Karst« who manage the Natura 2000 site Mosor. Only with local interest, active habitat management and long term monitoring, the high diversity of butterflies on Mt. Mosor can be efficiently maintained.

## Povzetek

Širše območje planine Mosor je bilo med najmanj raziskanimi glede favne dnevnih metuljev v Dalmaciji. Do predstavljenih raziskav so bile na tem območju zabeležene le naključne najdbe treh vrst (Stauder 1911, 1913, 1923, Dincč et al. 2013), med njimi tudi na Hrvaškem redkega modrina *Polyommatus ripartii*, ki ga med našimi raziskavami nismo potrdili. Raziskave favne dnevnih metuljev na Mosorju so potekale med letoma 2011 in 2020, še posebej intenzivno v zadnjih dveh letih. Metulje smo popisovali na 60 lokacijah in skupno zabeležili 96 vrst. V primerjavi s sosednjima planinama Kozjak (87 vrst) in Biokovo (116 vrst), je Mosor glede pestrosti dnevnih metuljev nekje vmes, na kar kažejo tudi vmesne vrednosti njegove najvišje nadmorske višine (1339 m) in velikosti območja raziskave. Biogeografsko pa si je favna dnevnih metuljev vseh treh planin zelo podobna z dominantnimi evro-sibirskimi in evro-orientalskimi favnističnimi elementi s skupno približno 80-odstotnim deležem. Edina montanska vrsta, najdena na Mosorju, je modrin *Aricia anteros*.

Med najpogostejšimi vrstami lahko v ospredje postavimo *Pieris ergane*, ki je sicer habitatni specialist, vezan na skalnata kraška območja, in se drugod na Hrvaškem pojavlja bolj lokalno. Bolj zanimive pa so najdbe nekaterih redkejših vrst, med katerimi naj omenimo vrste *Papilio alexanor*, *Zerynthia polyxena*, *Parnassius mnemosynae*, *Aricia anteros*, *Polyommatus escheri*, *Melitaea aurelia*, *Proterebia phegea* in *Neptis rivularis*. Pomembne so predvsem najdbe vrst iz Direktive o habitatih (Ur. l. EU 1992) *Z. polyxena* in *P. phegea*, ki sta ključni za vzpostavitev varstvenih ukrepov varovanja vrst na Natura 2000 območju Mosor (HR2001352). Glavni ogrožajoči dejavnik na preiskovanem območju je opuščanje travniških površin, predvsem paše, kar vodi v zaraščanje in izgubo habitatov travniških vrst. Drugi pomemben dejavnik, povezan z zaraščanjem, je pojavljanje dveh invazivnih rastlinskih vrst *Amorpha fruticosa* L. in *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle. Predvsem slednja porašča tudi skalnate predele, kjer izpodriva *Opopanax chironium* W. D. J. Koch, gostiteljsko rastlino ogroženega lastovičarja *Papilio alexanor*. Samo z vzpostavitvijo dolgoročnega monitoringa, aktivnim ohranjanjem ključnih življenjskih prostorov in lokalno iniciativo lahko ohranjamo bogato vrstno sestavo dnevnih metuljev na Mosorju.

## Acknowledgments

We are grateful to Jan Verovnik, Ana Štih, Darija Kranželić, Petra Novina and Jelena Babić for their help during our field trips. Part of this survey was financed by the Public Institution for the Management of Protected Areas in the County of Split and Dalmatia »Sea and Karst« to which we are very grateful, too. The work of GG and RV was partially funded by the Slovenian research agency (program P1-0184).

## References

- Dincă V., Runquist M., Nilsson M., Vila R. (2013): Dispersal, fragmentation, and isolation shape the phylogeography of the European lineages of *Polyommatus (Agrodiaetus) ripartii* (Lepidoptera: Lycaenidae). *Biol. J. Linn. Soc.* 109: 817-829.
- Jakšič P.N. (1998): Male genitalia of butterflies on Balkan Peninsula with a check-list (Lepidoptera: Hesperii., Papilion.). F. Slamka Pub., Bratislava, 144 pp.
- Kačirek A. (2017): Contribution to the knowledge of the butterfly fauna (Lepidoptera: Papilionoidea, Hesperioidea) of the Biokovo and Rilić mountain ranges (Croatia, Central Dalmatia). *Klapalekiana* 53: 27-50.
- Koren T. (2010): First finding of Ripart's Anomalous Blue *Polyommatus (Agrodiaetus) ripartii* (Freyer, 1830) (Lepidoptera, Lycaenidae) in Croatia. *Nat. Croat.* 19(2): 463-467.
- Koren T., Burić I., Štih A., Zakšek V., Verovnik R. (2010): New data about the distribution and altitudinal span of the dalmatian ringlet, *Proterebia afra dalmata* (Godart, [1824]) (Lepidoptera: Satyrinae) in Croatia. *Acta Entomol. Sloven.* 18: 143-150.
- Koren T. (2012): New records of three species of the genus *Aricia* Reichenbach, 1817 (Lepidoptera: Lycaenidae) in Croatia. *Acta Entomol. Sloven.* 20: 135-146.
- Koren T., Jugovic J. (2012): New data on the presence of three similar species of the genus *Melitaea*: *M. athalia*, *M. aurelia* and *M. britomartis* (Lepidoptera: Nymphalidae) in the North-Western Balkans. *Ann. Ser. Hist. Nat.* 22: 25-34.
- Koren T., Lauš B. (2013): Dinara Massif-a new hotspot for the butterfly (Papilionoidea) diversity of the Dinaric Arc. *Nota lepidopterologica* 36: 109-126.
- Koren T., Withrington D., Štih A., Gros P. (2018): The butterflies of the Istria county (Istria, Croatia): A review of their distribution, status and conservation requirements (Lepidoptera, Rhopalocera). *Gortania* 40: 95-114.
- Koren T., Burić I., Glavan G., Verovnik R. (2019): Contribution to the knowledge of the butterfly fauna (Lepidoptera: Papilionoidea) of Mt Kozjak, Split, Croatia. *Nat. Croat.* 28: 21-33.
- Koren T., Lauš B., Tvrtković N., Verovnik R. (2020): Butterfly diversity of Lička Plješevica Mountain chain, Croatia (Lepidoptera: Papilionoidea). *Shilap-Rev. Lepidopt.* 48(190): 257-283.
- Kučinić M., Mihoci I., Delić A., Vajdić M., Marguš D. (2017): Faunističke značajke danjih leptira (Lepidoptera, Rhopalocera) Nacionalnog parka »Krka«. In: Zbornik radova sa znanstveno-stručnog skupa Vizija i izazovi upravljanja zaštićenim područjima prirode u Hrvatskoj: Aktivna zaštita i održivo upravljanje u Nacionalnom parku »Krka«. Šibenik, pp. 269-292.
- Kudrna O., Pennerstorfer J., Lux K. (2015): Distribution Atlas of European Butterflies and Skippers. Peks, Schwanfeld, pp. 632.
- Lafranchis T. (2004): Butterflies of Europe. New field guide and key. Diatheo, Paris, pp. 351.
- Lorković Z. (1970): Karyologischer Beitrag zur Frage der Fortpflanzungsverhältnisse südeuropäischer Taxone von *Pieris napi* (L.) (Lep., Pieridae). *Biol. Glas.* 21: 95-136.
- Lorković Z. (2009): The Rhopalocera fauna of Croatia with special respect to the fauna of Plitvice Lakes. *Entomol. Croat.* 13: 15-78.

- Micevski B., Micevski N., Verovnik R. (2009): New records of the rare Escher's Blue, *Polyommatus escheri* (Lepidoptera: Lycaenidae), from the Republic of Macedonia. *Phegea* 37: 69-73.
- Mihoci I., Šašić M., Vuković M. (2007): Contribution to the butterfly fauna (Hesperoidea & Papilionoidea) of the Velebit mountain, Croatia. *Nat. Croat.* 16: 29-62.
- Mihoci I., Hršak V., Kučinić M., Mičetić Stanković V., Delić A., Tvrčković N. (2011): Butterfly diversity and biogeography on the Croatian karst mountain Biokovo: Vertical distribution and preference for altitude and aspect? *Eur. J. Entomol.* 108: 623-633.
- Ministry of Environment and Energy – IENC (2012): Natura 2000 – Standard data form, HR2001352 – Mosor. <https://natura2000.eea.europa.eu/Natura2000/SDF.aspx?site=HR2001352> [Accessed on: 1.10.2020]
- Narodne Novine (2019): Uredba o ekološkoj mreži i nadležnostima javnih ustanova za upravljanje područjima ekološke mreže. *Narodne novine* 80/2019. [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019\\_08\\_80\\_1669.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_08_80_1669.html) [Accessed on: 1.10.2020]
- Novak N., Novak M. (2018): The differences in the invasiveness of some alien plant species between continental and coastal part of Croatia. *Poljoprivreda* 24: 63-69.
- Russell P., Pateman J. (2018): A southward extension to the currently known range of *Papilio alexanor* Esper, 1799 (Lepidoptera: Papilionidae) in Croatia. *Entomol. Gaz.* 69: 15-17.
- Samac M. (1956): Ispaša na kršu i njeni problemi. *Agron. Glas.* 6 (10-12): 604-610.
- Sladonja B., Sušek M., Guillermic J. (2015): Review on invasive Tree of heaven (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) conflicting values: assessment of its ecosystem services and potential biological threat. *Environ. Manage.* 56: 1009-1034.
- Stauder H. (1911): Beiträge zur Kenntnis der Makrolepidopteren-Fauna der adriatischen Küstengebiete. *Bol. Soc. Adriat. Sci. Nat. Trieste* 25(2): 93-120.
- Stauder H. (1913): Weitere Beiträge zur Kenntnis der Makrolepidopterenfauna der adriatischen Küstengebiete. *Bol. Soc. Adriat. Sci. Nat. Trieste* 27(1): 105-166.
- Stauder H. (1923): Die Schmetterlingsfauna der illyro-adriatischen Festland- und Inselzone (Faunula Illyro-Adriatica). *Zeitschr. Ins.-Biol.* 18: 10-18, 58-68, 106-114, 187-202, 253-267, 317-327.
- Šašić M., Mihoci I., Kučinić M. (2015): Red book of butterflies of Croatia. Ministarstvo zaštite okoliša i prirode, Državni zavod za zaštitu prirode, Hrvatski prirodoslovni muzej, Zagreb, 180 pp.
- Šegulja N., Bedalov M. (1984): Prilog poznavanju vegetacije Mosora. *Acta Bot. Croat.* 43(1): 207-216.
- Tshikolovets V.V. (2011): Butterflies of Europe & the Mediterranean area. Tshikolovets Publications, Padubrice, Czech Republic, 544 pp.
- Tolman T., Lewington R. (2008): Butterflies of Britain & Europe. Harper Collins Publishers, London, 384 pp.
- Tvrčković N., Šašić M., Mihoci I., Vuković M., Bjelić M. (2012): Review of the Butterfly fauna (Hesperoidea & Papilionoidea) of the Dinara mountain range. *Nat. Croat.* 21(2): 471-481.
- Tvrčković N., Verovnik R., Lovrenčić L., Vuković M., Šašić M. (2015): New contributions to the butterfly fauna of Mt Velebit and the neighbouring area of Lika (Croatia). *Nat. Croat.* 24: 281-292.
- Ur. l. EU (1992): Direktiva Sveta 92/43/EGS z dne 21. maja 1992 o ohranjanju naravnih habitatov ter prostoživečih živalskih in rastlinskih vrst. *Uradni list Evropske unije* 206, 15/2: 102-145.



