

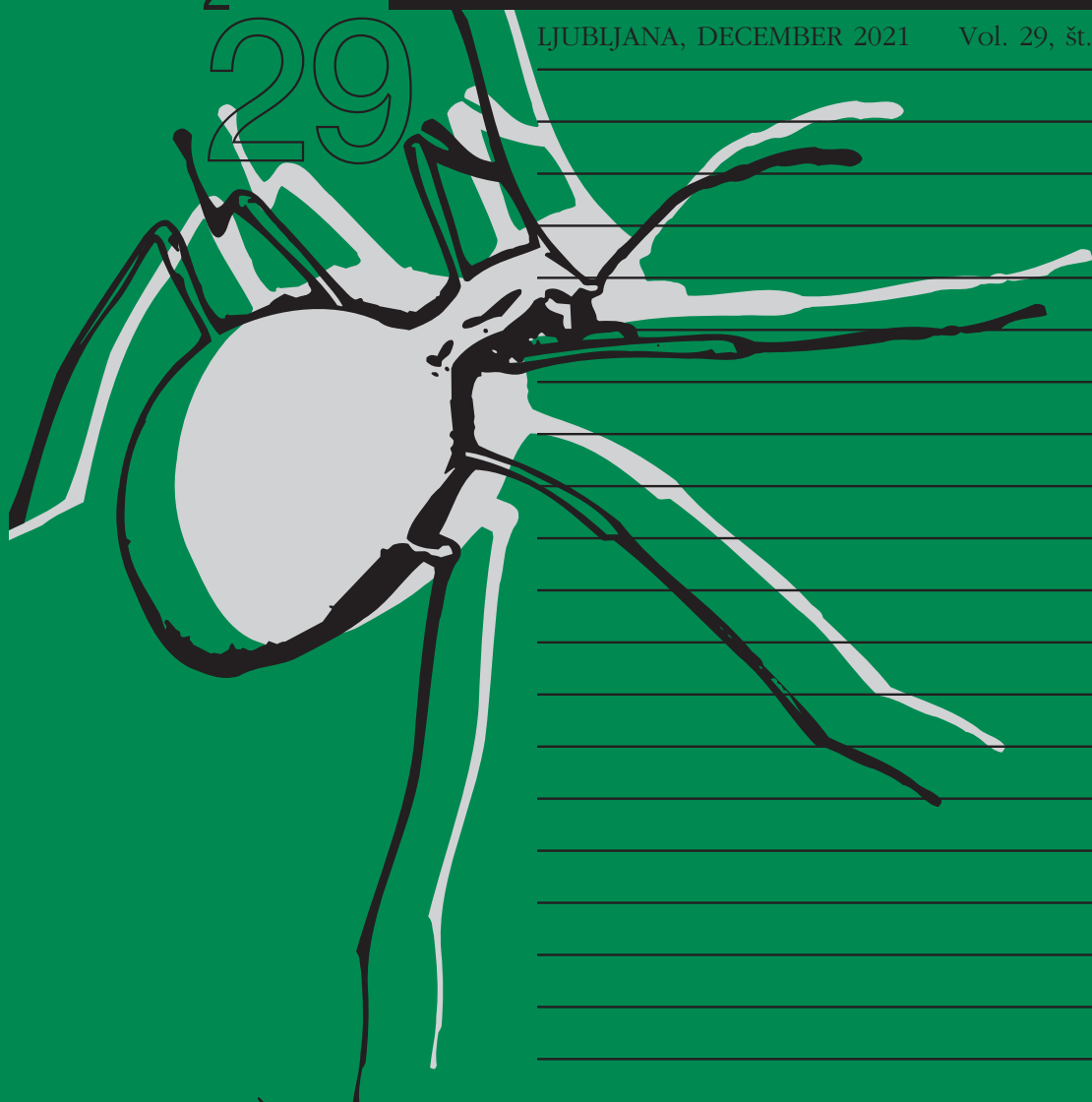
ACTA ENTOMOLOGICA SLOVENICA

2

29

LJUBLJANA, DECEMBER 2021

Vol. 29, št./No. 2



PRIRODOSLOVNI MUZEJ SLOVENIJE
SLOVENSKO ENTOMOLOŠKO DRUŠTVO
ŠTEFANA MICHIELIJA

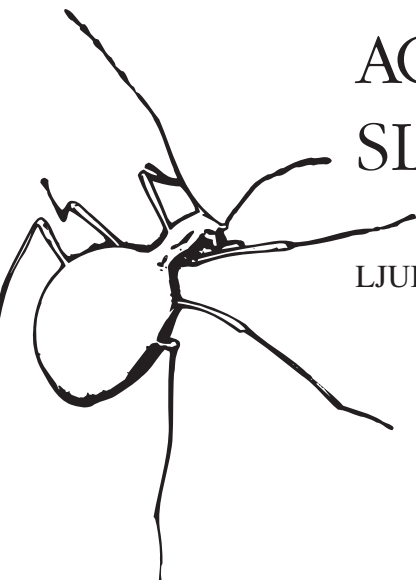
ISSN 1318-1998

CODEN: AESLFM

ACTA ENTOMOLOGICA SLOVENICA

LJUBLJANA, DECEMBER 2021

Vol. 29, št./No. 2



PRIRODOSLOVNI MUZEJ SLOVENIJE
SLOVENSKO ENTOMOLOŠKO DRUŠTVO
ŠTEFANA MICHIELIJA

ACTA ENTOMOLOGICA SLOVENICA

Revija Slovenskega entomološkega društva Štefana Michielija
in Prirodoslovnega muzeja Slovenije
Izhaja dvakrat letno / Issued twice a year

ISSN 1318-1998
CODEN: AESLFM
UDC (UDK) 595.7(051)

© Acta entomologica slovenica

Izdajatelja / Publishers

Slovensko entomološko društvo
Štefana Michielija
Nacionalni inštitut za biologijo
Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana

Prirodoslovni muzej Slovenije
Prešernova 20, p.p. 290
SI-1001 Ljubljana

Uredniški odbor / Editorial Board

dr. Martin Baehr (München), dr. Werner Holzinger (Graz), prof. dr. Mladen Kučinić (Zagreb),
prof. dr. Jože Maček (Ljubljana), dr. Carlo Morandini (Udine), dr. Ignac Sivec (Ljubljana),
prof. dr. Stanislav Trdan, dr. Tomi Trilar (Ljubljana), dr. Rudi Verovnik (Ljubljana),
doc. dr. Al Vrezec (Ljubljana),
Žarko Vrezec (tehn. urednik/Techn. Editor)

Urednik / Editor

dr. Andrej Gogala
Prirodoslovni muzej Slovenije
Prešernova 20, p.p. 290, SI-1001 Ljubljana, Slovenia
E-mail: agogala@pms-lj.si

Gostujoči urednici / Guest editors

Urška Ratajč, Špela Ambrožič Ergaver
Nacionalni inštitut za biologijo
Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana, Slovenia

letnik/Vol. 29, št./No. 2, 2021

Tisk / Printed by: Trajanus, d.o.o., Kranj
Ljubljana, december 2021

<http://www.pms-lj.si/si/o-nas/arhiv-publikacij/acta-entomologica-slovenica>

Povzeto v / To be abstracted in: The Zoological Record, CAB Abstracts

Revijo dobivajo člani Slovenskega entomološkega društva Štefana Michielija
(članarina 20 EUR)

Cena posamezne številke je 8,50 EUR

Zamenjava je zaželjena / Exchanges appreciated

Publikacija je natisnjena s pomočjo Javne agencije za raziskovalno dejavnost R Slovenije
in Nacionalnega inštituta za biologijo.

Uredniško delo podpira Ministrstvo za kulturo R Slovenije.

Vsebina / Contents

A. VREZEC, I. BERTONCELJ, A. KAPLA, Š. AMBROŽIČ ERGAVER: Urban population of the ground beetle <i>Carabus variolosus nodulosus</i> (Coleoptera: Carabidae) in Ljubljana city (Central Slovenia) Urbana populacija močvirskega krešiča <i>Carabus variolosus nodulosus</i> (Coleoptera: Carabidae) v Ljubljani.....	133
Š. AMBROŽIČ ERGAVER, A. VREZEC, A. KAPLA, U. RATAJC: Razširjenost in populacijska dinamika zahodnega puščavnika <i>Osmoderma eremita</i> (Cetoniinae: Scarabaeidae: Coleoptera) v urbanem okolju Ljubljane Hermit Beetle <i>Osmoderma eremita</i> (Cetoniinae: Scarabaeidae: Coleoptera) distribution and population dynamics in the urban environment of Ljubljana (Slovenia)	149
M. BEDJANIČ, A. KAPLA, A. VREZEC: Stanje populacije močvirskega krešiča <i>Carabus variolosus</i> (Coleoptera: Carabidae) v Natura 2000 območju Ličenca pri Poljčanah, SV Slovenija Population status of ground beetle <i>Carabus variolosus</i> (Coleoptera: Carabidae) in Natura 2000 site Ličenca pri Poljčanah, NE Slovenia.....	163
A. KAPLA, S. KOČJANČIČ, A. VREZEC: Škrlatni kukuj <i>Cucujus cinnaberinus</i> (Cucujidae: Coleoptera) na Goričkem in prvo pojavljanje vrste <i>Pytho depressus</i> (Pythidae: Coleoptera) v Sloveniji Occurrence of <i>Cucujus cinnaberinus</i> (Cucujidae: Coleoptera) in Goričko (NE Slovenia) and first record of <i>Pytho depressus</i> (Pythidae: Coleoptera) in Slovenia	177
Š. AMBROŽIČ ERGAVER, A. KAPLA, A. VREZEC, U. RATAJC: Status of endangered <i>Graphoderus bilineatus</i> in Slovenia with proposal of urgent conservation measures Status ogroženega ovratniškega plavača <i>Graphoderus bilineatus</i> v Sloveniji s predlogom nujnih varstvenih ukrepov	189

FAVNISTIČNI ZAPISKI / FAUNISTICAL NOTES

M. GABOR: Novi podatki o prisotnosti stepskega krešiča <i>Carabus hungaricus</i> (Coleoptera: Carabidae) v Deliblatski peščari (Srbija) New data on the presence of <i>Carabus hungaricus</i> (Coleoptera: Carabidae) in Deliblato Sands (Serbia).....	201
--	-----

Navodila avtorjem

Acta entomologica slovenica je glasilo Slovenskega entomološkega društva Štefana Michielija in Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Objavlja izvirna znanstvena dela, pregledne članke in ocene knjig s področja entomologije. Članki lahko obravnavajo favnistiko, sistematiko, ekologijo, etologijo, fiziologijo ali zoogeografijo žuželk. Pisani naj bodo v slovenskem ali angleškem jeziku, z obveznim angleškim in slovenskim izvlečkom. Članki so strokovno recenzirani. Letno izideta dve številki.

Avtorje prosimo, da se pri oblikovanju člankov zgledujejo po zadnji številki revije. Če je le mogoče, svoj tekst pošljite po elektronski pošti ali oddajte na digitalnem nosilcu. Izpis članka na papirju naj ima dvojne presledke med vrsticami, da je možno popravljati. Risbe naj bodo kontrastne, pri debelini črt pa upoštevajte tudi morebitno pomanjšanje na format revije. Slike naj bodo v izvirnih datotekah, če jih oddajate v elektronski obliki.

Citirana literatura naj se navede na koncu članka in naj bo razvrščena po abecedi glede na priimke avtorjev.

Avtorji člankov dobijo članek v elektronski obliki.

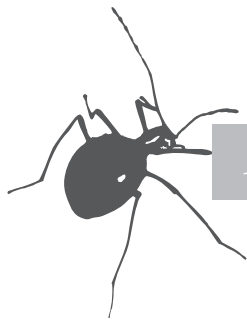
Instructions to authors

Acta entomologica slovenica is the Journal of the Slovenian Entomological Society Štefan Michieli and the Slovene Museum of Natural History. It publishes original scientific works, overview articles, and book reviews in the field of Entomology. Articles may deal with faunistics, systematics, ecology, etology, physiology, or zoogeography of insects. They may be written in Slovene or English, with abstracts in English and Slovene (the editors will ensure translations into Slovene). All articles are reviewed. Two issues are published a year.