- Van Swaay C., Cuttelod A., Collins S., Maes D., López Munguira M., Šašić M., Settele J., Verovnik R., Verstrael T., Warren M., Wiemers M., Wynhof I. (2010): European Red List of Butterflies. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 47 pp.
- Van Swaay C.A.M., Dennis E.B., Schmucki R., Sevilleja C.G., Balalainkins M., Botham M., Bourn N., Brereton T., Cancela J.P., Carlisle B., Chambers P., Collins S., Dopagne C., Escobés R., Feldmann R., Fernández-García J. M., Fontaine B., Gracianteparaluceta A., Harrower C., Harpke A., Heliölä J., Komac B., Kühn E., Lang A., Maes D., Mestdagh X., Middlebrook I., Monasterio Y., Munguira M.L., Murray T.E., Musche M., Öunap E., Paramo F., Pettersson L.B., Piqueray J., Settele J., Stefanescu C., Švitra G., Tiitsaar A., Verovnik R., Warren M.S., Wynhoff I., Roy D.B. (2019): The EU Butterfly Indicator for Grassland species: 1990-2017: Technical Report. Butterfly Conservation Europe & ABLE/eBMS, 23 pp. <https://www.butterfly-monitoring.net> [Accessed on 1.12.2020]
- Van Strien A., van Swaay C., Liempt W., Poot M., Vries M. (2019): Over a century of data reveal more than 80% decline in butterflies in the Netherlands. *Biol. Conserv.* 234: 116-122.
- Verovnik R. (2004): Distribution and conservation status of *Polyommatus escheri* (Huebner, 1823) in Slovenia (Lepidoptera: Lycaenidae). *Linn. Belg.* 19: 253-257.
- Verovnik R., Koren T., Glavan G. (2015): Contribution to the knowledge of the butterfly and skipper fauna of northern Dalmatia mainland. *Nat. Croat.* 24: 265-280.
- Verovnik R., Švara V. (2016): Confirmed recent occurrence of the Southern Swallowtail (*Papilio alexanor* Esper, 1799) in Croatia (Lepidoptera: Papilionidae). *Shilap-Rev. Lepidopt.* 44: 547-552.
- Wiemers M., Balletto E., Dincă V., Fric Z. F., Lamas G., Lukhtanov V., Munguira M.L., van Swaay C.A.M., Vila R., Vliegenthart A., Wahlberg N., Verovnik R. (2018): An updated checklist of the European Butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea). *Zookeys* 811: 9-45.
- Zakšek V. (2005): On the presence of *Proterebia afra* (Lepidoptera: Nymphalidae, Satyrinae) on the island of Pag, Croatia. *Phegea* 33: 118-120.

**Appendix I.** List of the butterfly species of Mts. Mosor, Kozjak (data from Koren et al. 2019), and Biokovo (data from Mihoci et al. 2011, Kačirek 2017). The biogeographical affiliation of the species is based on Kudrna et al. (2015), the abbreviations refer to: ES – Euro-Siberian, EO – Euro-Oriental, MON – montane, HOL – Holarctic, EM – Euro-meridional, BM – boreo-montane, MED – Mediterranean, TRO – tropical, COS – cosmopolitan.

**Dodatek I.** Seznam vrst dnevnih metuljev planin Mosor, Kozjak (podatki iz Koren et al. 2019) in Biokovo (podatki iz Mihoci et al. 2011, Kačirek 2017). Biogeografska pripadnost vrst je povzeta po Kudrna in sod. (2015), okrajšave pomenijo: ES – evro-sibirski, EO – evro-orientalski, MON – montanski, HOL – holarktični, EM – evro-meridionalni, BM – boreo-montanski, MED – sredozemski, TRO – tropski, COS – kozmopolitski.

List of species	Mosor	Kozjak	Biokovo	Biogeographical affiliation*
1. <i>Ochlodes sylvanus</i> (Esper, 1777)	•	•	•	ES
2. <i>Thymelicus acteon</i> (Rottemburg, 1775)	•	•	•	EO
3. <i>Thymelicus lineola</i> (Ochsenheimer, 1808)	•	•	•	HOL
4. <i>Thymelicus sylvestris</i> (Poda, 1761)	•	•	•	EO
5. <i>Carcharodus alceae</i> (Esper, 1780)	•	•	•	MED
6. <i>Carcharodus floccifera</i> (Zeller, 1847)			•	EO
7. <i>Carcharodus lavatherae</i> (Esper, 1783)			•	EM
8. <i>Carcharodus orientalis</i> Reverdin, 1913	•	•	•	EO
9. <i>Erynnis tages</i> (Linnaeus, 1758)	•	•	•	ES
10. <i>Pyrgus alveus</i> (Hübner, 1803)		•	•	ES
11. <i>Pyrgus armoricanus</i> (Oberthür, 1910)	•	•	•	EO
12. <i>Pyrgus malvae</i> (Linnaeus, 1758)	•	•		ES
13. <i>Pyrgus serratalae</i> (Rambur, 1839)		•	•	ES
14. <i>Pyrgus sidae</i> (Esper, 1784)	•	•	•	EO
15. <i>Spialia orbifer</i> (Hübner, 1823)	•	•	•	EO
16. <i>Gegenes pumilio</i> (Hoffmannsegg, 1804)	•	•	•	EO
17. <i>Iphiclides podalirius</i> (Linnaeus, 1758)	•	•	•	ES
18. <i>Papilio alexanor</i> Esper, 1800	•	•		MED
19. <i>Papilio machaon</i> Linnaeus, 1758	•	•	•	ES
20. <i>Zerynthia cerisy</i> (Godart, 1824)			•	EO
21. <i>Zerynthia polyxena</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	•		•	EO
22. <i>Parnassius mnemosyne</i> (Linnaeus, 1758)	•	•	•	EO
23. <i>Colias alfacariensis</i> Ribbe, 1905	•		•	EO
24. <i>Colias croceus</i> (Fourcroy, 1785)	•	•	•	EO
25. <i>Colias hyale</i> (Linnaeus, 1758)			•	ES
26. <i>Gonepteryx cleopatra</i> (Linnaeus, 1767)	•		•	MED
27. <i>Gonepteryx rhamni</i> (Linnaeus, 1758)	•	•	•	ES
28. <i>Leptidea sinapis</i> (Linnaeus, 1758)	•	•	•	ES
29. <i>Anthocharis cardamines</i> (Linnaeus, 1758)	•	•	•	ES
30. <i>Aporia crataegi</i> (Linnaeus, 1758)	•	•	•	ES
31. <i>Pieris balcana</i> Lorkovic, 1970	•			ES
32. <i>Pieris</i> cf. <i>napi</i> (Linnaeus, 1758)	•	•	•	ES
33. <i>Pieris brassicae</i> (Linnaeus, 1758)	•	•	•	ES
34. <i>Pieris ergane</i> (Geyer, 1828)	•	•	•	EO
35. <i>Pieris mannii</i> (Mayer, 1851)	•	•	•	EO
36. <i>Pieris rapae</i> (Linnaeus, 1758)	•	•	•	HOL
37. <i>Pontia edusa</i> (Fabricius, 1777)	•	•	•	ES
38. <i>Euchloe ausonia</i> (Hübner, 1804)		•	•	MED
39. <i>Lycaena alciphron</i> (Rottemburg, 1775)			•	EO
40. <i>Lycaena phlaeas</i> (Linnaeus, 1761)	•	•	•	HOL
41. <i>Lycaena thersamon</i> (Esper, 1784)			•	EO
42. <i>Aricia agestis</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	•	•	•	ES

<b>List of species</b>		<b>Mosor</b>	<b>Kozjak</b>	<b>Biokovo</b>	<b>Biogeographical affiliation*</b>
43.	<i>Aricia anteros</i> (Freyer, 1838)	•			MON
44.	<i>Aricia artaxerxes</i> (Fabricius, 1793)			•	BM
45.	<i>Cacyreus marshalli</i> Butler, 1898			•	TRO
46.	<i>Celastrina argiolus</i> (Linnaeus, 1758)	•	•	•	ES
47.	<i>Cupido minimus</i> (Fuessly, 1775)	•	•		EO
48.	<i>Cupido osiris</i> (Meigen, 1829)	•	•	•	ES
49.	<i>Cupido argiades</i> (Pallas, 1771)	•	•		HOL
50.	<i>Cyaniris semiargus</i> (Rottemburg, 1775)	•		•	ES
51.	<i>Glaucopsyche alexis</i> (Poda, 1761)	•	•	•	ES
52.	<i>Iolana iolas</i> (Ochsenheimer, 1816)	•	•	•	EO
53.	<i>Lampides boeticus</i> (Linnaeus, 1767)	•	•	•	TRO
54.	<i>Leptotes pirithous</i> (Linnaeus, 1767)	•	•	•	TRO
55.	<i>Plebejus argus</i> (Linnaeus, 1758)	•	•	•	ES
56.	<i>Plebejus argyrognomon</i> (Bergsträsser, 1779)	•			ES
57.	<i>Plebejus idas</i> (Linnaeus, 1761)	•	•	•	HOL
58.	<i>Lysandra bellargus</i> (Rottemburg, 1775)	•	•	•	EO
59.	<i>Lysandra coridon</i> (Poda, 1761)	•	•	•	EO
60.	<i>Polyommatus admetus</i> (Esper, 1783)		•		EO
61.	<i>Polyommatus ripartii</i> (Freyer, 1830)	•			EO
62.	<i>Polyommatus daphnis</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	•		•	EO
63.	<i>Polyommatus amandus</i> (Schneider, 1792)	•		•	ES
64.	<i>Polyommatus dorylas</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	•		•	EO
65.	<i>Polyommatus escheri</i> (Hübner, 1823)	•	•	•	EM
66.	<i>Polyommatus icarus</i> (Rottemburg, 1775)	•	•	•	ES
67.	<i>Polyommatus thersites</i> (Cantener, 1835)	•	•		ES
68.	<i>Pseudophilotes vicrama</i> (Moore, 1865)	•		•	EO
69.	<i>Scolitantides orion</i> (Pallas, 1771)	•	•	•	ES
70.	<i>Tarucus balkanica</i> (Freyer, 1844)	•			EO
71.	<i>Callophrys rubi</i> (Linnaeus, 1758)	•	•	•	ES
72.	<i>Satyrrium acaciae</i> (Fabricius, 1787)	•	•	•	EO
73.	<i>Satyrrium ilicis</i> (Esper, 1779)	•	•	•	EO
74.	<i>Satyrrium spini</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	•	•	•	EO
75.	<i>Satyrrium w-album</i> (Knoch, 1782)			•	ES
76.	<i>Favonius quercus</i> (Linnaeus, 1758)	•	•		EO
77.	<i>Charaxes jasius</i> (Linnaeus, 1767)		•	•	TRO
78.	<i>Argynnis paphia</i> (Linnaeus, 1758)	•		•	ES
79.	<i>Argynnis pandora</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	•	•	•	EO
80.	<i>Fabriciana adippe</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)		•	•	ES
81.	<i>Fabriciana niobe</i> (Linnaeus, 1758)			•	ES
82.	<i>Speyeria aglaja</i> (Linnaeus, 1758)		•		ES
83.	<i>Boloria euphrosyne</i> (Linnaeus, 1758)			•	ES
84.	<i>Brenthis daphne</i> (Bergsträsser, 1780)		•		ES
85.	<i>Brenthis hecate</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	•		•	ES
86.	<i>Issoria lathonia</i> (Linnaeus, 1758)	•	•	•	ES
87.	<i>Libythea celtis</i> (Laicharting, 1782)	•	•	•	EO
88.	<i>Limenitis camilla</i> (Linnaeus, 1764)			•	ES
89.	<i>Limenitis reducta</i> Staudinger, 1901	•	•	•	EO

List of species	Mosor	Kozjak	Biokovo	Biogeographical affiliation*
90. <i>Neptis rivularis</i> (Scopoli, 1763)	•		•	ES
91. <i>Neptis sappho</i> (Pallas, 1771)			•	ES
92. <i>Melitaea aurelia</i> Nickerl, 1850	•		•	EO
93. <i>Melitaea cinxia</i> (Linnaeus, 1758)	•	•	•	ES
94. <i>Melitaea didyma</i> (Esper, 1778)	•	•	•	ES
95. <i>Melitaea phoebe</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)		•		ES
96. <i>Melitaea ornata</i> Christoph, 1893	•			ES
97. <i>Melitaea trivia</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)			•	EO
98. <i>Aglais io</i> (Linnaeus, 1758)	•	•	•	ES
99. <i>Aglais urticae</i> (Linnaeus, 1758)			•	ES
100. <i>Nymphalis antiopa</i> (Linnaeus, 1758)	•	•	•	HOL
101. <i>Nymphalis polychloros</i> (Linnaeus, 1758)	•	•	•	EO
102. <i>Nymphalis xanthomelas</i> (Esper, 1781)			•	ES
103. <i>Polygonia c-album</i> (Linnaeus, 1758)	•		•	ES
104. <i>Polygonia egea</i> (Cramer, 1775)	•	•	•	EO
105. <i>Vanessa atalanta</i> (Linnaeus, 1758)	•	•	•	HOL
106. <i>Vanessa cardui</i> (Linnaeus, 1758)	•	•	•	COS
107. <i>Coenonympha arcania</i> (Linnaeus, 1761)		•		EM
108. <i>Coenonympha pamphilus</i> (Linnaeus, 1758)	•	•	•	EO
109. <i>Coenonympha rhodopensis</i> Elwes, 1900			•	MED
110. <i>Lasiommata maera</i> (Linnaeus, 1758)	•	•	•	ES
111. <i>Lasiommata megera</i> (Linnaeus, 1767)	•	•	•	EO
112. <i>Pararge aegeria</i> (Linnaeus, 1758)	•	•	•	EO
113. <i>Erebia melas</i> (Herbst, 1796)			•	MON
114. <i>Proterebia phegea</i> (Borkhausen, 1788)	•	•	•	EO
115. <i>Hyponephele lupinus</i> (O. Costa, 1836)		•	•	ES
116. <i>Hyponephele lycaon</i> (Rottemburg, 1775)	•	•	•	ES
117. <i>Maniola jurtina</i> (Linnaeus, 1758)	•	•	•	ES
118. <i>Pyronia cecilia</i> (Vallantin, 1894)			•	MED
119. <i>Pyronia tithonus</i> (Linnaeus, 1767)	•		•	EM
120. <i>Melanargia galathea</i> (Linnaeus, 1758)	•	•	•	EO
121. <i>Melanargia larissa</i> (Geyer, 1828)	•	•	•	EO
122. <i>Arethusana arethusia</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)			•	EO
123. <i>Brintesia circe</i> (Fabricius, 1775)	•	•	•	EO
124. <i>Chazara briseis</i> (Linnaeus, 1764)	•		•	ES
125. <i>Hipparchia fagi</i> (Scopoli, 1763)		•	•	EM
126. <i>Hipparchia syriaca</i> (Staudinger, 1871)	•		•	EO
127. <i>Hipparchia statilinus</i> (Hufnagel, 1766)	•	•	•	EM
128. <i>Hipparchia semele</i> (Linnaeus, 1758)	•	•	•	EM
129. <i>Minois dryas</i> (Scopoli, 1763)			•	ES
130. <i>Satyrus ferula</i> (Fabricius, 1793)	•	•	•	EO
<b>Number of species per mountain:</b>	<b>97</b>	<b>87</b>	<b>116</b>	

# New data on the distribution of six morphologically cryptic species of *Niphargus stygius* species complex (Amphipoda: Niphargidae)

Janko ŠET<sup>1</sup>, Špela BORKO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jovan Hadži Institute of Biology ZRC SAZU, Zagorica 20, SI-1292 Ig, Slovenia; E-mail: janko.set@zrc-sazu.si

<sup>2</sup>SubBio Lab, Department of Biology, Biotechnical Faculty, University of Ljubljana, Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, Slovenia; E-mail: spela.borko@bf.uni-lj.si

**Abstract.** Subterranean amphipods, morphologically resembling *Niphargus stygius* species complex, were molecularly analysed. We isolated genomic DNA and amplified the subunit I of mitochondrial cytochrome oxidase gene (COI) for 94 specimens from 37 localities. We report on six new localities for *N. chagankae*, one for *N. cvajcki*, eight for *N. gottscheeanensis*, two for *N. kenki*, one for *N. malagorae* and two for *N. zagrebensis*. New data extend previously known distribution ranges of *N. gottscheeanensis* and fill the missing gap between the remote *N. kenki* occurrences. We report on new co-occurrence data for two species pairs, i) *N. chagankae* and *N. likanus*, and ii) *N. gottscheeanensis* and *N. podpecanus*.

Key words: cryptic species, *Niphargus stygius*, molecular taxonomy, distribution, COI, co-occurrence

**Izvleček.** Novi podatki o razširjenosti šestih morfološko kriptičnih vrst kompleksa *Niphargus stygius* (Amphipoda: Niphargidae) – Raziskovali smo razširjenost kriptičnih vrst v kompleksu *N. stygius*. Izolirali smo DNA in pomnoževali podenoto I mitohondrijskega gena za citokrom oksidazo (COI) 94 osebkov iz 37 lokalitet. Navajamo šest novih nahajališč vrste *N. chagankae*, eno za *N. cvajcki*, osem za *N. gottscheeanensis*, dve za *N. kenki*, eno za *N. malagorae* in dve za *N. zagrebensis*. Izboljšali smo znanje o razširjenosti *N. gottscheeanensis* in opisali novo lokaliteto *N. kenki* sredi obširnega območja med obema do sedaj znanima skupinama nahajališč. Opisali smo prvo sopojavljanje *N. chagankae* in *N. likanus* in novo lokacijo, kjer se sopojavljata vrsti *N. gottscheeanensis* in *N. podpecanus*.

Gljučne besede: kriptične vrste, *Niphargus stygius*, molekularna taksonomija, razširjenost, COI, sopojavljanje

## Introduction

The use of molecular methods has shown that morphology alone poorly reflects species composition of some taxa (Witt et al. 2006, Adams et al. 2014, Katouzian et al. 2016). This was thoroughly utilized to distinguish morphologically cryptic species which resemble each other to the point of being impossible to identify without usage of molecular approach (Bickford et al.

2007). Cryptic species often represent unique evolutionary lineages (Trontelj et al. 2009, Delić et al. 2017a) with much narrower distribution than nominal species (Trontelj et al. 2009, Eme et al. 2018). Therefore, they play an important role in understanding patterns of local or regional biodiversity and often appeal for additional conservational efforts (Delić et al. 2017a).

Cryptic species are common in the subterranean realm (Trontelj et al. 2009, Niemiller et al. 2012, Parimuchová et al. 2020). Fragmentation of subterranean environments, coupled with low dispersal abilities of subterranean fauna, increases the probability of allopatric speciation (Trontelj et al. 2009, Garcia-Machado et al. 2011). In addition, common properties of subterranean habitats, i.e. darkness and lack of food sources, enable acquisition of convergent morphologies through the processes of directional selection (Trontelj et al. 2009, Juan et al. 2010). Both mentioned processes, allopatric speciation and convergent evolution, lead to a cryptic speciation within subterranean habitats.

Genus *Niphargus*, the largest genus of freshwater Amphipoda in the world (Väinölä et al. 2008), comprises more than 430 described species (Fišer 2019). All representatives, including the three known fossil species, show morphological adaptations to subterranean habitats – troglomorphies, i.e. reduction of eye, body pigments, elongation of antennae and appendages (Fišer 2019). Many morphologically cryptic complexes of *Niphargus* species have been recognized (e. g. Lefébure et al. 2006, 2007, Fišer & Zagmajster 2009, Trontelj et al. 2009, Delić et al. 2017a, Eme et al. 2018), including *Niphargus stygius* sensu lato, consisting of 16 cryptic species (Delić et al. 2017a).

The *N. stygius* s.l. species are distributed in Slovenia, North-Western Croatia, and Northern Italy (Delić et al. 2017a). Individual species distribution is often poorly understood, six of them are known only from their type locality (Delić et al. 2017a). Although boundaries of species' ranges are not thoroughly explored, it has been established that ranges of several species from this complex overlap and that specimens can even co-occur. To improve our knowledge on factors limiting geographical distributions, as well as ecology and evolutionary history of these species, sequencing of all available individuals from every locality is of high importance. Therefore, we analysed additional samples of *N. stygius* s.l. and herein report on the obtained results.

## Material and methods

We analysed the specimens from *Niphargus stygius* s.l. (as defined in Delić et al. 2017a) from the Zoological Collection of the Department of Biology, Biotechnical Faculty, University of Ljubljana, Slovenia, collected from 2002 to 2014. The samples were preserved in 96% or 70% ethanol. Samples were morphologically classified before the study. We performed DNA isolation and amplification of subunit I of mitochondrial cytochrome oxidase gene (COI) of 94 specimens from 37 localities.

We isolated DNA from one of the pereopods, using GenElute™ Mammalian Genomic DNA Miniprep Kit (Sigma-Aldrich). We amplified COI fragment, using LCO 1490 and HCO 2198 primers (Folmer et al. 1994) and PCR protocol as described in Švara et al. (2015). PCR products were purified using Exonuclease I and Fast AP Thermosensitive Alkaline Phosphatase (Thermo Fisher Scientific Inc., USA). Purified PCR products were sequenced by MacroGen Europe (Amsterdam, Netherlands) with same amplification primers. We assembled and edited the resulting chromatograms in Geneious 6.0.5. The acquired sequences were then aligned and compared with the ones available in publicly available database GenBank using »blastn« (Boratyn et al. 2013) to assign the analyzed specimens to formally described species. A general threshold for determining the species was 98% similarity or, in case that sequence contained ambiguities, as close as possible to it. To reconstruct the species' distributions, we combined our species distribution data with those of Delić et al. (2017a).