We ask all authors to model the layout of their manuscripts on a previous issue of the Journal. If possible, send the text by e-mail or on a digital carrier, as well as on paper with double spacing between lines. Drawings must have high contrast. Please, consider that all line widths may be reduced during layout of the issue. Pictures should be in their original files if prepared in digital form.

References should be listed at the end of the article in the alphabetical order of the authors' names.

Electronic version of the article will be sent to the Authors.



URBAN POPULATION OF THE GROUND BEETLE *CARABUS VARIOLOSUS NODULOSUS* (COLEOPTERA: CARABIDAE) IN LJUBLJANA CITY (CENTRAL SLOVENIA)

Al VREZEC^{1,2}, Irena BERTONCELJ³, Andrej KAPLA¹, Špela AMBROŽIČ ERGAVER¹

¹ Nacionalni inštitut za biologijo, Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana, Slovenija

² Prirodoslovni muzej Slovenije, Prešernova 20, SI-1000 Ljubljana, Slovenija

³ Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana, Slovenija

e-mail: al.vrezec@nib.si, irena.bertoncelj@kis.si,
andrej.kapla@nib.si, spela.ambrozicergaver@nib.si

Abstract – A population of the endangered ground beetle *Carabus variolosus nodulosus* Creutzer, 1799 was discovered in Landscape Park Tivoli, Rožnik and Šišenski hrib in the city center of Ljubljana. In the park area we recorded 12,275 meters of flowing water. In 2012 and 2014, we confirmed the species at 24 out of 48 sampling sites (50%). The estimated minimal number of adult beetles in 2014 ranged from 2295 to 5715. Based on the data collected, we zoned the area with the highest densities. Guidelines for the management of the area are also given in order to maintain or even improve the status of the ground beetle population in Ljubljana. Ljubljana holds the only urban population of the species known so far, which might represent a unique evolutionary significant unit, although its share in the total population in Slovenia is estimated at only 0.02%.

KEYWORDS: city park, urban environment, Natura 2000, zonation, riparian habitat

Izvleček – URBANA POPULACIJA MOČVIRSKEGA KREŠIČA *CARABUS VARIOLOSUS NODULOSUS* (COLEOPTERA: CARABIDAE) V LJUBLJANI

V Krajinskem parku Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib v mestnem središču Ljubljane je bila odkrita populacija ogroženega močvirskega krešiča *Carabus variolosus nodulosus* Creutzer, 1799. Na območju parka smo popisali 12.275 metrov tekočih voda. V letih 2012 in 2014 smo močvirskega krešiča potrdili na 24 točkah od 48 vzorčnih mest (50 %). Ocenjeno minimalno število odraslih hroščev v letu 2014 je bilo med 2295 in 5715. Glede na zbrane podatke smo naredili conacijo območja z največjimi gostotami. Podane so tudi smernice za gospodarjenje z

območjem, da bi ohranili ali celo izboljšali stanje populacije močvirskega krešiča v Ljubljani, ki je do sedaj edina znana urbana populacija vrste in morda predstavlja celo edinstveno evolucijsko pomembno enoto, čeprav šteje po oceni le 0,02 % celotne populacije v Sloveniji.

KLJUČNE BESEDE: mestni park, urbano okolje, Natura 2000, conacija, mokrotni habitat

Introduction

Green spaces in urban environments have a positive impact on the quality of life of residents (Adler & Tanner 2013), but at the same time, from the point of view of biodiversity conservation, they are special habitats due to a different type of management, which can have a high conservation value. However, it is important to note that larger patches of green areas (> 50 ha), habitat corridors and suitable management are needed to preserve area-sensitive species within urban areas (Beninde *et al.* 2015). In the city of Ljubljana, one of the most important green islands is the Landscape Park Tivoli, Rožnik and Šišenski hrib. The long-term vision of the City of Ljubljana in Environmental Protection Program for the City of Ljubljana envisages sustainable growth and continuous improvement of the quality of life through the constant pursuit of a clean, safe and friendly environment for all people and the preservation and creation of new green spaces with unique biodiversity (Jazbinšek Seršen *et al.* 2014). The Landscape Park Tivoli, Rožnik and Šišenski hrib, located near the city center, is visited by more than 1,700,000 people per year (Smrekar *et al.* 2011) and is a key area for the implementation of this vision.

Surveys of the beetle fauna in the areas of Landscape Park Tivoli, Rožnik and Šišenski hrib have confirmed the presence of some species listed in the European Habitats Directive (Council Directive 92/43/EEC): *Carabus variolosus*, *Lucanus cervus* and *Osmoderma eremita* (Vrezec *et al.* 2013), while only historical data are known for *Cerambyx cerdo*, *Rosalia alpina* and *Morimus funereus* (Breljih *et al.* 2006).

In the present study, we investigated the distribution and abundance of the population of *Carabus variolosus* in the area of the Landscape Park Tivoli, Rožnik and Šišenski hrib. In Slovenia and Ljubljana, the subspecies *Carabus variolosus nodulosus* Creutzer, 1799 lives, which according to some authors even has species status (Turin *et al.* 2003), while the genetic structure of populations in Slovenia is even more complex, as shown by a recent molecular study (Mossakowski *et al.* 2020). This is probably a consequence of the extremely low dispersal of the species with low genetic heterozygosity of populations and high diversification among populations as a whole (Matern *et al.* 2009). This means that most populations of *Carabus variolosus* are isolated, demographically independent, and even evolve independently. Therefore, isolated and viable populations of the species are particularly worthy of protection due to their unique genetic structure (Matern *et al.* 2009), which may even function as evolutionary significant units.

The ground beetle *Carabus variolosus* inhabits very wet and swampy banks of forest streams, which are usually covered with stands of swampy deciduous forests, especially black alder (*Alnus glutinosa*), *Equiseto-Fraxinetum*, *Carici-Fraxinetum* and forest stands of beech (*Fagus sylvatica*) and hornbeam (*Carpinus betulus*) (Drovenik & Pirnat 2003, Müller-Kroehling 2006, Vrezec *et al.* 2007). Adult beetles live for two to three years, have a low dispersal power and live in relatively small populations limited to suitable habitat (Matern *et al.* 2007a, 2009). Because the beetle is strongly tied to wet environments, its reproduction is limited to very moist habitats, increasing its sensitivity to encroachment into swampy and shaded environments of forest streams. The species is also affected by habitat fragmentation, which breaks links between isolated subpopulations (Müller-Kroehling 2006). In Slovenia, this species is still widespread, but according to the results of the population monitoring at selected sample sites between 2007–2020, it is locally declining (Vrezec *et al.* 2020).

The aim of the present study was to study the only known urban population of *Carabus variolosus* and to give guidelines for improvement of the management of the area for the conservation of the species in the Landscape Park Tivoli, Rožnik and Šišenski hrib in Ljubljana city.

Material and Methods

Study area

The Landscape Park Tivoli, Rožnik and Šišenski hrib is located in the center of the city of Ljubljana and covers an area of 459 ha, including the city park Tivoli and the Rožnik and Šišenski hrib park forests. The area was declared a landscape park by decree in 1984, both for natural and cultural aspects. Within the Landscape Park there are other, special protected areas: the nature reserves Mali Rožnik (Figure 1) and Mostec, a natural monument in the area below Turn, a horticultural monument city park Tivoli and several natural values and cultural heritage sites (Smrekar *et al.* 2011).

The largest central part of the Landscape Park (288 ha) is a varied forest area with five peaks (Šišenski hrib, Rožnik, Cankarjev vrh, Tivoljski vrh and Debeli hrib). Forest covers 341 ha or 74% of the area (Smrekar *et al.* 2011), with the main forest communities being acidophilous *Pineto-Vaccinetum austroalpinum*, *Alnetum glutinosae* and *Querceto-Castanetum* (Kermavnar 2015). The area was never completely deforested in the past, although at least in the 15th century part of the area was covered with vineyards (Smrekar *et al.* 2011). The forests are covering the major part of the area at least from 18th century on, although it seems that this forest fragment is isolated from the nearby continuous forests at least for 300 years (Figure 2). As late as the end of the 19th century, the forests of the park were inhabited by true forest bird specialists such as the Capercaillie (*Tetrao urogallus*) and the Ural Owl (*Strix uralensis*) (Schulz 1895), indicating the presence of primeval forest stands in the park. Both species have disappeared from the Park's forests to date (Tome *et al.* 2013), but forest cover has remained unchanged for at least the last 100 years (Smrekar *et al.* 2011). In the Ljubljana urban forest, the economic use of timber



Figure 1: Example of a swampy bank of a forest stream in the area of the Landscape Park Tivoli, Rožnik and Šišenski hrib in the area of Mali Rožnik as a habitat for *Carabus variolosus* (Photo: Irena Bertoncelj).

Slika 1: Primer zamočvirjene brežine gozdnega potoka na območju Krajinskega parka Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib v predelu Malega Rožnika kot življenjskega prostora močvirskega krešiča *Carabus variolosus* (Foto: Irena Bertoncelj).

is low, and social and regulatory functions, including biodiversity conservation, are more important (Smrekar *et al.* 2011).

In the eastern part of the park there is the 43 ha large city park Tivoli, which is an example of designed nature and was declared as city park already in 1814 (Smrekar *et al.* 2011). On the western side of Šišenski hrib is the only large flat area within Landscape Park. Lake Koseze is located there and south of it are the only large non-forested areas of the park. The Landscape Park is completely surrounded by built-up areas from three directions (north, south and east). Only on the western side is the area connected to the wider hinterland of the hills of Polhov Gradec, but this ecological corridor is interrupted by the western part of the Ljubljana bypass (Smrekar *et al.* 2011).

Larger watercourses in the area are the Mostec stream, which flows into Lake Koseze, and Pržanec and Glinščica streams on the edge of the park (Figure 3). Higher parts of the area consist of mechanically less resistant permocarbonate shales, sandstones and conglomerates, so smaller streams have carved deep and steep ravines. Due to the small catchment areas, Rožnik watercourses usually dry up during the summer months (Smrekar *et al.* 2011). During sampling of fish and crayfish in Mostec, Glinščica, Pržanec, Lake Koseze and Tivoli ponds, Bertok and Podgornik (2004) found that only Mostec stream is preserved in a more or less natural form, while the other water bodies are anthropogenically modified and impoverished.



Figure 2: Comparison of maps of the area of the Landscape Park Tivoli, Rožnik and Šišenski hrib and nearby surrounding from years 1763 (above; Josephinische Landesaufnahme 1763–1787 für das Gebiet der Republik Slowenien) and 2015 (below).

Slika 2: Primerjava kart območja Krajinskega parka Tivoli, Rožnik and Šišenski hrib in bližnje okolice med letoma 1763 (zgoraj; Josephinische Landesaufnahme 1763–1787 für das Gebiet der Republik Slowenien) in 2015 (spodaj).

As part of this research, we sampled the central forested part of the landscape park between Tivoli and Večna pot.

Field sampling

We mapped all streams, their tributaries, springs and standing waters. During the fieldwork we used GPS to record the route and waypoints, which were processed using ArcGIS (ESRI). This allowed us to estimate the size of *Carabus variolosus* habitat in the area.

Beetles were sampled in 2012 and 2014 during the spring peak of adult activity between May and June. We used pitfall traps (diameter of 10 cm) placed directly adjacent to streams, not more than 0.5 m from the water line, and left open for seven days, when they were collected (Vrezec *et al.* 2009). The traps contained a smaller amount of wine vinegar as bait and a number of structures (pebbles, pieces of bark, and twigs) to prevent drowning of captured animals. Five traps were set at each site for a total distance of 25 meters along the stream. At 40 sampling sites 200 pitfall traps were set in total. Fieldwork was conducted under a permit from Slovenian Environment Agency No. 35601-75/2012-8.