## Results and discussion

We obtained COI barcodes for 62 specimens (out of 94 in total) from 30 of the 37 original localities. On three localities we found only specimens that did not belong to *N. stygius* s.l. (*N. dohati* and *N. spoeckeri*). We acquired new presence data for six *Niphargus stygius* s.l. species from 20 localities: six new localities for *N. chagankae*, one for *N. cvajcki*, eight for *N. gottscheanensis*, two for *N. kenki*, one for *N. malagorae* and two for *N. zagrebensis*. Sequences were submitted to GenBank under accession numbers MW370352–MW370416.

A new record from Cerkniško polje significantly extended the known distribution range of *N. gottscheanensis* westward for more than 30 km. Additionally, we identified a new population of *N. kenki*. According to Delić et al. (2017a), this species has a disjunct range with known localities from Central Slovenia (Ljubljana, Škofja Loka) and Eastern Slovenia (Kozjansko). The newly discovered locality, Maroltova jama near Letuš, fills the gap between the two regions.

A new locality with co-occurring *N. podpecanus* and *N. gottscheanensis* and a locality with the first-time reported co-occurrence of *N. chagankae* and *N. likanus* were recorded. *N. gottscheanensis* co-occurs according to current records with *N. chagankae* (one locality), with *N. podpecanus* (four localities) and with *N. novomestanus* (one locality). Besides with *N. gottscheanensis* (one locality mentioned above), *N. chagankae* co-occurs according to current records also with *N. likanus* (one locality). Syntopy between cryptic species, based on current knowledge, is rare (Delić et al. 2017a). However, the assembled data suggest that co-occurrences and syntopies between species of *N. stygius* species complex could be generally overlooked. The data from seven remaining localities correlate with Delić et al. (2017a). All results are summarized in Tab. 1 and Fig. 1.

**Table 1.** Analyzed samples of *Niphargus stygius* s.l. in SE Slovenia. Locality, coordinates (WGS84), number and species of individuals from samples are given, along with their legator and date of sampling. We were unable to classify any specimen from seven localities. Species marked with \* are not *N. stygius* s.l. species. On localities marked with + we are reporting on the presence of *N. stygius* s.l. species for the first time. On some localities from Delić et al. (2017a), we are reporting on the presence of species that have previously not been reported from there. They are marked with \*\*.

**Tabela 1.** Analizirani vzorci za *Niphargus stygius* s.l. v JV Sloveniji. Za vsak vzorec podajamo lokaliteto, koordinate (WGS84), število in vrste obravnavanih osebkov, datume vzorčenj ter legatorje. Iz vzorcev sedmih lokalitet nam ni uspelo določiti nobenega osebka. Vrste, označenih z \*, ne uvrščamo v *N. stygius* s.l. Na lokalitetah, označenih s +, smo prvič potrdili pojavljanje vrst *N. stygius* s.l. Na nekaterih že znanih lokalitetah *N. stygius* s.l. (Delić et al. 2017a) smo dodatno potrdili vrste, ki tam še niso bile zabeležene. Označene so z \*\*.

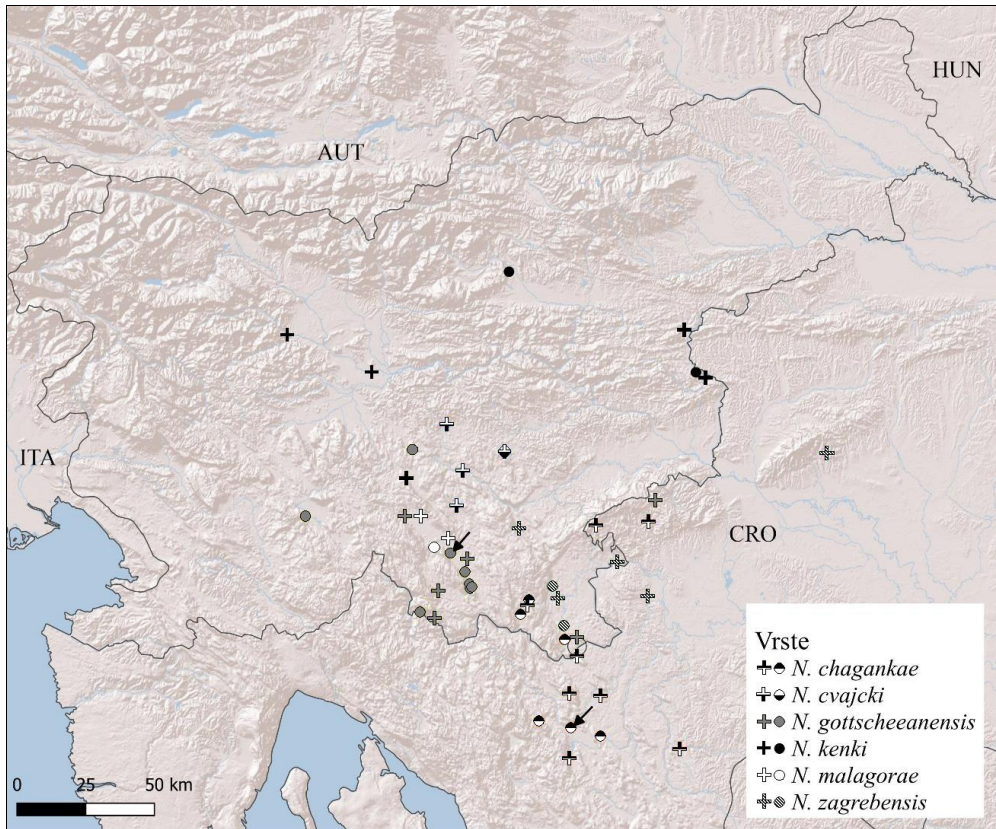
Locality (Cave ID)	Lat. (N) Long. (E)	Species	Number of classified/ all specimens	Date	Legator
Izvir pri črpališču, Slovenska vas; Kočevje; SLO	45.66765 14.83022	<i>N. gottscheeanensis</i> ** <i>N. podpecanus</i>	3/8 3/8	22.2.2007	B. Sket, G. Bračko
Jama Bedara (ID NA), Tihočaj; Žumberak; HRV	45.74657 15.54649	/	0/2	4.11.2005 18.12.2005	S. Minihofer M. Pavlek
Andrejčkov štibec (1263), Zagodec; Stari trg; SLO+	45.52798 15.05823	<i>N. chagankae</i>	2/2	26.1.2002	P. Presetnik
Brezno presenečenj (4500), Krašica planina; Dobrovlje; SLO	46.26638 14.92125	/	0/2	12.5.2012	R. Kvas
Izvir Črnega potoka, Črni potok; Kočevje; SLO+	45.59128 14.89939	<i>N. gottscheeanensis</i>	6/6	7.1.2007	B. Sket, M. Zagmajster
Izvir Ribjek, Osilnica; SLO+	45.53333 14.73162	<i>N. gottscheeanensis</i>	1/1	28.4.2007	B. Sket, J. Jugovic
Tounjčica (ID NA), Tounj; HRV	45.24882 15.32263	/	0/2	27.1.2008	M. Pavlek
Potok Zege, Dolga vas, pri pokopališču; Kočevje; SLO+	45.62472 14.87689	<i>N. gottscheeanensis</i>	1/1	9.2.2002	R. Verovnik
Jama Džud (3341), Lahinja; Belčji vrh; Črnomelj; SLO+	45.50240 15.20062	<i>N. zagrebensis</i>	1/1	6.1.2007	V. Zakšek, B. Šarac
Kekčevo brezno (4672), Dolenja vas; SLO+	45.68130 14.77650	<i>N. malagorae</i>	2/2	21.12.2013	T. Delić, M. Zagmajster, N. Sivec
Izvir v kamnolomu Vražji kamen, Miklarji; Črnomelj; SLO+	45.55997 15.08765	<i>N. chagankae</i>	2/2	24.6.2013	T. Delić, J. Tramte, D. Šinigoj
Jama Trbušnjak (HR02378), Grahovljani; Pakrac; HRV	45.49513 17.25975	/	0/3	10.6.2007	M. Faller
Jama pod Zimzelom (ID NA), Potok Musulinski; Ogulin; HRV+	45.28196 15.11917	<i>N. chagankae</i>	1/2	25.6.2008 14.12.2008	B. Jalžić K. Gašpić



Locality (Cave ID)	Lat. (N) Long. (E)	Species	Number of classified/ all specimens	Date	Legator
Jama v kamenolomu Tounj (HR00692), Tounj; HRV <sup>+</sup>	45.24800 15.31985	<i>N. chagankae</i>	2/2	7.10.2007	M. Pavlek
Jama Drobovnik (ID NA), Kunčani; Radatovići; Žumberak; HRV	45.72509 15.32496	/	0/2	20.4.2007	M. Pavlek
Izvir 200m S od Zajčjega Polja; Črni potok; Kočevje; SLO <sup>+</sup>	45.59635 14.89227	<i>N. gottscheeanensis</i>	2/2	7.1.2007	B. Sket, M. Zagmajster
Mala jama nad Trebujem (394), Trebnje; SLO <sup>+</sup>	45.89980 15.00770	<i>N. cvajcki</i>	2/2	28.7.2009	M. Zagmajster
Jama pod gradom Luknja (575), Prečna; Novo mesto; SLO	45.81841 15.09978	<i>N. novomestanus</i>	3/3	3.9.2006 29.11.2006	V. Zakšek, B. Šarac B. Sket
Viršnica (571), Velika Račna; Grosuplje; SLO <sup>+</sup>	45.90392 14.70549	<i>N. gottscheeanensis</i>	1/1	17.7.2010	M. Zagmajster, L. Mrzelj, P. Dovč
Studenec Pahle, Črni potok; Kočevje; SLO <sup>+</sup>	45.58795 14.89512	<i>N. gottscheeanensis</i>	3/3	7.1.2007	B. Sket, M. Zagmajster
Zelške jame (576), Zelše; Unec; SLO	45.79066 14.30349	<i>N. spoeckeri*</i>	4/4	8.8.2003 6.7.2011	P. Trontelj, M. Zagmajster T. Delič, J. Matičič
Pod Malim naravnim mostom, Rakov Škocjan; Rakek; SLO	45.79097 14.30554	/	0/2	23.3.2003	B. Sket
Izvir pri Kočevskih poljanah, Kočevske poljane; Dolenjske Toplice; SLO <sup>+</sup>	45.72466 15.05483	<i>N. zagrebensis</i>	2/2	27.2.2007	B. Sket, G. Bračko
Dekmanca-Lastnič, studenec ob cesti levo, Bistrica ob Sotli; SLO <sup>+</sup>	46.07968 15.63265	<i>N. kenki</i>	2/4	6.8.2002 8.8.2002	B. Sket unknown
Sustav Matešička- Popovača (HR00957), Matešiči; Slunj; HRV	45.10808 15.61389	/	0/2	11.4.2010	R. Baković
Svinjska jama (534), odtočni sifon, Cerknica; SLO	45.77179 14.32378	<i>N. dobati*</i> <i>N. spoeckeri*</i>	1/2 1/2	2.12.2006	M. Zagmajster, J. Jugovic
Jama v Bobnaricah (11036), Otok; Cerknica; SLO <sup>+</sup>	45.75211 14.35560	<i>N. gottscheeanensis</i>	1/1	19.8.2011	J. Matičič, M. Matičič
Izvir pri Otovcu, Otovec; Črnomelj; SLO <sup>+</sup>	45.59228 15.16412	<i>N. zagrebensis</i>	1/3	30.6.2011	G. Bračko

Locality (Cave ID)	Lat. (N) Long. (E)	Species	Number of classified/ all specimens	Date	Legator
Maroltova jama (4895), Letuš; SLO <sup>+</sup>	46.30750 15.02148	<i>N. kenki</i>	2/2	8.2.2012	R. Kvas
Jama Lesina (1811), Lipa; Vinica; SLO <sup>+</sup>	45.47002 15.20277	<i>N. chagankae</i>	2/2	3.9.2014	C. Fišer
Planinska jama (748), Planina; Postojna; SLO	45.81989 14.24566	<i>N. spoeckeri</i> *	3/8	16.9.2002	NA
				14.9.2004	R. Verovnik
				24.11.2009	J. Jugovic, A. Moškrič
				2.6.2011	V. Zakšek
Dulin ponor- Medvedica (HR00728), Ogulin; HRV	45.26704 15.22399	<i>N. chagankae</i> **	1/3	25.2.2012	R. Baković, S. Minihofer
				25.2.2012	R. Baković, T. Mihoci, S. Minihofer
Podpeška jama (17), Podpeč; Videm; SLO	45.83926 14.68632	<i>N. gottscheeanensis</i>	1/1	6.11.2010	M. Zagmajster
Jama Gadina-Žopenca (235), Loka; Črnomelj; SLO	45.56461 15.18202	<i>N. zagrebensis</i>	1/1	6.1.2007	V. Zakšek B. Šarac
Velika jama nad Trebnjem (104), Trebnje; SLO	45.89989 15.00723	<i>N. cvajcki</i>	4/4	12.7.2011	S. Polak
Lukova jama pri Zdihovem (91), Suhor; Kočevje; SLO	45.52580 14.89410	<i>N. brachytelson</i>	2/2	20.11.2003	B. Sket
Jama v Kamnolomu (2950), Vinica; Črnomelj; SLO	45.45443 15.24431	<i>N. chagankae</i>	1/2	5.4.2007	S. Polak

Further targeted and wider sampling (filtering epikarst water, e.g., drips from crevices in the ceiling; traps, etc.) is needed for obtaining a better insight into the species' habitat preferences and distribution, a solid baseline for establishing conservational efforts.



**Figure 1.** Distribution of *Niphargus stygius* s.l. species, based on the analyzed samples. Distributions of *N. stygius* s.l. species without any new localities found are not included (*N. brachytelson*, *N. goricae*, *N. iskae*, *N. kapelanus*, *N. karamani*, *N. kordunensis*, *N. likanus*, *N. novomestanus*, *N. podpecanus*, and *N. stygius*). Circles indicate new localities from our samples, crosses are older localities from Delić et al. (2017b). Arrows point to the two new localities of syntopy of two species from *N. stygius* s.l. complex; co-occurrence of *N. podpecanus* and *N. gottscheanensis* (grey circle) and co-occurrence of *N. chagankae* and *N. likanus* (circle with black upper half and white lower half).

**Slika 1.** Razširjenost vrst postranic *Niphargus stygius* s.l. ki smo jih določili v naših vzorcih. Razširjenosti vrst *N. stygius* s.l., za katere v raziskavi nismo opisali nobenega novega nahajališča, na sliki nismo prikazali (*N. brachytelson*, *N. goricae*, *N. iskae*, *N. kapelanus*, *N. karamani*, *N. kordunensis*, *N. likanus*, *N. novomestanus*, *N. podpecanus* in *N. stygius*). Krožci označujejo nove lokalitete iz naših vzorcev, križci pa lokalitete iz Delić et al. (2017b). S puščicama sta označeni novo znani lokaciji sopojavljanja dveh vrst tega morfološko kriptičnega kompleksa; *N. podpecanus* in *N. gottscheanensis* (siv krožec) ter *N. chagankae* in *N. likanus* (krožec, katerega zgornja polovica je črna, spodnja pa bela).

## Acknowledgements

The study was part of J. Š.' master thesis, done at SubBio Lab, Department of Biology, Biotechnical Faculty, University of Ljubljana. We are grateful to Teo Delić and Cene Fišer for all the help kindly offered to us. We thank all legators, including members of the Croatian Biospeleological Society (HBSD) for Croatian samples. The study was funded by the Slovenian Research Agency (Programs P1-0184 and P1-0236, Project J1-2464). Š. B. was supported by the Slovenian Research Agency through PhD grant (contract KB139 382597).

## References

- Adams M., Raadik T. A., Burrige C.P., Georges A. (2014): Global biodiversity assessment and hyper-cryptic species complexes: More than one species of elephant in the room? *Syst. Biol.* 63: 518-533.
- Bickford D., Lohman D.J., Sohdi N.S., Ng P.K.L., Meier R., Winker K., Ingram K.K., Das I. (2007): Cryptic species as a window on diversity and conservation. *Trends Ecol. Evol.* 22: 148-155.
- Boratyn G.M., Camacho C., Cooper P.S., Coulouris G., Fong A., Ma N., Madden T.L., Matten W.T., McGinnis S.D., Merezhuk Y., Raytselis Y., Sayers E. W., Tao T., Ye J., Zaretskaya I. (2013): BLAST: a more efficient report with usability improvements. *Nucleic Acids Res.* 41: W29-W33.
- Delić T., Trontelj P., Rendoš M., Fišer C. (2017a): The importance of naming cryptic species and the conservation of endemic subterranean amphipods. *Sci. Rep.* 7: 339.
- Delić T., Švara V., Coleman C.O., Trontelj P., Fišer C. (2017b): The giant cryptic amphipod species of the subterranean genus *Niphargus* (Crustacea, Amphipoda). *Zool. Scr.* 46(6): 740-752.
- Eme D, Zagmajster M., Delić T., Fišer C., Flot J.-F., Konecny-Dupré L., Pálsson S., Stoch F., Zakšek V., Douady C.J., Malard F. (2018): Do cryptic species matter in macroecology? Sequencing European groundwater crustaceans yields smaller ranges but does not challenge biodiversity determinants. *Ecography* 41(2): 424-436.
- Fišer C. (2019): *Niphargus* A model system for evolution and ecology. In: White W., Culver D., Pipan T. (Eds.), *Encyclopedia of Caves*. 3rd ed. Academic Press, Cambridge, pp. 746-755.
- Fišer C., Zagmajster M. (2009): cryptic species from cryptic space: the case of *Niphargus fongi* sp. n. (Amphipoda, Niphargidae). *Crustaceana* 82(5): 593-614.
- Folmer O., Black M., Hoeh W., Lutz R., Vrijenhoek R. (1994): DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Mol. Mar. Biol. Biotechnol.* 3: 294-299.
- García-Machado E., Hernández D.A., García-Debras P., Chevalier-Monteagudo C., Metcalfe L., Bernatchez L., Casane D. (2011). Molecular phylogeny and phylogeography of the Cuban cave-fishes of the genus *Lucifuga*: Evidence for cryptic allopatric diversity. *Mol. Phylogenet. Evol.* 61: 470-483.
- Juan C., Guzik M.T., Jaume D., Cooper S.J.B. (2010): Evolution in caves: Darwin's 'wrecks of ancient life' in the molecular era. *Mol. Ecol.* 19: 3865-3880.
- Katouzian A.-R., Sari A., Macher J.N., Weiss M., Saboori A., Leese F., Weigand A.M. (2016): Drastic underestimation of amphipod biodiversity in the endangered Irano-Anatolian and Caucasus biodiversity hotspots. *Sci. Rep.* 6: 22507.
- Lefébure T., Douady C. J., Gouy M., Trontelj P., Briolay J., Gibert J. (2006): Phylogeography of a subterranean amphipod reveals cryptic diversity and dynamic evolution in extreme environments. *Mol. Ecol.* 15: 1797-1806.
- Lefébure T., Douady C.J., Malard F., Gibert J. (2007): Testing dispersal and cryptic diversity in a widely distributed groundwater amphipod (*Niphargus rhenorhodanensis*). *Mol. Phylogenet. Evol.* 42: 676-686.

- Niemiller M.L., Near T.J., Fitzpatrick B.M. (2012): Delimiting species using multilocus data: diagnosing cryptic diversity in the southern cavefish *Typhlichthys subterraneus* (Teleostei: Amblyopsidae). *Evolution* 66: 846-866.
- Parimuchová A., Žurovcová M., Papáč V., Kováč L. (2020): Subterranean *Deuteraphorura* Absolon, 1901, (Hexapoda, Collembola) of the Western Carpathians – Troglomorphy at the northern distributional limit in Europe. *PLoS ONE* 15(1): e0226966.
- Švara V., Delić T., Rađa T., Fišer C. (2015): Molecular phylogeny of *Niphargus boskovici* (Crustacea: Amphipoda) reveals a new species from epikarst. *Zootaxa* 3994(3): 354-376.
- Trontelj P., Douady C.J., Fišer C., Gibert J., Gorički Š., Lefebure T., Sket B., Zakšek V. (2009): A molecular test for cryptic diversity in ground water: how large are the ranges of macrostygobionts? *Freshwater Biol.* 54: 727-744.
- Väinölä R., Witt J.D.S., Grabowski M., Bradbury J.H., Jazdzewski K., Sket B. (2008): Global diversity of amphipods (Amphipoda; Crustacea) in freshwater. *Hydrobiologia* 595: 241-255.
- Witt J.D.S., Threlloff D.L., Hebert P.D.N. (2006): DNA barcoding reveals extraordinary cryptic diversity in an amphipod genus: implications for desert spring conservation. *Mol. Ecol.* 15: 3073-3082.



## ***Capnodis porosa* (Klug, 1829) (Coleoptera: Buprestidae) – new species for the beetle fauna of Croatia**

### ***Capnodis porosa* (Klug, 1829) (Coleoptera: Buprestidae) – nova vrsta za favno hroščev Hrvaške**

Boris LAUŠ, Association Hyla, Lipovac I no. 7,  
HR-10000 Zagreb, Croatia;  
E-mail: boris.laus@hhdhyla.hr

Mladen ZADRAVEC, Antuna Stipančiča 12,  
HR-10000 Zagreb, Croatia;  
E-mail: mladen.z123@gmail.com

Barbara HORVATIĆ, Oroslavska 1, HR-49243  
Oroslavje, Croatia;  
E-mail: barbarahorvatic@gmail.com

Marko BRACIĆ, Department of Behavioural Biology,  
University of Münster, Badestraße 13, DE-48149  
Münster, Germany; Association Hyla, Lipovac I  
no. 7, HR-10000 Zagreb, Croatia;  
E-mail: bracic@uni-muenster.de

Toni KOREN, Association Hyla, Lipovac I no. 7,  
HR-10000 Zagreb, Croatia;  
E-mail: toni.koren@hhdhyla.hr

Distribution records of jewel beetles, or metallic wood boring beetles (Coleoptera: Buprestidae), in Croatia are scarce and come from limited sources. Most have been given by Schlosser (1878) and Novak (1952, 1964, 1970), with a smaller number of records given by just a few other authors. This is surprising since jewel beetles are considered by some authors to be among the most beautiful beetles in the Balkans (Sakalian 2003) – thus attractive to beetle collectors. Additionally, most jewel beetles are xylophagous, attacking dying or dead trees. Therefore, they hold an important role in ecosystems, contributing to the decomposition of dead wood (Evans et al. 2007). In spite of this, there is no published recent focused research on Croatian jewel beetles, or even saproxylic communities in general.