Data analysis

Systematic sampling at a large number of sampling sites allowed us to calculate relative abundances of beetles (Krebs 1999). Systematically collected data and calculated relative abundances are particularly important for quantitative assessment of the importance of the local population at the national level, as they show how important the area is compared to other areas sampled using the same method (Vrezec & Kapla 2007). Relative abundances do not represent the true absolute values of population densities, but they allow effective comparisons between areas, i.e. they indicate the population core areas with higher densities (Sutherland 2000, Vrezec *et al.* 2005, 2012). For sampling with traps, the sampling unit was the trapping night, i.e. the catch of 10 traps in one night. The relative abundance (RA) was therefore calculated as follows:

$$RA = \text{No. individuals} \times 10 / [\text{No. traps} \times \text{No. nights}]$$

To calculate the relative abundance, we only considered the data from the sites where the species was found. For *Carabus variolosus*, reference tables of relative abundances were prepared, which allowed us to determine the rank of local abundances according to the situation in Slovenia. These reference values include data collected during the national population monitoring of the species between 2007 and 2012 (Table 1). The mean value of relative abundance in the area of Landscape Park Tivoli, Rožnik and Šišenski hrib can thus be classified into one of three classes: low density (MIN - values between the minimum and the first quartile (Q_1) of all known relative abundances in Slovenia), medium density (MED - values between the first (Q_1) and the third quartile (Q_3) of all known relative abundances in Slovenia) and high density (MAX - values above the third quartile (Q_3) of all known relative abundances in Slovenia).

Table 1: Reference values of relative abundances (RA [No. of individuals / 10 trap nights]) of ground beetle species *Carabus variolosus nodulosus* in Slovenia determined between 2007 and 2012 (N = 205 locations with confirmed presence of the species; Vrezec & Kapla 2007, Vrezec *et al.* 2012)

Tabela 1: Referenčne vrednosti relativnih gostot (RA [št. osebkov / 10 lovnih noči]) močvirskega krešiča *Carabus variolosus nodulosus* v Sloveniji ugotovljene med letoma 2007 in 2012 (N = 205 lokacij s potrjeno prisotnostjo vrste; Vrezec in Kapla 2007, Vrezec s sod. 2012)

Statistical value	RA
First quartile (Q ₁)	0.67
Median (MED)	1.33
Third quartile (Q ₃)	2.57
Maximum (MAX)	27.67

Using data collected in 2014 (40 sampling sites), we estimated the minimum number of active adults of *Carabus variolosus* based on the total number of caught individuals. The sampling was conducted in one catching session only lasting 7 days and without repeated recaptures. Therefore only minimal possible population estimate can be given. The species is mostly active up to 2 meters from the streambed (Bric 2011). At each site, we covered 25 meters of the stream with five traps, giving us 100 m² of inspected habitat for the species. Based on the number of beetles captured in seven days, we calculated the minimum absolute density (number of specimens / m²). We calculated the average absolute density at all 40 sampling sites, which, according to systematic sampling, should reflect the average density of the species along watercourses in the area in a strip of 2 meters on each side of the stream. Using the measured length of watercourses in the area of Landscape Park, we estimated the total habitat of the species in which we estimated the minimum number of active adult beetles at the time of sampling. Abundance was expressed in the interval calculated based on average density, and the upper limit was expressed as average density with standard deviation added.

The area of Landscape Park was zoned according to habitat availability based on all data collected on the occurrence of *Carabus variolosus*. Zonation was done using a conservative approach and respecting the precautionary principle. The impact zone was estimated to be 25 m on either side of the stream bed. This zone includes a narrow area of activity for the species along the stream where the majority of the population resides (Matern *et al.* 2007b, Bric 2011), and a broader area of impact important for shading the streambed and wet banks (Matern *et al.* 2007b).

The data were processed in MS Excel, and the map views with ArcGis 9.3

Results

Mapping of watercourses in the Landscape Park Tivoli, Rožnik and Šišenski hrib

During the mapping of watercourses, 12,275 meters of flowing waters, 10 standing waters and six springs were recorded in the area of Landscape Park Tivoli, Rožnik



Figure 3: Mapped network of watercourses in the area of the Landscape Park Tivoli, Rožnik and Šišenski hrib – springs (points), running (lines) and standing waters (polygons).

Slika 3: Skartirana mreža vodotokov na območju Krajinskega parka Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib – izviri (točke), tekoče (linije) ter stoječe vode (poligoni).

and Šišenski hrib (Figure 3). The longest and most branched is the system of forest streams that flow into the stream in Mostec. The other streams are mostly very short and become channelized once they reach the forest edge. We only mapped the streams during the period of higher water levels, so we did not record which of the streams dried up during the hot summer months.

In the area of Šiška on the Pod hribom road, where the hilly part steeply turns into a plain, we recorded six springs, all of which are canalized. Of the 10 standing waters, six are in the area of Ljubljana ZOO. The largest standing water is Lake Koseze, which has a naturally constructed bank. In its immediate vicinity, on the southern edge, there is also a small marshy water body. Tivoli Pond, which was emptied and restored in 2011, has a paved bank. As a standing water body, we also studied and sampled Mali Rožnik, the area of natural value of national importance.

Survey of *Carabus variolosus*

In 2012, we confirmed *Carabus variolosus* at four of eight sampling sites (50%) and in 2014 at 20 of 40 sampling sites (50%) (Figure 4). During systematic sampling

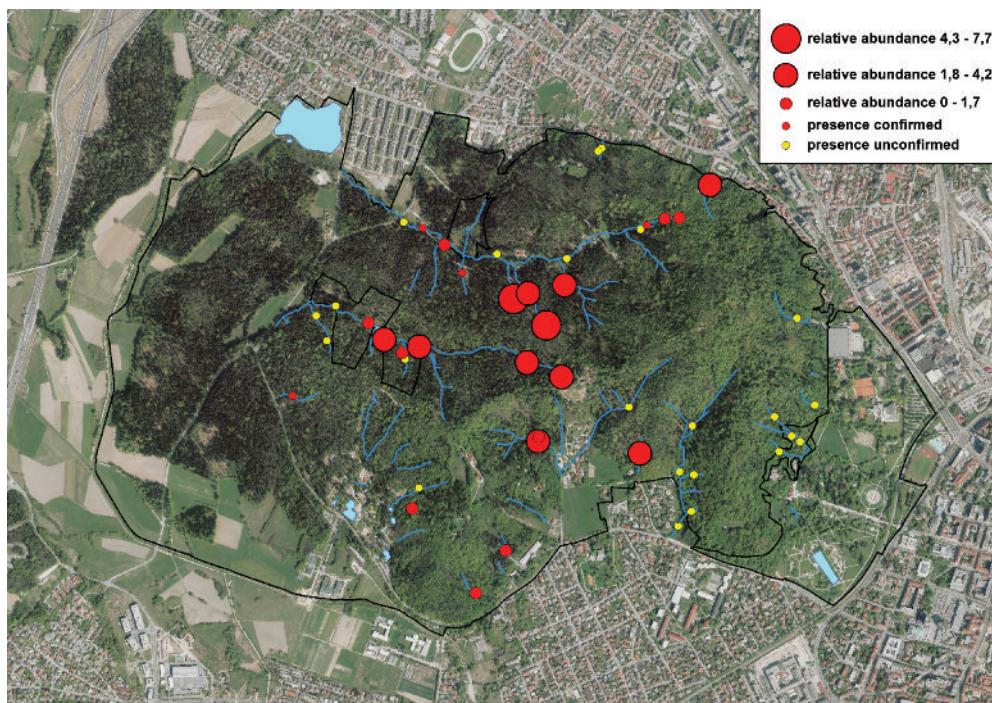


Figure 4: The presence and relative abundance of *Carabus variolosus nodulosus* in the area of the Landscape Park Tivoli, Rožnik and Šišenski hrib was established in 2012 and 2014, and the display also includes random finds. The results of the sampling in 2012 and random finds are shown only by the presence or absence of the species. Relative abundances are shown only for systematic sampling performed in 2014.

Slika 4: Prisotnost ter relativna gostota močvirskega krešiča *Carabus variolosus nodulosus* na območju Krajinskega parka Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib ugotovljena v letih 2012 in 2014, prikaz pa vključuje tudi naključne najdbe. Rezultati vzorčenja v 2012 ter naključne najdbe so prikazani le s prisotnostjo oziroma odsotnostjo vrste. Relativne gostote so prikazane samo za sistematično vzorčenje izvedeno v letu 2014.

in 2014, we captured 186 specimens in 1,400 trapping nights, of which 97 were females and 89 males (the ratio of females to males was 1.1:1.0).

In 2014, we calculated the relative abundance of captured beetles for each sample site where the presence of the species was confirmed. The median relative abundance of *Carabus variolosus* in Landscape Park Tivoli, Rožnik and Šišenski hrib was 2.57 (MIN -MAX: 0.29 - 7.71), which is slightly higher than the median relative abundance for Slovenia. However, at 45% of the sample sites we confirmed the abundances belonging to the upper quartile of the abundances found so far in Slovenia. The highest abundances of *Carabus variolosus* were found in the upper reaches of the tributaries of the streams in Mostec and in Mali Rožnik. The species was not found in the streams in the eastern part of Landscape Park (Figure 4).

The narrower habitat of the species is a 4-meter strip along streams covering an area of 49,100 m² in Landscape Park Tivoli, Rožnik and Šišenski hrib. Based on systematic sampling, we estimated that in a 4-meter strip along streams the minimal density of active adult beetles in 2014 was at least 4.67 ± 6.97 individuals / 100 m². This means that the population of the species in 2014 in the area of Landscape Park Tivoli, Rožnik and Šišenski hrib numbered at least 2295 to 5715 adult beetles.

Zonation of the area for *Carabus variolosus* conservation

Based on all collected data and taking into account the precautionary principle, we zoned the area Landscape Park Tivoli, Rožnik and Šišenski hrib according to the availability of *Carabus variolosus* habitat (Figure 5). In zoning, we took into account all collected data on the presence or absence of the species. The habitat zone of *Carabus variolosus* in Landscape Park consists of all streams and their tributaries where the presence of this species has been confirmed and where the presence of this species is most likely according to the data collected. The watercourses in the western part of the park proved to be important for the conservation of *Carabus variolosus* (Figure 5).



Figure 5: Zonation of the Landscape Park Tivoli, Rožnik and Šišenski hrib area in according to the habitat of the ground beetle *Carabus variolosus* (red areas).

Slika 5: Conacija območja Krajinskega parka Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib glede na življenjski prostor močvirskega krešiča *Carabus variolosus* (rdeče površine).

Discussion

The importance of the *Carabus variolosus* population in Landscape Park Tivoli, Rožnik and Šišenski hrib is relatively low at the national level, as the park population has been estimated at only 0.02% of the total Slovenian population of this species (Vrezec *et al.* 2012), or at least 5,000 active adult beetles. This estimation should be improved in future studies using more accurate capture-mark-recapture method (Matern *et al.* 2007a). Nevertheless, up to our knowledge this is the only known urban population of the species so far, even at the European level, where it is considered a rare stenotopic species of smaller, mostly montane streams, marshes and swamps (Turin *et al.* 2003). The population in Europe appears to be severely depleted, as the species is considered extinct in Belgium, France, Italy, Switzerland and northern Germany, while it is considered critically endangered in the rest of its range in Germany, Austria and the Balkans (Turin *et al.* 2003). In this respect, the urban population in Ljubljana is a unique exception that requires stricter protection. Due to previous deforestation and recent heavy urbanisation it is now an isolated population remnant for at least 300 years (Figure 1). However, historical isolation processes are still unexplored. In respect to the species genetic differentiation (Matern *et al.* 2009) the described unique urban population might hold specific genetic structure as an evolutionary significant unit, and strict conservation measures are needed to prevent its extinction. Further genetic study of this unique urban population are highly needed.

In this study, streams and their headwaters in the area of Mostec, Mali Rožnik, around Ljubljana ZOO and below Cankarjev vrh proved to be particularly important for the species. Flowing water is the key, but not standing water. The latter is probably also the result of major encroachments on standing water in this area. The area of city park Tivoli is less important for *Carabus variolosus*.

In the urban forest of Landscape Park Tivoli, Rožnik and Šišenski hrib ecological and social functions (recreation, education) are emphasized for the benefit of citizens. The importance of the wood-producing function of the forest is low, but present (Smrekar *et al.* 2011). In order to preserve the biodiversity of the park, logging should be limited to the most urgent protection and remediation measures. This is especially true for cutting trees along forest streams, where increased thinning can cause accelerated drying of streams and marshy portions along them, negatively affecting the population of *Carabus variolosus*. Clearcuts along streams are particularly unfavorable.