Some jewel beetles can invade healthy or weakened trees (Evans et al. 2007), and as such are considered pests, particularly in forestry and agriculture. For instance, flat-headed borers, *Capnodis* spp., cause damage to plantations of stone fruit (*Prunus* spp., Rosaceae) or pistachio

trees (*Pistacia* spp., Anacardiaceae) (Gindin et al. 2014). For Croatia, only a few papers mention the effects of *Capnodis* spp. in agriculture, specifically just for *Capnodis tenebrionis* (Linnaeus, 1758) (Rotim 2013, Šubić 2016) However, they do not give the precise distribution of this species. The Catalogue of Palaearctic Coleoptera (Kubáň et al. 2006) lists only three species of this genus in Croatia: *C. tenebrionis*, *Capnodis cariosa* (Pallas, 1776) and *Capnodis tenebricosa* (Olivier, 1790).

During the last few years, the authors carried out a beetle fauna survey of Dubrovnik-Neretva County, including Srđ Hill near Dubrovnik (WGS84 coordinates: 42,650701° N, 18,110602° E, 401 m a.s.l.). Srđ was visited on two occasions, on 7.6.2017 and 2.7.2018. Visual examination of host plants was performed for *Capnodis* buprestids, which resulted in records for *C. cariosa*, *C. tenebrionis* and *C. tenebricosa*. Several specimens were identified as *Capnodis porosa* (Klug, 1829), a species which had not been previously recorded in Croatia (Fig. 1). Individuals of *C. porosa* were found on *Rhus coriaria* L. on both occasions, on the same bush patches. From several individuals observed, two and six were collected during the first and second visits, respectively. Identification of this species followed available keys by Théry (1936) and Tozlu & Özbek (2000).

The closest records of *C. porosa* are from Bosnia and Herzegovina, Serbia and Montenegro, and Albania (Kubáň et al. 2006). Larval host plants in Europe are *Pistacia* spp. and *Rhus* spp. (Sakalian 2003), and almond (*Prunus amygdalus* L., Rosaceae) in Iran (Ghahari et al. 2015).

Further discoveries of this species in Croatia can be expected. Future research should focus on locations with known occurrences of both *Rhus* species present in Croatia, as well as other potential host plants, at least in the south Mediterranean part of the country (Jovančević 1964, 1966, Birač 1973, Milović 2002, Stevanović & Lakušić 2007, Nikolić 2015).



**Figure 1.** An adult *C. porosa* resting on the dry trunk of *Rhus coriaria* (photo: M. Zadavec).

**Slika 1.** Odrasel osebek *C. porosa* na suhem deblu *Rhus coriaria* (foto: M. Zadavec).

## Acknowledgements

We are grateful to Nikola Rahmé for his help in identifying the specimens of *Capnodis porosa* and for providing the information on the species' host plants. Our thanks also go to Danijel Škrčić for his help on identification of *Rhus coriaria*. We are grateful to the Natural History Museum in Dubrovnik for financing this survey.

## References

Birač V. (1973): Vegetacija Srđa i okolice Dubrovačke rijeke. Acta Bot. Croat. 22: 135-170.

Evans H.F., Moraal L.G., Pajares J.A. (2007): Biology, ecology and economic importance of Buprestidae and Cerambycidae. In: Lieutier F., Day K.R., Battisti A., Gregoire J. C., Evans H. F. (Eds.), Bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis. Kluwer, Dordrecht, pp.: 447–474.

Ghahari H., Volkovitsh M.G., Bellamy C.L. (2015): An annotated catalogue of the Buprestidae of Iran (Coleoptera: Buprestoidea). Zootaxa 3984: 1-141.

Gindin G., Mendel Z., Levitin B., Kumar P., Levi T., Shahi P., Khasdan V., Weinthal D., Kuznetsova T., Einav M., Kushmaro A., Protasov A., Zaritskyb A., Ben-Dov E. (2014): The basis for rootstock resilient to *Capnodis* species: Screening for genes encoding  $\delta$ -endotoxins from *Bacillus thuringiensis*. Pest Manag. Sci. 70: 1283-1290.

Jovančević M. (1964): Drveće i grmlje mediteranskog zimzelenog područja ercegovine. Radovi Šumarskog fakulteta i Instituta za šumarstvo i drvnu industriju u Sarajevu 9: 1-48.

Jovančević M. (1966): Prirodni areal, umjetno širenje i selekcija grozdastog ruja (*Rhus coriaria* L.) u Dalmaciji i Hercegovini. Nar. Šumar 1-2: 9-15.

Kubáň V., Bílý S., Jendek E., Kalashian M.Y., Volkovitsh M.G. (2006): Superfamily Buprestoidea, Family Buprestidae. In: Löbl I., Smetana A. (Eds.), Catalogue of Palearctic Coleoptera, Vol. 3. Apollo Books, Stenstrup, pp. 40-60, 325-421.

Milović M. (2002): The flora of Šibenik and its surroundings. Nat. Croat. 11(2): 171-223.

Nikolić T. (2015): Flora Croatica Database. Faculty of Science, University of Zagreb. <http://hirc.botanic.hr/fcd> [Accessed on 27.1.2020]

Novak P. (1952): Kornjaši jadranskog primorja. Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, 521 pp.

Novak P. (1964): I coleotteri della Dalmazia. Atti del Museo Civico di Storia Naturale, Trieste, 24: 53-132.



- Novak P. (1970): Rezultati istraživanja kornjaša našeg otočja. Acta Biologica VI, Prirodoslovna istraživanja. Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, 38: 5-58.
- Rotim N. (2013): Žilogriz (*Capnodis tenebrionis* L.) - sve značajniji štetnik koštičavih voćaka. Glasnik zaštite bilja 36(6): 52-58.
- Sakalian V. P. (2003): A catalogue of the jewel beetles of Bulgaria (Coleoptera: Buprestidae). Zoocartographia Balcanica No. 2, Pensoft Series Faunistica 30: 246 pp.
- Schlosser J.K. (1878): Fauna kornjašah Trojedne kraljevine. Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, 2: 343-726.
- Stevanović V., Lakušić D. (2007): *Rhus coriaria* L., *Salvia aethiopsis* L. In: Vladimirov V., Dihoru G., Tan K. (Eds.), New floristic records in the Balkans 3, Reports 80-81, Phytologia Balcanica 13: 433-455.
- Šubić M. (2016): Mogućnosti i ograničenja suzbijanja štetnih organizama u suvremenim nasadima trešanja prema integriranim načelima. Glasilo biljne zaštite 16(4): 365-377.
- Théry P.A. (1936): Notes sur le genre *Capnodis* (Col. Buprestidae). Bulletin de la Société entomologique de France 1(29): 219-221.
- Tozlu G., Özbek H. (2000): Faunistic and taxonomic studies on the family Buprestidae (Coleoptera) in Erzurum, Erzincan, Artvin and Kars Provinces II. Sphenoptarinae, Chalcophorinae, Chrysobothrinae, Agrilinae, Cylindromorphinae and Trachyinae. Turk. Zool. Derg. 24: 79-104.



## Contribution to the knowledge on distribution of Horvath's rock lizard *Iberolacerta horvathi* (Méhely, 1904) in Slovenia, new records from Pokljuka

Prispevek k poznavanju razširjenosti Horvatove kuščarice *Iberolacerta horvathi* (Méhely, 1904) v Sloveniji, novi podatki za Pokljuko

Katja KONC, Nad žago 12, SI-4201 Zgornja Besnica, Slovenia; E-mail: konckatja@gmail.com

The known distribution of Horvath's rock lizard (*Iberolacerta horvathi*) in Slovenia is limited to the Julian Alps, Trnovski gozd, Snežnik plateau and Dinaric mountains (Krofel et al. 2009, Vek et al. 2019). Data on newly discovered occurrence localities, gathered in recent years, show that the distribution of Horvath's rock lizard has not yet been fully explored and that thorough data, as put by Vek et al. (2019), are still missing especially for the Alpine areas.

On 15. 8. 2020, three Horvath's rock lizards were discovered in the Pokljuka Gorge («Pokljuka soteska») at approximately 800 m a.s.l. Two individuals were observed on a rocky wall near the entrance of the cave called «Pokljuka luknja» (Slovene cave registry No. 2771, WGS84 coordinates: N 46.3766°, E 14.0327°). Both lizards were photographed and identified as Horvath's rock lizard – the two scales above nostrils were separated, which was visible in the photos (Fig. 1), among other signs. Horvath's rock lizard's dorsal colour is greyish or brown. The belly is usually light in colour. On each side of the head, the supranasal scale is elongated towards the back and touches the loreal scale (Mršič 1997, Speybroeck et al. 2016).

One lizard was captured by hand and photographed from up close (Fig. 1). Both lizards were adults and the one captured was a female. It was a sunny day, around 10 AM, and the lizards were sunbathing on the rocky wall that was partially covered by grassy patches.



**Figure 1.** A female Horvath's rock lizard (*I. horvathi*) from Pokljuka Gorge, Slovenia (photo: K. Konc).

**Slika 1.** Samica horvatove kuščarice (*I. horvathi*) iz Pokljuške soteske, Slovenija (foto: K. Konc).

Around 100 meters into the forest, the third individual was found on a steep bank above the path (WGS84 coordinates: N 46.3772°, E 14.0332°). The tree canopies prevented sunlight to reach the ground directly, and due to the gorge below, the whole area was slightly damp. In close proximity to the Horvath's rock lizard, another lizard species was found – the viviparous lizard (*Zootoca vivipara*). Both lizards were photographed from afar (Fig. 2). Both species were identified based on the specific morphological characteristics, clearly visible from the photo.

The closest known records of Horvath's rock lizard are from Mrzli studenec, around 5 km southwest from the Pokljuka Gorge (De Luca 1989). According to Speybroeck et al. (2016), Horvath's rock lizards are usually found in rocky terrain, often in forested areas and close to a source of water.

The common wall lizard (*Podarcis muralis*) and *I. horvathi* display an overall similarity in morphology and ecology (Osojnik et al. 2013). Žagar et al. (2015) suggest that both lizard species occupy sun-exposed gaps in a forested landscape, both exhibiting an altitudinal segregation pattern with a high zone of overlap at middle altitudes. In addition, *I. horvathi* reaches highest densities at high altitudes and *P. muralis* at low altitudes with a broad zone of distributional overlap between the species. Osojnik et al. (2013) have ascertained that *I. horvathi* occupies areas with more damp, humid, and shaded microhabitats than *P. muralis* of the

same regions. Speybroeck et al. (2016) suggest that *I. horvathi* prefers steeper rock faces or cliffs than *P. muralis*.



**Figure 2.** Horvath's rock lizard (*I. horvathi*) (below) and viviparous lizard (*Z. vivipara*) (on top) from Pokljuka Gorge, Slovenia (photo: K. Konc).

**Slika 2.** Horvatova kuščarica (*I. horvathi*) (spodaj) in živorodna kuščarica (*Z. vivipara*) (zgoraj) iz Pokljuške soteske, Slovenija (foto: K. Konc).

Although *I. horvathi* has already been known from Pokljuka (De Luca 1989, Petras Sackl et al. 2013), the novel findings demonstrate that the area is still insufficiently explored and emphasize the need for a further systematic research.

## References

- Krofel M., Cafuta V., Planinc G., Sopotnik M., Šalamun A., Tome S., Vamberger M., Žagar A. (2009): Razširjenost plazilcev v Sloveniji: pregled podatkov, zbranih do leta 2009. Distribution of reptiles in Slovenia: a review of data collected until 2009. *Nat. Slov.* 11(2): 61-99.
- De Luca N. (1989): Taxonomic and Biogeographic Characteristics of Horvath's Rock Lizard (*Lacerta horvathi* MEHELY 1904, Lacertidae, Reptilia) in Yugoslavia. *Scopolia* 18: 1-48.
- Mršič N. (1997): Plazilci (Reptilia) Slovenije, 1. natis. Zavod Republike Slovenije za šolstvo, Ljubljana, pp. 94-95.
- Osojnik N., Žagar A., Carretero M.A., García-Muñoz E., Vrezec A. (2013): Ecophysiological Dissimilarities of Two Sympatric Lizards. *Herpetologica* 69: 445-454.
- Petras Sackl T., Smukavec U., Scholl C., Marolt M., Kralj T. (2013): CAMP – Triglavski narodni park – testno območje Pokljuka, project HABIT-CHANGE. Central Europe programme, pp. 23.
- Speybroeck J., Beukema W., Bok B., Van Der Voort J. (2016): Field Guide to the Amphibians & Reptiles of Britain and Europe. Bloomsbury Publishing Plc, London, pp. 311-312.
- Vek M., Kirbiš N., Lešnik A. (Eds.) (2019): Življenje okoli nas: Dvoživke in plazilci visokogorja Slovenije. Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju & Herpetološko društvo – Societas herpetologica slovenica, Ljubljana, pp. 19.
- Žagar A., Carretero M.A., Osojnik N., Sillero N., Vrezec A. (2015): A place in the sun: interspecific interference affects thermoregulation in coexisting lizards. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 69: 1127-1137.

## Observations made at three church bat (Chiroptera) roosts in central Slovenia

### Opazanja s treh cerkvenih zatočišč netopirjev (Chiroptera) v osrednji Sloveniji

Jan GOJZNIKAR, Migojnice 90, SI-3302 Griže;

E-mail: jan.gojznikar.pb@gmail.com

Tim ZAVERŠEK, Ulica Alme Karlinove 31, SI-3000

Celje; E-mail: tim.zaversek@gmail.com

Anja BOLČINA, Cesta na Svetino 19, SI-3270

Laško; E-mail: bolcina.anja@gmail.com

Church buildings in Slovenia have long been known as suitable nursery roosts for several bat (Chiroptera) species (Presetnik et al. 2009), which require a warm environment to raise their young during the summer. Knowing which churches are utilized by bats as roosts is therefore highly important for bat conservation. During late spring and early summer of 2020, we visited three church roosts of lesser horseshoe bat (*Rhinolophus hipposideros*) in the Savinjska region, Central Slovenia. These churches were St. Neža at Liboje, St. Magdalena on Hom hill (Matke) and Sts. Mohor and Fortunat on Šmohor hill (Tab. 1), which had been inspected in the past (Hercog 2013, own data) and are known to host larger roosts of the species. We decided to inspect these churches to record their present status and to assess the current size of their respective reproductive colonies.

Bats were counted when exiting the roost in the evening. Each roost was inspected twice – initially, a preliminary evening visit was made to assess flight patterns and emergence openings, and later a thorough count of emerging bats was conducted. The count began 5-10 minutes before sunset with bats being counted until 15 minutes after the last confirmed emergence from the roost. *R. hipposideros* were identified using a heterodyne ultrasound detector (D200, Pettersson Elektronik) at 110 kHz, while additional detectors were used to search for other possible bat species. Since female *R. hipposideros* near our survey area were noted to give birth from mid-June onwards (Hercog 2013), we assumed all emerging individuals of the species were adults. On 25. 6. 2020 (Tab. 1) we also deployed hand nets at St. Magdalena Church in

order to determine one of the species present there, using determination key in Dietz & Kiefer (2016).

Apart from confirming *R. hipposideros* presence during all our surveys (Tab. 1), we recorded two other bat species - the greater horseshoe bat (*R. ferrumequinum*) and the whiskered bat (*Myotis mystacinus*). We also noted individual bats which we were unable to distinguish to species or even family level, including an individual of a large bat species at Sts. Mohor and Fortunat (Tab. 1). Almost all bats used small windows and other apparent holes for their emergence, except for unidentified Vespertilionidae individuals at St. Neža, which emerged from slits between stone roof tiles of the bell tower.

To our knowledge, St. Neža Church had only been surveyed once in the past, when the first author of this contribution inspected the roost on 24. 8. 2017, observing 123 *R. hipposideros* of unknown sex and age, 28 adults, 38 juveniles, 2 adult females and one carcass. These numbers, combined with our recent findings of 217 adults, make this church a nursery roost with a very large maternity colony of the species in Slovenia (Pettrinjak 2009, Presetnik 2018). St. Magdalena on Hom hosts an even more numerous maternity colony - we recorded over a hundred more adult individuals of the species than Hercog (2013) in the season of 2011 (max. 245 compared to our 346). According to Presetnik (2018), our findings suggest that the church hosts among the largest, if not the largest currently known maternity colony of *R. hipposideros* in the country. The number of adult individuals of the species at Sts. Mohor and Fortunat is also slightly higher than the numbers found by Hercog (2013) (max. 59 adults compared to our 76). It is to be noted, however, that the emergence count conditions at the latter were much worse than at the other two churches, with emergence openings located much higher and heavy winds impairing our ability to detect bats. These conditions have contributed to the high number of unidentified individuals (Tab. 1). Although some, if not most, were probably *R. hipposideros*, we cannot exclude the possibility that some of them belonged to other bat species. Therefore, the interior of the Church of Sts. Mohor and Fortunat needs to be reinspected in the near future, in order to both assess the true number of *R. hipposideros* individuals present and to inspect for other bat species possibly present at the roost.

We also recorded some other interesting bat species. We have reconfirmed the presence of *R. ferrumequinum* at St. Magdalena, whereas we failed to register any serotine bats (*Eptesicus serotinus*) which were also recorded at the church previously (Hercog 2013). However, by far the most intriguing is our find of a nursery roost of *M. mystacinus*, which has not been observed at St. Magdalena in the past. Known nursery roosts of *M. mystacinus* in Slovenia are very rare, and so far, only two other church roosts were noted for this species, out of which one had already been destroyed (Likozar 2013). This finding, together with the remarkable number of detected *R. hipposideros* individuals during our survey, makes the church of St. Magdalena a roost of national importance.

Our results highlight that the Churches of St. Neža, Sts. Mohor and Fortunat, and especially St. Magdalena, are bat roosts of high conservational importance. None of these church nurseries are included in any nature conservation networks, such as Natura 2000 (Ur. l. RS 2004a) or Ecologically important areas (Ur. l. RS 2004b). We suggest that the churches be included in these areas, with conservation activities focusing especially on measures which promote peaceful coexistence of bats and church administrators (for examples see Kotnik et al. 2015). It might also be prudent to monitor the state of these important nurseries in the future.

**Table 1.** Results of bat emergence counts for three selected church bat roosts. Structures, used by individuals to emerge from the roost, are also given. AD – adult; emergence openings: BTO – bell tower openings, ATO – attic openings, BTR – slits in bell tower roof tiles.

**Tabela 1.** Rezultati štetja izletavanja za tri izbrane cerkve. Navedene so tudi izhodne strukture, ki so jih uporabljali netopirji. AD – odrasla žival; izhodne odprtine: BTO – odprtine/line na zvoniku, ATO – odprtine/line na podstrešju, BTR – reže med strešniki zvonika.

Site [lat. (°N), long. (°E), m a.s.l.]	Date	Notes	Taxa [No. of individuals]	Emergence openings
Church of St. Neža, Liboje [46.208026, 15.190633, 367]	27. 5. 2020	/	<i>R. hipposideros</i> [132] Vespertilionidae [2]	BTO, ATO BTR
	29. 5. 2020	/	<i>R. hipposideros</i> [217] Vespertilionidae [1]	BTO, ATO BTR
Church of St. Magdalena, Matke [46.218996, 15.125510, 602]	23. 6. 2020	/	<i>R. hipposideros</i> [336] <i>R. ferrumequinum</i> [1] Vespertilionidae [25] Chiroptera [10]	BTO, ATO ATO ATO ATO
	25. 6. 2020	terminated 90 min. after sunset – heavy rain	<i>R. hipposideros</i> [346] <i>R. ferrumequinum</i> [1] <i>M. mystacinus</i> [30 AD, 2 AD ♀, 2 AD ♀ – parous]	BTO, ATO ATO ATO
	27. 6. 2020	very windy conditions	<i>R. hipposideros</i> [76] Chiroptera [49] Chiroptera (large species) [1]	BTO BTO BTO
Church of Sts. Mohor and Fortunat, Šmohor [46.181568, 15.180067, 786]	1. 7. 2020	terminated 60 min. after sunset – heavy winds and lightning	<i>R. hipposideros</i> [59] Chiroptera [47]	BTO BTO

## Acknowledgements

We wish to thank our colleagues Pia Golob, Rok Lobnik, Liza Trebše and Nika Zaveršek who participated in the field work. We are grateful also to Primož Presetnik who provided us with some information on useful literature. We wish to thank Mr. Jože Planinc, the parish priest of Župnija Griže, who kindly allowed us to visit the Church of St. Neža. We are also thankful also to an anonymous reviewer whose insight greatly improved this manuscript.

## References

- Dietz C., Kiefer A. (2016): Bats of Britain and Europe. Bloomsbury, London, 398 pp.
- Hercog K. (2013): Poletna zatočišča malega podkovnjaka (*Rhinolophus hipposideros*) v objektih kulturne dediščine v osrednji Sloveniji, Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Ljubljana, 94 pp.
- Kotnik J., Kosor N., Zidar S. (2015): Projekt »Navadni netopirji – prav posebni sosede! Ohranimo cerkvena zatočišča navadnega netopirja«, Končno poročilo. Slovensko društvo za proučevanje in varstvo netopirjev, Ljubljana, 54 pp.
- Likožar L. (2013): Ekologija porodniške skupine brkatega netopirja v cerkvi sv. Jošt nad Kranjem, Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Ljubljana, 84 pp.
- Petrinjak A. (2009): Mali podkovnjak *Rhinolophus hipposideros* (Bechstein, 1800). In: Presetnik P., Koselj K., Zagmajster M. (Eds.), Atlas netopirjev (Chiroptera) Slovenije - Atlas of bats (Chiroptera) of Slovenia. Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju, pp. 44-47.
- Presetnik P., Koselj K., Zagmajster M. (Eds.) (2009): Atlas netopirjev (Chiroptera) Slovenije - Atlas of bats (Chiroptera) of Slovenia. Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju, 151 pp.
- Presetnik P. (2018): MEJ-MO-JIH – netopirsko udobje v senci in zavetrju mejic. Trdoživ – bilten slovenskih terenskih biologov in ljubiteljev narave 7(1): 6-7.
- Ur. l. RS (2004a): Uredba o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000). Uradni list Republike Slovenije 04(49): 6409-6480.
- Ur. l. RS (2004b): Uredba o ekološko pomembnih območjih. Uradni list Republike Slovenije 04(48): 6356-6354.