For the long-term conservation of the natural network of watercourses with its associated biodiversity, which is unique to urban forests, we propose the following management guidelines that will help conserve the *Carabus variolosus* population (adapted according to Matern *et al.* (2007b) proposal):

- (1) A prohibition on logging and other forestry activities in the immediate vicinity of forest streams defined by a 50 m impact zone from the streams;
- (2) A ban on regulation and rapid drainage of streams in the area of Landscape Park Tivoli, Rožnik and Šišenski hrib, which would lead to drying of the riparian

zone, as well as regulation of banks within zones that could significantly affect or even destroy *Carabus variolosus* habitat;

(3) Maintaining the natural dynamics of the watercourse with occasional flooding, which maintains soil moisture with increased bank sedimentation, which also contributes to reduced overgrowth of the bank with scrub (the measure also increases the retention time of water in the park area, which is important due to the reduction in water overflow during heavy rains, which is critical to limiting erosion and flooding (Adler & Tanner 2013), as the park is surrounded by predominantly urbanized areas);

(4) Avoiding the planting of non-native conifers, especially Norway spruce, in close proximity to the streams, as these contribute significantly to the acidification of the substrate and thus the water;

(5) Leaving fallen logs, especially of softwood species, along streams that serve as overwintering structures for the beetle.

In the urban environment, the potential for introduction of non-native species is greater than elsewhere and increases significantly with distance from stores selling such live animals (Chucholl 2014), which is particularly evident for aquatic species. The likelihood of live animals being released increases with their accessibility to humans and with the population density of people in a given area, which is highest in an urban environment. In the case of the watercourses in the Landscape Park Tivoli, Rožnik and Šišenski hrib, as well as in the wider area of Ljubljana, the risk of introduction of non-native aquatic species is particularly high. From the perspective of streams, which are the habitat of *Carabus variolosus*, it is important to highlight the risk of introduction of non-native crayfish species, which have been shown to have impacts on hydrology and biodiversity (Souty-Grosset *et al.* 2006; Vrezec & Brancelj 2012). Impacts on biodiversity are reflected in both disease transmission and extinction of some aquatic species due to increased predation, such as hygrophilous beetles (Casale & Busato 2008). Among the latter, the Red Swamp Crayfish *Procambarus clarkii* is particularly dangerous, for which we also record cases of releases into the environment in Slovenia (Govedič 2018). No alien crayfish species have yet been recorded in the wider Ljubljana area, but due to the free availability of live crayfish in stores in Ljubljana (Vrezec & Brancelj 2012), the risk of introduction is high. Successful introduction of predatory alien species may destroy the only known urban population of *Carabus variolosus*, despite strict conservation measures to protect its habitat.

The results of this and some previous studies on the biodiversity of the Landscape Park Tivoli, Rožnik and Šišenski hrib (e.g. Mihelič 2005; Tome *et al.* 2013; Vrezec *et al.* 2013) show quite high diversity. This state of biodiversity is unique in European urban forests, so this is content that should be better exploited in Ljubljana in terms of promotion and education. Due to the large number of visitors on the one hand and the interesting biodiversity on the other hand, Landscape Park Tivoli, Rožnik and Šišenski hrib allow a large part of the city population to have direct contact with the specifics of the Natura 2000 network. As such, it can serve both as an educational and tourist facility and as an example of good practice in the conservation of endangered species at the European level.

Acknowledgements

Presented study was funded by the City of Ljubljana (representative Marjana Jankovič). We would also like to thank to Dr. Martina Jaklič for her help with the field work. We would like to thank to the anonymous reviewers for very helpful comments and additions.

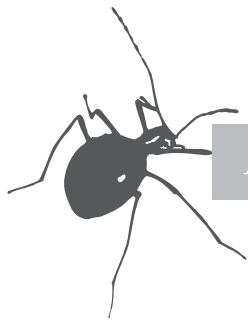
References

- Adler F.R., Tanner C.J.** 2013: Urban ecosystems. Ecological Principles for the Built Environment. Cambridge University Press, Cambridge: 357 pp.
- Beninde J., Veith M., Hochkirch A.** 2015: Biodiversity in cities needs space: a meta-analysis of factors determining intra-urban biodiversity variation. *Ecology Letters* 18 (6): 581–592.
- Bertok M., Podgornik S.** 2004: Ribe in raki v krajinskem parku Rožnik, Šišenski hrib in Tivoli. Naročnik: Mestna občina Ljubljana. Ljubljana, Zavod za ribištvo Slovenije: 27 pp.
- Brelj S., Drovenik B., Pirnat A.** 2006: Gradivo za favno hroščev (Coleoptera) Slovenije. 2. prispevek: Polyphaga: Chrysomeloidea (= Phytophaga): Cerambycidae. *Scopolia* 58: 1–442.
- Bric B.** 2011: Vpliv parametrov habitata in tekmecev na razširjenost močvirskega krešiča (*Carabus variolosus*). Diplomaska naloga. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo: 91 pp.
- Casale A., Busato E.** 2008: A real time extinction: the case of *Carabus clatratus* in Italy (Coleoptera Carabidae). Proceedings of the XIII European Carabidologists Meeting, Blagoevgrad, August 20–24, 2007: 1–4.
- Chucholl C.** 2014: Predicting the risk of introduction and establishment of an exotic aquarium animal in Europe: insights from one decade of Marmorkrebs (Crustacea, Astacida, Cambaridae) releases. *Management of Biological Invasions* 5 (4): 309–318.
- Council Directive 92/43/EEC** on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. 1992. *Official Journal of the European Union* 206: 7–50.
- Drovenik B., Pirnat A.** 2003: Strokovna izhodišča za vzpostavljanje omrežja Natura 2000, Hrošči (Coleoptera). Biološki inštitut Jovana Hadžija ZRC SAZU, Ljubljana: 88 pp.
- Govedič M.** 2018: Močvirski škarjar - pobeg, lov in uspešno skrivanje ubežnikov na počivališču Lopata. *Trdoživ* 7 (2): 6–7.
- Jazbinšek Seršen N., Regina H., Strojnik Božič Z., Jankovič M., Piltaver A., Čermelj S., Babič V.** 2014: Program varstva okolja za Mestno občino Ljubljana 2014–2020: 68 pp.
- Kermavnar J.** 2015: Stand precipitation in selected urban forests in the city of Ljubljana. M. Sc. Thesis. Biotechnical Faculty, University of Ljubljana, Ljubljana: 102 pp.

- Krebs C.J.** 1999: Ecological Methodology. Second Edition. Addison Wesley Longman, Inc., New York: 624 pp.
- Matern A., Drees C., Meyer H., Assmann T.** 2007a: Population ecology of the rare carabid beetle *Carabus variolosus* (Coleoptera: Carabidae) in north-west Germany. *Journal of Insect Conservation* 12: 591–601.
- Matern A., Drees C., Kleinwächter M., Assmann T.** 2007b: Habitat modelling for the conservation of the rare ground beetle species *Carabus variolosus* (Coleoptera, Carabidae) in the riparian zones of headwaters. *Biological Conservation* 136 (4): 618–627.
- Matern A., Desender K., Drees C., Gaublomme E., Paill W., Assmann T.** 2009: Genetic diversity and population structure of the endangered insect species *Carabus variolosus* in its western distribution range: Implications for conservation. *Conservation Genetics* 10: 391–405.
- Mihelič T.** 2005: Inventarizacija ptic v krajinskem parku Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib. DOPPS, Ljubljana: 28 pp.
- Mossakowski D., Bérces S., Hejda R., Müller-Kroehling S., Paill W., Prunar F., Rapuzzi I.** 2020: High molecular diversity in *Carabus (Hygrocarabus) variolosus* and *C. nodulosus*. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 66 (Suppl.): 147–168.
- Müller-Kroehling S.** 2006: Ist der Gruben-Grosslaufkäfer *Carabus (variolosus) nodulosus* ein Taxon des Anhanges II der FFH-Richtlinie in Deutschland? *Waldoekologie online* 3: 52–58.
- Schulz F.** 1895: Verzeichniss der in Krain beobachteten Vögel vom Jahre 1890-1895. *Die Schwalbe, Mitteilungen des ornitologischen Vereines in Wien* 19 (6): 81–83, 103–104, 114–117.
- Souty-Grosset C., D.M. Holdich, P.Y. Noel, Reynolds J.D., Haffner P.** 2006: Atlas of Crayfish in Europe. Paris, Muséum National d'Histoire Naturelle: 187 pp.
- Smrekar A., Erhartič B., Šmid-Hribar M.** 2011: Krajinski park Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib. Georitem 16. Ljubljana, Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU: 134 pp.
- Southerland W.J.** 2000: The Conservation Handbook – Research, Management and Policy. Blackwell Science, London: 278 pp.
- Tome D., Vrezec A., Bordjan D.** 2013: Ptice Ljubljane in okolice. Mestna občina Ljubljana, Ljubljana: 197 pp.
- Turin H., Penev L., Casale A.** 2003: The genus *Carabus* in Europe. A synthesis. Co-published by Pensoft Publishers, Sofia-Moscow and European Invertebrate Survey, Leiden: 511 pp.
- Vrezec A., Kapla A., Pirnat A., Ambrožič Š.** 2005: Primerjava številčnosti govnačev (Coleoptera: Scarabaeoidea: Geotrupidae) v Sloveniji: uporaba popisne metode za hrošče z zemeljskimi pastmi na širšem območju. *Acta entomologica slovenica* 13 (2): 145–164.
- Vrezec A., Kapla A.** 2007: Kvantitativno vzorčenje hroščev (Coleoptera) v Sloveniji: referenčna študija. *Acta entomologica slovenica* 15 (2): 131–160.

- Vrezec A., Brancelj A.** 2012: Tujerodne vrste rakov (Crustacea) celinskih voda v Sloveniji. V: Jogan N., Bačič T., Strgulc Krajšek S. (ur.): Neobiota Slovenije. Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana: 182–190.
- Vrezec A., Polak S., Kapla A., Pirnat A., Šalamun A.** 2007: Monitoring populacij izbranih ciljnih vrst hroščev – *Carabus variolosus*, *Leptodirus hochenwartii*, *Lucanus cervus* in *Morinus funereus*, *Rosalia alpina*. Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana: 145 pp.
- Vrezec A., Ambrožič Š., Polak S., Pirnat A., Kapla A., Denac D.** 2009: Izvajanje spremljanja stanja populacij izbranih ciljnih vrst hroščev v letu 2008 in 2009 in zasnova spremljanja stanja populacij izbranih ciljnih vrst hroščev. *Carabus variolosus*, *Leptodirus hochenwartii*, *Lucanus cervus*, *Morinus funereus*, *Rosalia alpina*, *Bolbelasmus unicornis*, *Stephanopachys substriatus*, *Cucujus cinnaberinus*, *Rhysodes sulcatus*. Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana: 174 pp.
- Vrezec A., Ambrožič Š., Kapla A.** 2012: Dodatne raziskave kvalifikacijskih vrst Natura 2000 ter izvajanje spremljanja stanja populacij izbranih ciljnih vrst hroščev v letu 2012: *Carabus variolosus*, *Lucanus cervus*, *Rosalia alpina*, *Morinus funereus*, *Graphoderus bilineatus*. Končno poročilo. Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana: 86 pp.
- Vrezec A., Ambrožič Š., Kapla A.** 2013: Favna hroščev evropskega varstvenega pomena v krajinskem parku Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib. Končno poročilo. Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana: 42 pp.
- Vrezec A., Ambrožič Ergaver Š., Kapla A., Kocijančič S., Čandek K., Ratajc U., Žunič Kosi A.** 2020: Dodatne raziskave kvalifikacijskih vrst Natura 2000 ter izvajanje spremljanja stanja populacij izbranih ciljnih vrst hroščev v letih 2018, 2019 in 2020: *Carabus variolosus*, *Lucanus cervus*, *Rosalia alpina*, *Morinus funereus*, *Osmoderma eremita*, *Cucujus cinnaberinus*, *Leptodirus hochenwartii*, *Graphoderus bilineatus*. Končno poročilo. Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana: 156 pp.

Received / Prejeto: 21. 9. 2021



**RAZŠIRJENOST IN POPULACIJSKA DINAMIKA ZAHODNEGA
PUŠČAVNIKA *OSMODERMA EREMITA* (CETONINAE:
SCARABAEIDAE: COLEOPTERA) V URBANEM OKOLJU LJUBLJANE**

Špela AMBROŽIČ ERGAVER¹, Al VREZEC^{1,2}, Andrej KAPLA¹, Urška RATAJC¹

¹ Nacionalni inštitut za biologijo, Večna pot 111, SI-10010 Ljubljana, Slovenija
e-mail: spela.ambrozicergaver@nib.si, andrej.kapla@nib.si,
al.vrezec@nib.si, urska.ratajc@nib.si.

² Prirodoslovni muzej Slovenije, Prešernova 20, SI-1000 Ljubljana, Slovenija

Izvleček – V predstavljeni raziskavi smo ugotavljali razširjenost ogroženega zahodnega puščavnika *Osmoderma eremita* (Scopoli, 1763) v mestu Ljubljana ter njegovo populacijsko dinamiko v mestnem parku Tivoli. V zelenem pasu, ki se razteza skozi mesto Ljubljana v smeri jugovzhod-severozahod in ga sestavljajo Krajinski park Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib, Grajski grič in Golovec, smo vrsto popisovali v obdobju 2010 – 2020. Z uporabo prestrežnih visečih feromonskih pasti smo puščavnika potrdili v mestnem parku Tivoli, na Rožniku in Šišenskem hribu. Na Grajskem griču in Golovcu vrste nismo našli. Med letoma 2013 in 2020 smo v mestnem parku Tivoli zabeležili velika nihanja populacije zahodnega puščavnika, ki pa sicer nakazujejo na stabilno populacijo z dveletnim razvojnim ciklom. Urbana populacija v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib predstavlja 0,3 % slovenske populacije zahodnega puščavnika in je izjemnega nacionalnega pomena za ohranjanje vrste v Sloveniji. Kljub stabilnosti populacije je zaradi njene izoliranosti potrebno zagotavljati dovolj habitatnih dreves (trenutno 11 – 15 dreves / ha), saj lahko morebitno zmanjševanje populacije in negativni demografski procesi populacijo hitro potisnejo v izumrtje.

KLJUČNE BESEDE: saproksilni hrošči, ogrožene vrste, mestni park, zelene površine, Slovenija

Abstract – HERMIT BEETLE *OSMODERMA EREMITA* (CETONINAE: SCARABAEIDAE: COLEOPTERA) DISTRIBUTION AND POPULATION DYNAMICS IN THE URBAN ENVIRONMENT OF LJUBLJANA (SLOVENIA)

In the paper we describe the distribution of the endangered Hermit Beetle *Osmoderma eremita* (Scopoli, 1763) in the city of Ljubljana and its population

dynamics in the city park Tivoli. The study was conducted in the period 2010-2020 in the urban green areas that run through the city in the direction of SE-SW and consist of Landscape park Tivoli, Rožnik and Šišenski hrib, Grajski grič and Golovec. Using the flight interception traps baited with pheromones, we confirmed the presence of the species in city park Tivoli, Rožnik and Šišenski hrib, but not at Grajski grič and Golovec. Strong population fluctuations were detected in city park Tivoli between 2013 and 2020, but these indicate a stable population with a two-year fluctuation cycle. The urban population of the Landscape park Tivoli, Rožnik and Šišenski hrib represents 0.3% of the total *Osmoderma eremita* population in Slovenia and is thus of national importance for species conservation. Despite the stability of the population, its isolation makes it necessary to provide sufficient habitat trees (currently 11-15 trees per ha), as a possible population decline and negative demographic processes can quickly drive the population to extinction.

KEY WORDS: saproxylic beetle, endangered species, city park, green areas, Slovenia

Uvod

V Sloveniji so bile raziskave hroščev usmerjene večinoma v naravne ekosisteme in kmetijsko krajino, manj pa v urbana okolja. Raziskave v antropogeno spremenjenih okoljih so vezane predvsem na škodljive in problematične vrste s staljšča vzdrževanja za človeka pomembnih struktur in dobrin (npr. Hržič in Urek 1989). Po drugi strani pa smo ogrožene in varstveno pomembne vrste do sedaj večinoma iskali v naravnih ekosistemih, medtem ko je malo znanja o tem, kakšno vlogo lahko pri ohranjanju nekaterih ogroženih vrst odigrajo urbana območja, zlasti parki in podobne zelene površine. Tovrstni vidiki so izjemno pomembni pri doseganju sinergije med izkoriščanjem naravnih dobrin za različne namene in trajnostnim razvojem, kar ne sme izvzeti tudi urbanih oziroma mestnih okolij, v katerih živi pravzaprav večji del prebivalstva. Zanimanje za raziskovanje mestnih ekosistemov se je v zadnjih letih povečalo (Lepczyk s sod. 2017). Mnogi mestna območja obravnavajo kot betonske džungle, v katerih so avtohtone živalske in rastlinske vrste manj prisotne in prevladujejo tujevrstne vrste ter splošno razširjeni taksoni. V resnici pa na urbanih območjih živi veliko vrst domačih in tujih vrst (Aronson s sod. 2014, Ives s sod. 2016, Lepczyk s sod. 2017). Dejansko lahko mestna območja ohranjajo avtohtone vrste, celo varstveno pomembne vrste, tako na regionalnem kot v svetovnem merilu (Aronson s sod. 2014, Ives s sod. 2016).

Puščavnik *Osmoderma eremita* (Scopoli, 1763) je saproksilna vrsta hrošča, vezana na starejše, ohranjene drevesne sestoje (Ranius in Hedin 2001). Ličinke se razvijajo v lesnem mulju dupel starih listnatih dreves, večinoma v hrastu (*Quercus*), vrbi (*Salix*), bukvi (*Fagus sylvatica*), lipi (*Tilia*), jesenu (*Fraxinus*) in sadnem drevju, ponekod pa tudi v drugem okrasnem drevju, kot je divji kostanj (*Aesculus*) (Vrezec s sod. 2014). Hitrost razvoja ličink je odvisna od kvalitete lesnega mulja in večinoma poteka dve do tri leta (Ranius s sod. 2005). Puščavnik najpogosteje naseljuje dupla na višini 2 do 5 m ali več (Ranius s sod. 2005). V duplu lahko živi od tri do 20, pa vse do 150 ličink,

odvisno od velikosti dupla in od količine drevesnega mulja (Ranius s sod. 2005). Imagi se pojavljajo od junija do septembra, izjemoma že maja (Vrezec s sod. 2008) in so aktivni tekom celega dneva, tudi v mraku in ponoči (Stegner 2002). Samci se čez dan namestijo v bližino vhoda v duplo in z oddajanjem feromona z značilnim sladkobnim vonjem privabljajo samice (Larsson s sod. 2003). Večina odraslih osebkov nikoli ne zapusti rodnega drevesa (82 – 88 %) ali pa letijo na zelo kratke razdalje, večinoma le do bližnjega drevesa (Hedin s sod. 2008). Razdalja en kilometer od rodnega drevesa je že izjemna in jo preseže le 1 % hroščev (Svensson s sod. 2011). Kot kaže so v južni Evropi razdalje nekoliko daljše (do 1,5 km), večji pa je tudi delež osebkov, ki zapusti rodno drevo, 69 % samic in 81 % samcev (Chiari s sod. 2013). Zaradi relativno slabe mobilnosti vrste so za vzdrževanje populacij izjemno pomembni sklenjeni sestoji habitatnih dreves (Ranius in Hedin 2001). V genetskih raziskavah vrste *Osmoderma eremita* se je izkazalo, da gre pravzaprav za kompleks petih, gensko jasno definiranih, a morfološko zelo podobnih vrst (Audisio s sod. 2007, 2009). Med njimi sta širše razširjeni dve, zahodni puščavnik *Osmoderma eremita* (Scopoli, 1763) od Švedske do severne Španije, ter vzhodni puščavnik *Osmoderma barnabita* Motschulsky, 1845, ki se pojavlja po vsej vzhodni Evropi (Audisio s sod. 2009). V Sloveniji živita obe vrsti puščavnika, populaciji pa sta med sabo jasno ločeni (Vrezec s sod. 2020). Na območju Krajinskega parka Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib živi zahodni puščavnik (Vrezec s sod. 2020).

Zahodni puščavnik je bil prvič za znanost opisan po primerkih iz Slovenije (Scopoli 1763). Prvi znani podatek o zahodnem puščavniku iz Ljubljane je iz leta 1917, navedbe iz mestnega parka Tivoli pa so nejasne (Brelj s sod. 2010), vrsto je na tem območju morda našel že Giovanni A. Scopoli, čeprav v svojem opisu lokacije ne navaja. Na nivoju Evrope gre za izjemno ogroženo vrsto, ki ponekod že lokalno izumira (Ranius s sod. 2005), vrsta pa je kot prednostna varstvena vrsta navedena na Prilogi II Habitatne direktive (Direktiva sveta 92/43/EC). V pričujoči raziskavi podajamo razširjenost puščavnika na zelenih površinah mesta Ljubljana, ki vključujejo Krajinski park Tivoli, Rožnik in Šišenskih hrib, Grajski grič ter Golovec, ter populacijske dinamike populacije puščavnika v mestnem parku Tivoli s pregledom parkovnih dreves kot potencialni mikrohabitat vrste.

Območje raziskave in metode dela

Območje raziskave

Raziskava je potekala v zelenem pasu, ki se razteza skozi mesto Ljubljana v smeri jugovzhod-severozahod in ga sestavljajo Krajinski park Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib, Grajski grič in Golovec. Krajinski park Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib se razprostira na severozahodnem obrobju Ljubljane. Obsega mestni park Tivoli ter parkovna gozda Rožnik in Šišenski hrib v skupni površini 459 ha. Zeleni prostor obkrožajo pozidana zemljišča, od širšega zaledja Polhograjskega hribovja pa ga ločuje trasa zahodnega dela ljubljanske obvoznice. Največji del Krajinskega parka sestavlja osrednji gozdni del, ki je precej razgiban in se nad središčem Ljubljane dviga do 130 m visoko (Smrekar s sod. 2011). V vzhodnem delu je mestni park Tivoli (43 ha), ki se blago

vzpenja od središča mesta proti Rožniku. Grajski grič je vzpetina, ki leži sredi mesta Ljubljana in jo od Krajinskega parka Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib ločuje staro mestno jedro, od Golovca pa le ozek 100-metrski pas z Gruberjevim prekopom. Geološka podlaga območja so, podobno kot na Golovcu in Šišenskem hribu, stare permsko-karbonske kamnine, v glavnem peščenjaki in skrilavci, mestoma tudi kremenov konglomerat (Ramovš 1961). Na takšnih kamninah se večinoma razvijajo kisle prsti, zato je tu pričakovana naravna vegetacija nižinskih kisloljubnih bukovih gozdov *Blechno-Fagetum* in kisloljubnih gabrovji *Vaccinio myrtilli-Carpinetum betuli* (Jogan 2013). Vendar pa je zaradi intenzivnega človekovega vpliva v zadnjih stoletjih naravna vegetacija povsem spremenjena. Konec 19. stoletja je bilo na Grajskem griču veliko pustih zmerno suhih travnikov in obronkov, po golih pobočjih so bile prisotne tudi številne njive. Danes le na severovzhodnih pobočjih še vedno prevladujejo travniki, preostala površina griča pa se že nekaj desetletij postopno zarašča (Jogan 2013). Vplivno območje Grajskega griča je bližnji Golovec, obširna gozdnata vzpetina v jugovzhodnem delu mesta, ki predstavlja verjetno ključni zeleni koridor z okoliškimi hribovitim zaledjem Ljubljane. To pomeni, da predstavlja ključni biodiverzitetni vir tudi za ostala območja v Ljubljani, zlasti za območja porasla z drevjem. Ime »Golovec« izhaja iz dejstva, da je bila vzpetina nekdaj povsem gola, pokrita z obsežnimi travniki. Načrtno pogozdovanje območja se je začelo šele po letu 1890, kar nakazuje, da so, tako kot na Grajskem griču, gozdni sestoji Golovca relativno mladi.