## NAVODILA AVTORJEM

NATURA SLOVENIAE objavlja izvirne prispevke, ki imajo za ozadje terensko delo s področja biologije in/ali prispevajo k poznavanju favne in flore osrednje in jugovzhodne Evrope. Prispevki so lahko v obliki znanstvenih člankov, kratkih vesti ali terenskih notic.

**Znanstveni članek** je celovit opis izvirne raziskave in vključuje teoretično ozadje tematike, območje raziskav in metode uporabljene pri delu, podrobno predstavljene rezultate in diskusijo, sklepe ter pregled literature. Dolžina naj ne presega 20 strani.

**Kratka znanstvena vest** je izvirni prispevek, ki ne vsebuje podrobnega teoretičnega pregleda. Njen namen je seznaniti bralca z delnimi ali preliminarnimi rezultati raziskave. Dolžina naj ne presega petih strani.

**Terenska notica** je krajši prispevek o zanimivih favniških ali florističnih opažanjih in najdbah na področju Slovenije. Dolžina naj ne presega treh strani.

Vsi prispevki bodo recenzirani. Avtorji lahko v spremnem dopisu sami predlagajo recenzente, kljub temu pa urednik lahko izbere tudi kakšnega drugega recenzenta. Recenziran članek popravi avtor oz. avtorji sami. V primeru zavrnitve se originalne materiale skupaj z obrazložitvijo glavnega urednika vrne odgovornemu avtorju.

Prispevki, objavljeni v reviji *Natura Sloveniae*, ne smejo biti predhodno objavljeni ali sočasno predloženi in objavljeni v drugih revijah ali kongresnih publikacijah. Avtorji se s predložitvijo prispevkov strinjajo, da ob njihovi potrditvi, ti postanejo last revije.

Prispevke lahko oddate na naslov *Natura Sloveniae*, Večna pot 111, SI-1111 Ljubljana, Slovenija (telefon: (01) 423 33 70, fax: 273 390, E-mail: maja.zagmajster@bf.uni-lj.si).

### FORMAT IN OBLIKA PRISPEVKA

Prispevki naj bodo napisani v programu Word for Windows, v pisavi "Times New Roman CE 12", z levo poravnavo in 3 cm robovi na A4 formatu. Med vrsticami naj bo dvojni razmak, med odstavki pa prazna vrstica. Naslov prispevka in naslovi posameznih poglavij naj bodo natisnjeni krepko v velikosti pisave 14. Latinska imena rodov in vrst morajo biti pisana ležeče. Uredniku je potrebno prispevek oddati v primernih elektronski obliki (disketa, CD, elektronska pošta) v Rich text (.rtf) ali Word document (.doc) formatu.

Naslov prispevka (v slovenskem in angleškem jeziku) mora biti informativen, jasek in kratek. Naslovu naj sledijo celotna imena avtorjev in njihovi naslovi (vključno z naslovi elektronske pošte).

Izvleček v slovenskem jeziku mora na kratko predstaviti namen, metode, rezultate in zaključke. Dolžina izvlečka naj ne presega 200 besed za znanstveni članek oziroma 100 besed za kratko znanstveno vest. Pod izvlečkom naj bodo ključne besede, ki predstavljajo področje raziskave. Njihovo število naj ne bo večje od 10. Sledi abstract in key words v angleškem jeziku, za katere velja enako kot za izvleček in ključne besede.

Glavnina prispevka znanstvenega članka in kratke znanstvene vesti je lahko pisana v slovenskem jeziku čeprav je bolj zaželen angleški jezik. Prispevek, ki je pisan v slovenskem jeziku mora vsebovati obširnejši angleški povzetek - summary, prispevek pisan v angleškem jeziku pa obširnejši slovenski povzetek (200-500 besed). Terenska notica je v celoti napisana v angleškem jeziku, brez izvlečka, ključnih besed in povzetka. Pri oblikovanju besedil naj se avtorji zgledujejo po zadnjih številkah revije.

### SLIKE IN TABELE

Skupno število slik in tabel v prispevku naj ne bo večje od 10, njihovo mesto naj bo v članku nedvoumno označeno. Posamezne tabele z legendami naj bodo na ločenih listih. Naslovi tabel naj bodo nad njimi, naslovi slik in fotografij pa pod njimi. Naslovi in legenda slik in tabel naj bodo v slovenskem in angleškem jeziku. Pri navajanju slik in tabel v tekstu uporabljajte okrajšave (npr. angl: Tab. 1 ali Tabs. 1-2, Fig. 1 ali Figs. 1-2 in slo.: Tab. 1 in Sl. 1).

### NAVAJANJE LITERATURE

Navajanje literature v besedilu mora biti na ustreznem mestu. Kadar citiramo enega avtorja, pišemo Schultz (1987) ali (Schultz 1987), če sta avtorja dva (Parry & Brown 1959) in če je avtorjev več (Lubin et al. 1978). Kadar navajamo citat večih del hkrati, pišemo (Ward 1991, Pace 1992, Amman 1998). V primeru, ko citiramo več del istega avtorja objavljenih v istem letu, posamezno del označimo s črkami (Lucas 1988a, b). Literatura naj bo urejena po abecednem redu.

### Primeri:

- članke iz revij citiramo:  
Schultz J.W. (1987): The origin of the spinning apparatuses in spiders. *Biol. Rev.* 62: 123-134.
- Parry D.A., Brown R.H.J. (1959): The hydraulic mechanism of the spider leg. *J. Exp. Biol.* 36: 654-657.
- Lubin Y.D., Eberhard W.G., Montgomery G.G. (1978): Webs of Diagrammopes (Araneae: Araneidae) in the neotropics. *Psyche* 85: 1-13.
- Lucas S. (1988a): Spiders in Brasil. *Toxicon* 26: 759-766.
- Lucas S. (1988b): Spiders and their silks. *Discovery* 25: 1-4.
- knjige, poglavja iz knjig, poročila, kongresne povzetke citiramo:  
Foelix R.F. (1996): *Biology of spiders*, 2. edition. Harvard University Press, London, pp. 155-162.
- Nentwig W., Heimer S. (1987): *Ecological aspects of spider webs*. In: Nentwig W. (Ed.), *Ecophysiology of Spiders*. Springer Verlag, Berlin, 211 pp.
- Edmonds D.T. (1997): The contribution of atmospheric water vapour to the formation of a spider's capture web. In: Heimer S. (Ed.), *Proceedings of the 17th European Colloquium of Arachnology*. Oxford Press, London, pp. 35-46.

## INSTRUCTIONS TO AUTHORS

NATURA SLOVENIAE publishes original papers in Slovene and English which contribute to the understanding of the natural history of Central and Southeast Europe. Papers may be submitted as Scientific Papers, Short Communications or Field Notes.

**Scientific Paper** is a complete description of the original research including theoretical review, research area, methods, detailed presentation of the results obtained and discussion, conclusions and references. The length of the Scientific Paper may not exceed twenty pages.

**Short Communication** is an original paper without detailed theoretical review. Its purpose is to introduce partial or preliminary results of the research. The length of the Short Communication may not exceed five pages.

**Field Note** is a short report on interesting faunistic or botanical findings or observations in Slovenia. The length of the Field Note may not exceed three pages.

All papers will be subject to peer review by one referee. Authors are invited to suggest the names of referees, although the editor reserves the right to elect an alternative referee to those suggested. The reviewed paper should be corrected by author or authors themselves. In the case of the rejection, the original materials will be sent back to the corresponding author with the editors explanation.

The submitted papers should not have been previously published and should not be simultaneously submitted or published elsewhere (in other journals, bulletins or congress publications). By submitting a paper, the authors agree that the copyright for their article is transferred to the publisher if and when the article is accepted for publication.

Papers should be submitted to NATURA SLOVENIAE, Večna pot 111, SI-1111 Ljubljana, Slovenia (telephone: +386 (0) 1 423 33 70, fax: +386 (0) 1 273 390, E-mail: maja.zagmajster@bf.uni-lj.si).

### FORMAT AND FORM OF ARTICLES

Papers should be written with Word for Windows using "Times New Roman CE" size 12 font, align left and margins of 3 cm on A4 pages. Double spacing should be used between lines and paragraphs should be separated with a single empty line. The title and chapters should be written bold in font size 14. The latin names of all genera and species must be written italic. All submissions should be sent to the editor in the appropriate electronic version on diskette, CD or via e-mail in Rich text format (.rtf) or Word document (.doc) format.

Title of paper should be informative, understandable, and concise. The title should be followed by the name(s) and full address(es) of the author(s), including E-mail address(es). Abstract must give concise information about the objectives, methods used, results and the conclusions. The abstract

length should not exceed 200 words for »Scientific Papers« and 100 words for »Short Communications«. There should be no more than ten keywords which must accurately reflect the field of research covered in the paper. Field notice does not include abstract and keywords. Author(s) should check the last issue of *Natura Sloveniae* when preparing the manuscript.

### ILLUSTRATIONS AND TABLES

Papers should not exceed a total of ten illustrations and/or tables, with their position amongst the text clearly indicated by the author(s). Tables with their legends should be submitted on separate pages. Titles of tables should appear above them, and titles of illustrations and photographs below. Illustrations and tables should be cited shortly in the text (Tab. 1 or Tabs. 1-2, Fig. 1 or Figs. 1-2).

### LITERATURE

References should be cited in the text as follows: a single author is cited, as Schultz (1987) or (Schultz 1987); two authors would be (Parry & Brown 1959); if a work of three or more authors is cited, (Lubin et al. 1978); and if the reference appears in several works, (Ward 1991, Pace 1992, Amman 1998). If several works by the same author published in the same year are cited, the individual works are indicated with the added letters a, b, c, etc. (Lucas 1988a, b). The literature should be arranged in alphabetical order.

Examples (use the the following forms):

- articles from journals:

Schultz J.W. (1987): The origin of the spinning apparatuses in spiders. *Biol. Rev.* 62: 123-134.

Parry D.A., Brown R.H.J. (1959): The hydraulic mechanism of the spider leg. *J. Exp. Biol.* 36: 654-657.

Lubin Y.D., Eberhard W.G., Montgomery G.G. (1978): Webs of Miagrammopes (Araneae: Araneidae) in the neotropics. *Psyche* 85: 1-13.

Lucas S. (1988a): Spiders in Brasil. *Toxicon* 26: 759-766.

Lucas S. (1988b): Spiders and their silks. *Discovery* 25: 1-4.

- for books, chapters from books, reports, and congress anthologies:

Foelix R.F. (1996): *Biology of spiders*, 2. edition. Harvard University Press, London, pp. 155-162.

Nentwig W., Heimer S. (1987): Ecological aspects of spider webs. In: Nentwig W. (Ed.), *Ecophysiology of Spiders*. Springer Verlag, Berlin, 211 pp.

Edmonds D.T. (1997): The contribution of atmospheric water vapour to the formation of a spider's capture web. In: Heimer S. (Ed.), *Proceedings of the 17th European Colloquium of Arachnology*. Oxford Press, London, pp. 35-46.