Metode dela

Vzorčenje je potekalo v dveh sklopih z različnimi cilji: 1) ugotoviti razširjenost zahodnega puščavnika na raziskovalnem območju, 2) spremljati populacijska nihanja populacije in 3) opisati potencialni habitat vrste za upravljaljske smernice. V okviru prvega sklopa smo v letih 2010 in 2011 v mestnem parku Tivoli za prisotnost odraslih hroščev ali ličink pregledali 42 primernih dreves in dupel. V prihodnjih letih je sledilo sistematično vzorčenje zahodnega puščavnika z uporabo prestreznih visečih feromonskih pasti. Ciljno vzorčenje s feromonom (R)-(+)- γ -dekalakton (Larsson s sod. 2003) se je predhodno na Švedskem izkazala za zelo uspešno metodo lova odraslih osebkov (Svensson s sod. 2003, Svensson in Larsson 2008), predvsem samic (Svensson s sod. 2009). Tovrstne pasti naj bi privabile hrošče z razdalje do 200 metrov (Larsson in Svensson 2009). Feromonske prestrezne pasti smo na območju Krajinskega parka Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib postavili v letih 2012 (50 pasti) in 2013 (10 pasti) in med letoma 2018 in 2020 (36 do 39 pasti), na Grajskem griču in Golovcu pa v letih 2017 in 2018 (Grajski grič: po pet in devet pasti, Golovec: po 19 in 21 pasti).

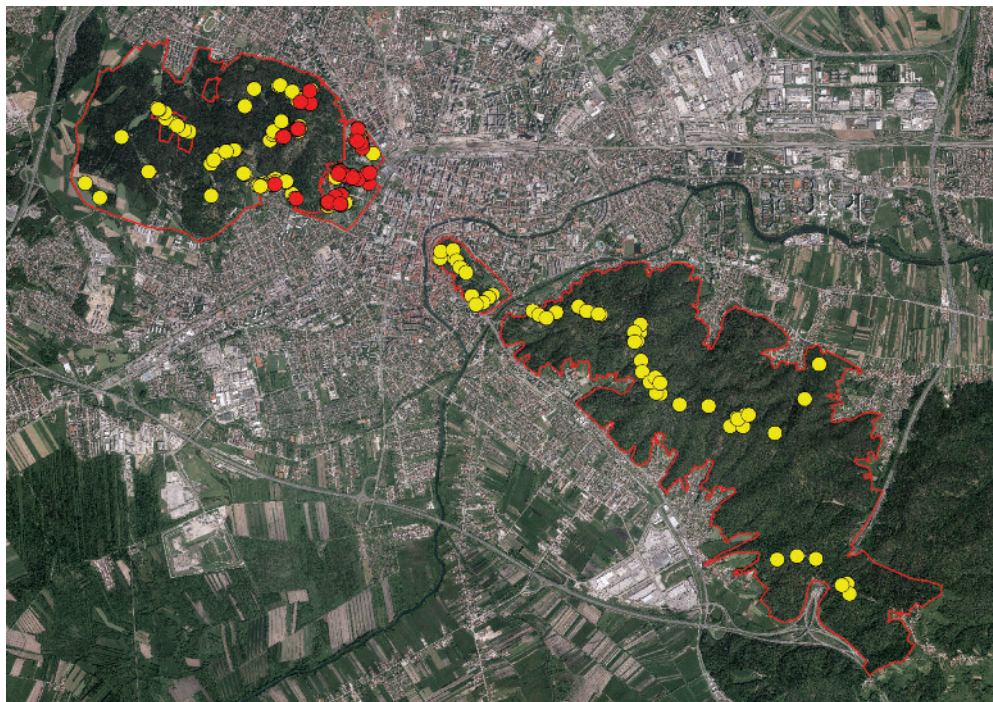
Drug sklop raziskave je bil spremljanje populacijske dinamike zahodnega puščavnika. V ta namen smo med letoma 2013 in 2020 v mestnem parku Tivoli, kjer smo s predhodnimi popisi potrdili prisotnost populacije, vsako sezono za 14 dni postavili po pet feromonskih prestreznih pasti. Vzorčenja so bila opravljena v mesecu juliju, ko naj bi bil dosežen vrh aktivnosti zahodnega puščavnika (Vrezec s sod. 2008). Enoto vzorčenja je predstavljal lovni dan, ki pomeni ulov ene pasti v enem

dnevu. Na ta način lahko izračunamo relativno abundanco (RA) po sledeči enačbi (Vrezec in Kapla 2007):

$$RA = \text{št. osebkov} \times 10 / [\text{št. pasti} \times \text{št. dni}]$$

V tretjem sklopu smo leta 2018 popisali parkovno drevje v mestnem parku Tivoli kot potencialni mikrohabitat puščavnika. V katastru parkovnega drevja mestnega parka Tivoli je bilo v letu 2018 evidentiranih 2472 dreves. Izmed vseh dreves smo izločili kot za puščavnika neprimerne vsa iglasta drevesa in drevesa z obsegom debla manjšim od 100 cm, in odmrla drevesa ali drevesa v fazi razkroja, ki ne omogočajo več nastanka mikrohabitatnih pogojev za razvoj puščavnika. Kot potencialna habitatna drevesa za puščavnika smo opredelili velika drevesa (obseg debla nad 100 cm) z opaženimi dupli ali s potencialnimi dupli v zgornjih delih krošnje.

Rezultati so bili obdelani v programu MS Excel, kartografski prikazi pa s programom ArcGis 10.3. Za delo z zavarovano vrsto smo v okviru Nacionalnega inštituta



Slika 1: Razširjenost zahodnega puščavnika *Osmoderma eremita* v urbanem okolju Ljubljane. Rdeče pike označujejo pasti, kjer smo puščavnika potrdili med letoma 2012 in 2020, rumene pike predstavljajo prazne pasti.

Figure 1: Distribution of the Hermit Beetle *Osmoderma eremita* in the urban environment of Ljubljana. Red dots indicate traps where the species was confirmed between 2012 and 2020, yellow dots represent empty traps.

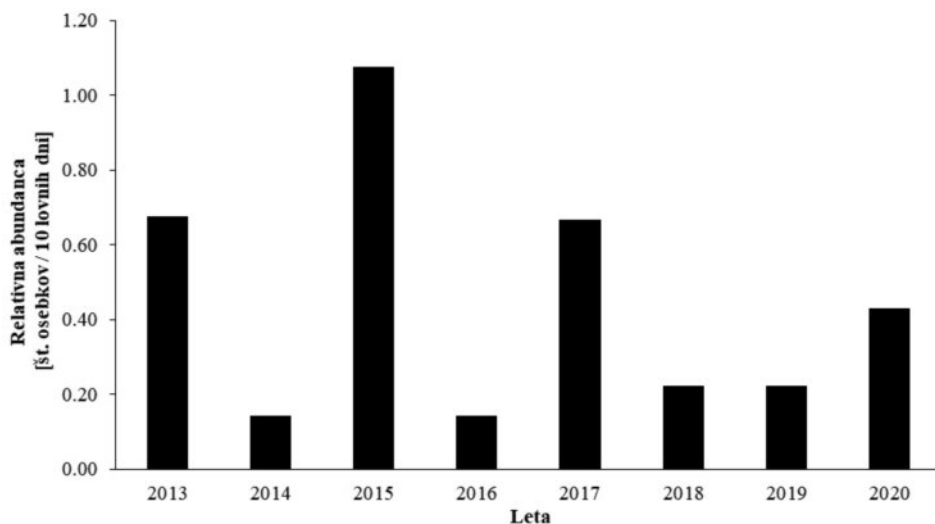
za biologijo predhodno pridobili ustrezna dovoljenja (št. 35601-75/2012-8 in št. 35601-40/2017-4), ki jih je izdala Agencija RS za okolje in prostor.

Rezultati

V popisih v mestnem parku Tivoli v letih 2010 in 2011 smo vrsto potrdili v 16,7 % pregledanih dreves z dupli, večinoma v drevoredih mestnega parka Tivoli. Pri popisu s feromonskimi pastmi v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib v letu 2012 vrste nismo potrdili, v letu 2013 smo zahodnega puščavnika potrdili le na lokacijah v mestnem parku Tivoli, v letu 2018 pa prvič tudi na eni lokaciji na Šišenskem hribu. Leta 2019 smo zahodnega puščavnika našli na še eni dodatni lokaciji na Rožniku (drevored ob Čadu) in v letu 2020 na dodatnih petih lokacijah na Rožniku in Šišenskem hribu. Kot kažejo zbrani podatki v letih 2018, 2019 in 2020 je puščavnik razširjen le v zahodnem delu območja (Slika 1), relativna abundanca populacije pa je višja v mestnem parku ($RA = 0,30 \pm 0,24$ osebkov / 10 lovnih dni) kot v gozdnatem zaledju, na Rožniku in Šišenskem hribu ($RA = 0,09 \pm 0,08$ osebkov / 10 lovnih dni) ($\chi^2 = 9,7$, $p < 0,01$). Na Grajskem griču in Golovcu vrste nismo potrdili.

Med letoma 2013 in 2020 smo v mestnem parku Tivoli zabeležili velika nihanja populacije zahodnega puščavnika v značilnih dveletnih ciklih, ki pa so se zabrisali v zadnjih letih (Slika 2).

Izmed 2472 evidentiranih parkovnih dreves v mestnem parku Tivoli leta 2018 jih večina, 73,5 %, ni bila primernih za naselitev puščavnika (Tabela 1). Med potencial-



Slika 2: Populacijska dinamika zahodnega puščavnika *Osmoderma eremita* v mestnem parku Tivoli med letoma 2013 in 2020.

Figure 2: Population dynamics of the Hermit Beetle *Osmoderma eremita* in city park Tivoli in the years between 2013 and 2020.

nimi habitatnimi drevesi z dupli smo 470 dreves podrobno pregledali in prisotnost puščavnika potrdili v 30 oziroma 6,4 % dreves. Med potencialnimi habitatnimi drevesi v mestnem parku Tivoli so prevladovali divji kostanji (*Aesculus*; 34,7 %), lipe (*Tilia*; 11,5 %) in platane (*Platanus*; 11,0 %). Med 490 drevesi divjega kostanja je bilo v mestnem parku kar 46,3 % dreves primernih za puščavnika, visok delež primernih habitatnih dreves pa smo ugotovili še pri nekaterih vrstah jesenov (*Fraxinus*), orehov (*Juglans*), topolov (*Populus*), hrušk (*Pyrus*), hrastov (*Quercus*), brestov (*Ulmus*), platan, lip, oreškarjev (*Pterocarya*) in bukev (*Fagus*) (Tabela 1). V letu 2018 je bila v mestnem parku Tivoli gostota drevja 57 dreves / ha, od tega je bila gostota potencialnih habitatnih dreves 15 dreves / ha oziroma 11 dreves / ha, če upoštevamo le drevesa z opaženimi dupli.

Tabela 1: Pregled primernosti parkovnega drevja kot potencialnih habitatnih dreves za zahodnega puščavnika *Osmoderma eremita* v mestnem parku Tivoli leta 2018 glede na drevesne rodove.

Table 1: Suitability of park trees as potential habitat trees for the Hermit Beetle *Osmoderma eremita* in the city park Tivoli in 2018 according to tree genus.

Rod drevesa	Skupno število dreves	Št. potencialnih habitatnih dreves	% habitatnih dreves
<i>Abies</i>	2	0	0,0
<i>Acer</i>	387	43	11,1
<i>Aesculus</i>	490	227	46,3
<i>Ailanthus</i>	2	0	0,0
<i>Alnus</i>	36	11	30,6
<i>Amelanchier</i>	2	0	0,0
<i>Betula</i>	75	26	34,7
<i>Carpinus</i>	178	62	34,8
<i>Catalpa</i>	15	0	0,0
<i>Celtis</i>	5	0	0,0
<i>Cercidiphyllum</i>	7	0	0,0
<i>Cercis</i>	4	0	0,0
<i>Chamaecyparis</i>	44	0	0,0
<i>Cornus</i>	2	0	0,0
<i>Coryllus</i>	7	0	0,0
<i>Crataegus</i>	7	0	0,0
<i>Fagus</i>	28	17	60,7
<i>Fraxinus</i>	66	30	45,5
<i>Ginkgo</i>	4	0	0,0
<i>Gleditsia</i>	17	0	0,0
<i>Ilex</i>	17	0	0,0

Rod drevesa	Skupno število dreves	Št. potencialnih habitatnih dreves	% habitatnih dreves
<i>Juglans</i>	4	2	50,0
<i>Larix</i>	32	0	0,0
<i>Liquidambar</i>	10	0	0,0
<i>Liriodendron</i>	8	3	37,5
<i>Magnolia</i>	2	0	0,0
<i>Malus</i>	9	3	33,3
<i>Picea</i>	147	0	0,0
<i>Pinus</i>	184	0	0,0
<i>Platanus</i>	77	72	93,5
<i>Populus</i>	14	11	78,6
<i>Prunus</i>	25	3	12,0
<i>Pterocarya</i>	12	10	83,3
<i>Pyrus</i>	3	2	66,7
<i>Quercus</i>	179	46	25,7
<i>Rhus</i>	3	0	0,0
<i>Robinia</i>	5	0	0,0
<i>Salix</i>	33	8	24,2
<i>Sambucus</i>	2	0	0,0
<i>Sofora</i>	2	0	0,0
<i>Sorbus</i>	7	0	0,0
<i>Taxodium</i>	13	0	0,0
<i>Taxus</i>	37	0	0,0
<i>Thuja</i>	5	0	0,0
<i>Tilia</i>	138	75	54,3
<i>Tsuga</i>	5	0	0,0
<i>Ulmus</i>	5	3	60,0
Nedoločen iglavec	16	0	0,0
Nedoločen listavec	100	0	0,0
SKUPAJ	2472	654	26,5

Razprava

Po do sedaj zbranih rezultatih je urbana populacija puščavnika v Ljubljani omejena le na Krajinski park Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib, pri čemer večji del populacije živi v mestnem parku Tivoli. V nedavni evalvaciji razširjenosti puščavnika v okviru nacionalnega monitoringa hroščev v Sloveniji se je izkazalo, da na relativno majhni površini Krajinskega parka Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib živi 0,3 % slovenske po-



Slika 3: Stara parkovna drevesa v parku Tivoli so optimalni habitat zahodnega puščavnika *Osmoderma eremita* in omogočajo obstoj relativno stabilne populacije na zelenih površinah v urbanem okolju mesta Ljubljana (Foto: Andrej Kapla).

Figure 3: Old park trees in the Tivoli Park are an optimal habitat for the Hermit Beetle *Osmoderma eremita* and are enabling the existence of a relatively stable population in the green urban areas in Ljubljana (Photo: Andrej Kapla).

populacije zahodnega puščavnika, kar območje uvršča med pet najboljših območij za vrsto v državi (Vrezec s sod. 2020). Urbana populacija zahodnega puščavnika v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib je torej izjemnega nacionalnega pomena za ohranjanje vrste v Sloveniji. Tivolska populacija verjetno predstavlja populacijsko jedro oziroma izvorno populacijo puščavnika za celoten Krajinski park in morda celo širše, čeprav povezljivost s Polhograjskim hribovjem na zahodu, Posavskim hribovjem na vzhodu in Ljubljanskim barjem na jugu ni znana.

Trenutna gostota potencialnih habitatnih dreves (Slika 3) v parku Tivoli (11 – 15 dreves / ha) očitno ustreza razvoju močne populacije puščavnika, zato kot smernico upravljanja s parkovnim drevjem predlagamo ohranjanje gostote habitatnega drevja minimalno 11 dreves / ha. S povečevanjem gostote pa seveda dodatno izboljšujemo habitat vrste in s tem tudi njeno številčnost. Pri tem je pomembno, da se ohranja tudi razpršenost habitatnega drevja po parku v kar največji možni meri. Kljub temu pa priporočljiva največja razdalja med sosednjimi drevesi naj ne bi presegala 250 m, kar naj bi glede na disperzijo puščavnika še omogočalo metapopulacijsko povezljivost (Larsson in Svensson 2009, Chiari s sod. 2013). Pri nadomeščanju starejšega drevja, ki je lahko nevarno za obiskovalce parka, je potrebno z vidika upravljanja poskrbeti za ustrezno ravnovesje med mladim drevjem ustrezne drevesne vrste, ki je potencialno za razvoj habitatnega drevesa, in dejanskim habitatnim drevjem. Slednje je potrebno v okviru varnostnih smernic v parku potrebno ohranjati v kar največji meri v drevoredih, zagotovo pa na mestih, kjer tovrstno drevje ne predstavlja velikega tveganja za obiskovalce parka, npr. od poti odmaknjeno drevje.

Poleg mestnega parka Tivoli je puščavnik sicer razširjen tudi v gozdnem delu Krajinskega parka, v gozdnem zaledju mestnega parka in v okolici Čada, vendar pa v gozdnem delu živi v precej nižjih gostotah. Morda zaradi manjšega števila habitatnih dreves, saj ima gozd status gospodarskega gozda in posledično je tam sečnja intenzivnejša, lahko pa tudi zaradi manjše osončenosti drevja v sklenjenih sestojih. Parkovna drevesa, zlasti drevesa v drevoredih, so optimalni habitat puščavnika, saj mu ustrezajo bolj osončena drevesna debla, ki nudijo ugodnejše mikroklimatske razmere za razvoj ličink (Ranius s sod. 2005).

Nihanje populacije puščavnika v mestnem parku Tivoli kaže na dveletni cikel populacijske dinamike vrste, kar je verjetno povezano s ciklom razvoja vrste. Razvoj ličinke sicer poteka dve do štiri leta in je odvisen od časa odlaganja jajčec in lokalnih mikroklimatskih razmer (Maurizi 2017). Čeprav populacija puščavnika v mestnem parku Tivoli izrazito niha, gre kljub temu verjetno za stabilno populacijo. Za dolgoročno ohranjanje vrste je lahko ključen problem premajhno število dupel, kar ima lahko za posledico zgoščevanje zarodov. Zaradi tekmovanja in tudi kanibalizma lahko to privede do zmanjšanja uspešnosti razvoja ličink. Posledično prihaja ob zmanjšanju populacije pod kritično mejo, do parjenja v sorodstvu in negativnih demografskih učinkov, kakršen je Alejev efekt, ki lahko populacijo pripeljejo do izumrtja (Gaggiotti in Hanski 2004). To je še posebej pomembno za izolirane populacije, kakršna je zelo verjetno tivolska populacija zahodnega puščavnika, pri katerih ne prihaja do genskega pretoka z ostalimi populacijami v okolici. Čeprav se populacija trenutno

zdi stabilna, bi bilo nujno preveriti gensko pestrost, saj morda dolgoročno ne bo mogla obstati brez genskega pretoka z ostalimi populacijami v okolici.

Za ohranitev zahodnega puščavnika v mestnem parku Tivoli predlagamo naslednje ukrepe za ohranjanje ugodnega stanja vrste:

(1) sečnja dreves naj poteka pod strokovnim naravovarstvenim nadzorom in naj bo omejena zgolj na posamezna problematična in s stališča varnosti ljudi nevarna drevesa, pri sanaciji habitatnega drevja je priporočljivo drevesom z dupli in lesnim muljem zgolj obrezati krošnjo in ohraniti stabilnosti dreves s posebnimi dinamičnimi zankami, v primeru sečnje pa se debla prestavi na primerna mesta v parku v skladu s smernicami za revitalizacijo gnezditvenih dreves za zahodnega puščavnika (Vignon 2006, Vrezec s sod. 2013);

(2) obnova oziroma pomlajevanje drevoredov in drevesnih parkovnih zasaditev naj poteka postopno oziroma ciklično, pri čemer se ohranja vedno zadosten prevladujoč delež starih dreves z dupli v razpršeni razporeditvi; slednje je potrebno v okviru varnostnih smernic v parku ohraniti v kar največji meri v drevoredih, zagotovo pa na mestih, kjer tovrstno drevje ne predstavlja velikega tveganja za obiskovalce parka, npr. od poti odmaknjeno drevje;

(3) izbor drevesnih vrst naj sledi potrebam zahodnega puščavnika kot krovne vrste, pri čemer so prednostni naslednji rodovi dreves: hrast (*Quercus*), vrba (*Salix*), bukev (*Fagus*), lipa (*Tilia*), jesen (*Fraxinus*), divji kostanj (*Aesculus*) in sadno drevje;

(4) pri pomladitvah se vsaj na nekaterih drevesih izvaja redna nega z glavičenjem, ki stimulira nastanek drevesnih dupel (t.i. pollarding), s čimer se zagotavlja zadostna količina drevesnih dupel v parku (Maurizi s sod. 2017);

(5) ohranja se gostoto habitatnega drevja minimalno 11 dreves / ha, saj s povečevanjem gostote habitatnih dreves dodatno izboljšujemo habitat vrste in njeno številčnost;

(6) največja razdalja med sosednjimi habitatnimi drevesi naj ne presega 250 m, ki naj bi glede na disperzijo puščavnika še omogočalo metapopulacijsko povezljivost (Larsson in Svensson 2009, Chiari s sod. 2013);

(7) ukrepe bi bilo smiselno razširiti tudi na druga parkovna območja v parku izven parka Tivoli in tako povečati populacijo puščavnika. Povezljivost pa se zagotavlja v gozdnem delu, kjer predlagamo ukrep opredelitve mreže ekocelic brez ukrepanja ali določitev habitatnega drevja in se procesno vključi v 10 letni GGN (gozdnogospodarski načrt).

Zahvala

Predstavljeno študijo sta financirala Mestna občina Ljubljana (predstavnica Marjana Jankovič) in JP VOKA SNAGA d.o.o. (predstavnik Andrej Verlič). Za pomoč na terenu se zahvaljujemo dr. Dejanu Bordjanu, dr. Ireni Bertoncely, Boštjanu Defarju, dr. Tini Jaklič, Nejcju Rabuzi, Saši Vochl in Stivnu Kocijančiču. Zahvaljujemo se Martinu Verniku za koristne napotke pri pripravi članka.

Literatura

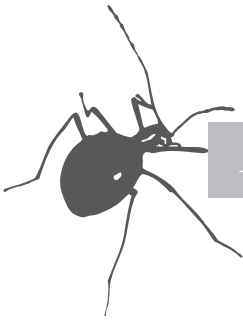
Aronson M. F. J., La Sorte F. A., Nilon C. H., Katti M., Goddard M. A., Lepczyk C.A., Warren P. S., Williams N. S. G., Cilliers S., Clarkson B., Dobbs C.,

- Dolan R., Hedblom M., Klotz S., Kooijmans J. L., Kühn I., MacGregor-Fors I., McDonnell M., Mörtberg U., Pyšek P., Siebert S., Sushinsky J., Werner P., Winter M.** 2014: A global analysis of the impacts of urbanization on bird and plant diversity reveals key anthropogenic drivers. *Proceedings of the Royal Society* 281: 20133330.
- Audisio P., Brustel H., Carpaneto G.M., Coletti G., Mancini E., Piattella E., Trizzino M., Dutto M., Antonini G., De Biase A.** 2007: Updating the taxonomy and distribution of the European *Osmoderma*, and strategies for their conservation (Coleoptera, Scarabaeidae, Cetoniinae). *Fragmenta entomologica* 39 (2): 273–290.
- Audisio P., Brustel H., Carpaneto G.M., Coletti G., Mancini E., Trizzino M., Antonini G., De Biase A.** 2009: Data on molecular taxonomy and genetic diversification of the European Hermit beetles, a species complex of endangered insects (Coleoptera: Scarabaeidae, Cetoniinae, *Osmoderma*). *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 47 (1): 88–95.
- Brelj S., Kajzer A., Pirnat A.** 2010: Gradivo za favno hroščev (Coleoptera) Slovenije. 4. prispevek: Polyphaga: Scarabaeoidea (=Lamellicornia). *Scopolia* 70: 1–386.
- Chiari S., Carpaneto G.M., Zauli A., Zirpoli G.M., Audisio P., Ranius T.** 2013: Dispersal patterns of a saproxylic beetle, *Osmoderma eremita*, in Mediterranean woodlands. *Insect Conservation and Diversity* 6 (3): 309–318.
- Direktiva sveta 92/43/EGS o ohranjanju naravnih habitatov in prostoživečih živalskih in rastlinskih vrst** 1992: *Official Journal of the European Union* 206: 7–50.
- Gaggiotti O.E., Hanski I.** 2004: Mechanisms of population extinction. V: Hanski I., Gaggiotti O. E. (eds.). *Ecology, Genetics, and Evolution of Metapopulations*. Elsevier Academic press, San Diego: 337–366.
- Hedin J., Ranius T., Nilsson S.G., Smith H.G.** 2008: Restricted dispersal in a flying beetle assessed by telemetry. *Biodiversity and Conservation* 17 (3): 675–684.
- Hržič A., Urek G.** 1989: Skladiščni škodljivci na ljubljanskem območju. *Sodobno kmetijstvo* 22 (3): 119–130.
- Ives C. D., Lentini P. E., Threlfall C. G., Ikin K., Shanahan D. F., Garrard G. E., Bekessy S. A., Fuller R. A., Mumaw L., Rayner L., Rowe R., Valentine L. E., Kendal D.** 2016: Cities are hotspots for threatened species. *Global Ecology and Biogeography* 25 (1): 117–126.
- Jogan N.** 2013. Flora Ljubljanskega gradu stoletje po Vossu. *Hladnikia* 31: 53–66.
- Larsson M.C. in Svensson G.P.** 2009: Pheromone Monitoring of Rare and Threatened Insects: Exploiting a Pheromone–Kairomone System to Estimate Prey and Predator Abundance. *Conservation Biology* 23 (6): 1516–1525.
- Larsson M.C., Hedin J., Svensson G.P., Tolasch T. in Francke W.** 2003: Characteristic odor of *Osmoderma eremita* identified as a male-released pheromone. *Journal of Chemical Ecology* 29: 575–587.
- Lepczyk C. A., Aronson M. F. J., Evans K. L., Goddard M. A., Lerman S. B., Macivor J. S.** 2017: Biodiversity in the City: Fundamental Questions for Un-

- derstanding the Ecology of Urban Green Spaces for Biodiversity Conservation. *BioScience* 67: 799–807.
- Maurizi E., Campanaro A., Chiari S., Maura M., Mosconi F., Sabatelli S., Zauli A., Audisio P., Carpaneto, G. M.** 2017: Guidelines for the monitoring of *Osmoderma eremita* and closely related species. *Nature Conservation* 20: 79–128.
- Ramovš A.** 1961. Geološki izleti po ljubljanski okolici. Mladinska knjiga, Ljubljana: 231 str.
- Ranius T. in Hedin J.** 2001: The dispersal rate of a beetle, *Osmoderma eremita*, living in tree hollows. *Oecologia* 126: 363–370.
- Ranius T., Aguado L.O., Antonsson K., Audisio P., Ballerio A., Carpaneto G.M., Chobot K., Gjurašin B., Hanssen O., Huijbregts H., Lakatos F., Martín O., Neculiseanu, Z., Nikitsky N.B., Paill W., Pirnat A., Rizun V., Ruicănescu A., Stegner J., Süda I., Szwalko P., Tamutis V., Telnov D., Tsinkevich V., Versteirt V., Vignon V., Vögeli M., Zach P.** 2005: *Osmoderma eremita* (Coleoptera, Scarabaeidae, Cetoniinae) in Europe. *Animal Biodiversity and Conservation* 28 (1): 1–44.
- Scopoli I. A.** 1763: Entomologia Carniolica. Typis Ioannis Thomae Trattner, Vindobonae: 420 str.
- Smrekar A., Erhartič B., Šmid Hribar M.** 2011: Krajinski park Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib. Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU, Ljubljana. *Georitem* 16: 134 str.
- Stegner J.** 2002: Der Eremit, *Osmoderma eremita* (Scopoli 1763) (Coleoptera: Scarabaeidae) in Sachsen: Anforderungen an Schutzmaßnahmen für eine prioritäre Art der FFH-Richtlinie. *Entomologische Nachrichten und Berichte* 46 (4): 213–238.
- Svensson G. P., Larsson M. C.** 2008: Enantiomeric specificity in a pheromone–kairomone system of two threatened saproxylic beetles, *Osmoderma eremita* and *Elater ferrugineus*. *Journal of Chemical Ecology* 34 (2): 189–197.
- Svensson G.P., Larsson M.C., Hedin J.** 2003: Air sampling of its pheromone to monitor the occurrence of *Osmoderma eremita*, a threatened beetle inhabiting hollow trees. *Journal of Insect Conservation* 7: 189–198.
- Svensson G.P., Oleksa A., Gawroski R., Lassance J.M. in Larsson M.C.** 2009: Enantiomeric conservation of the male-produced sex pheromone facilitates monitoring of threatened European hermit beetles (*Osmoderma* spp.). *Entomologia Experimentalis et Applicata*: 1–7.
- Svensson G.P., Sahlin U., Brage B., Larsson M.C.** 2011: Should I stay or should I go? Modelling dispersal strategies in saproxylic insects based on pheromone capture and radio telemetry: a case study on the threatened hermit beetle *Osmoderma eremita*. *Biodiversity and Conservation* 20 (13): 2883–2902.
- Vignon V.** 2006: Le pique-prune - histoire d'une sauvegarde. O.G.E. Cofiroute, Catiche Productions, Nohanent: 32 str.
- Vrezec A., Kapla A.** 2007: Kvantitativno vzorčenje hroščev (Coleoptera) v Sloveniji: referenčna študija. *Acta entomologica slovenica* 15 (2): 131–160.

- Vrezec A., Pirnat A., Kapla A., Denac D.** 2008: Zasnova spremljanja stanja populacij izbranih ciljnih vrst hroščev vključno z dopolnitvijo predloga območij za vključitev v omrežje NATURA 2000. *Morinus funereus*, *Rosalia alpina*, *Cerambyx cerdo*, *Osmoderma eremita*, *Limoniscus violaceus*, *Graphoderus bilineatus*. Končno poročilo. Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana: 101 str.
- Vrezec A., Ambrožič Š., Kapla A., Bertoncelj, I., Bordjan, D.** 2014: Izvajanje spremljanja stanja populacij izbranih ciljnih vrst hroščev v letu 2013 in 2014. Končno poročilo. Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana: 113 str.
- Vrezec A., Ambrožič Ergaver Š., Kapla A., Kocijančič S.** 2020: Monitoring puščavnika (*Osmoderma eremita*) v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib v letu 2020. Končno poročilo. Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana: 17 str.

Prejeto / Received: 21. 10. 2021



STANJE POPULACIJE MOČVIRSKEGA KREŠIČA *CARABUS VARIOLOSUS* (COLEOPTERA: CARABIDAE) V NATURA 2000 OBMOČJU LIČENCA PRI POLJČANAH, SV SLOVENIJA

Matjaž BEDJANIČ¹, Andrej KAPLA¹, Al VREZEC^{1,2}

¹ Nacionalni inštitut za biologijo, Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana, Slovenija

² Prirodoslovni muzej Slovenije, Prešernova 20, SI-1000 Ljubljana, Slovenija
e-mail: matjaz.bedjanic@nib.si, al.vrezec@nib.si, andrej.kapla@nib.si

Izvleček – Na območju Natura 2000 Ličenca pri Poljčanah smo prvič sistematično raziskali razširjenost, relativne abundance in varstveni status močvirskega krešiča *Carabus variolosus nodulosus* Creutzer, 1799. V letih 2019 in 2020 je bila vrsta zabeležena na skupaj 37 od 52 vzorčenih lokalitet. Naseljuje manjše gozdne potoke, povirja in močvirne izvire v gozdnatem, gričevnem delu območja, medtem ko se ne pojavlja v negozdnatih ravninskih delih območja. Predstavljeni so podatki o relativnih abundancah vrste na posameznih lokalitetah. Predlagana je ozka osrednja varstvena cona tik ob gozdnih potokih in povirjih, kjer se je potrebno strogo izogibati vsem gozdnogospodarskim in drugim posegom. Po naši oceni je populacija močvirskega krešiča na območju Natura 2000 Ličenca pri Poljčanah trenutno v ugodnem ohranitvenem stanju.

KLJUČNE BESEDE: razširjenost, varstveni status, vlagoljubni krešič, Habitatna direktiva, Natura 2000, Slovenija

Abstract – POPULATION STATUS OF GROUND BEETLE *CARABUS VARIOLOSUS* (COLEOPTERA: CARABIDAE) IN NATURA 2000 SITE LIČENCA PRI POLJČANAH, NE SLOVENIA

The distribution, relative abundances and conservation status of *Carabus variolosus nodulosus* Creutzer, 1799 was systematically surveyed for the first time in the Natura 2000 site Ličenca pri Poljčanah. In 2019 and 2020, the species was recorded at a total of 37 of the 52 sampled localities. It inhabits smaller forest streams, headwaters and marshy springs in the forested, hilly part of the area, while it doesn't occur in the non-forested, flat parts of the area. Data on relative abundances at individual localities are presented. A narrow central conservation zone

right next to forest streams and headwaters, where all forest management and other interventions must be strictly avoided is proposed. According to our assessment, the population of *Carabus variolosus* in the Natura 2000 site Ličenca pri Poljčanah is currently in a favorable conservation status.

KEY WORDS: distribution, conservation status, hygrophilous carabid, Habitats Directive, Natura 2000, Slovenia

Uvod

Močvirski krešič *Carabus variolosus nodulosus* Creutzer, 1799 je izrazito higrofilna in stenotopna vrsta, vezana na manjše ohranjene gozdne potoke in ozek pas vlažnega obrežja, ki ga navadno poraščajo sestoji močvirnih listnatih gozdov s prevladujočo črno jelšo *Alnus glutinosa*, velikim jesenom *Fraxinus excelsior*, bukviyo *Fagus sylvatica* ali belim gabrom *Carpinus betulus* (Vrezec s sod. 2011, Slike 1-3). Živi na izjemno vlažnih in manj zaraščenih gozdnih tleh ob robu vodnih teles, izogiba pa se kisle podlage (Matern s sod. 2007, Marinček 2010). Odrasli hrošči so dolgoživi



Slika 1: Močvirski krešič *Carabus variolosus* na lokaliteti Grajenka v Natura 2000 območju Ličenca pri Poljčanah (16. 6. 2020; Foto: M. Bedjanič).

Figure 1: *Carabus variolosus* at locality Grajenka in Natura 2000 site Ličenca pri Poljčanah (16. 6. 2020; Photo: M. Bedjanič).

in živijo dve do tri leta, disperzija je razmeroma majhna, živijo pa v relativno izoliranih populacijah, ki so omejene s primernim habitatom (Turin s sod. 2003). Vrh aktivnosti odraslih hroščev je dosežen med majem in junijem (Matern s sod. 2007, 2008), prezimujejo pa v trhlen lesu ali zariti v substrat v neposredni bližini gozdnega potoka (Marinček 2010). Ker je močvirski krešič tesno vezan na izrazito vlažno okolje (Bric 2011) je njegov razmnoževalni cikel prostorsko omejen, kar povečuje njegovo občutljivost na posege v močvirna in zasenčena okolja gozdnih potokov. Vrsto prizadene tudi fragmentacija habitata, ki prekine povezave med posameznimi izoliranimi subpopulacijami (Müller-Kroehling 2006, Matern s sod. 2008).

Taksonomski rang močvirskega krešiča je v literaturi različno obravnavan, saj gre dejansko za dva sestrsk alopatrična taksona *C. v. variolosus* Fabricius, 1787 in *C. v. nodulosus* Creutzer, 1799, ki jima različni avtorji pripisujejo rang podvrste ali vrste (Müller-Kroehling s sod. 2006, Matern s sod. 2009, katerega areal Vrezec s sod. 2011, Mossakowski s sod. 2020). V Sloveniji živi *C. v. nodulosus*, katere areal sega od Nemčije in vzhodne Francije prek Avstrije, Slovenije, zahodne Madžarske in Balkanskega polotoka do severozahodne Bolgarije, medtem ko je nominotipska podvrsta razširjena bolj proti vzhodu (Matern s sod. 2009, Kulijer s sod. 2019, Mossakowski s sod. 2020). Nekatere ocene kažejo, da v Sloveniji leži globalno populacijsko jedro podvrste *C. v. nodulosus* (Vrezec s sod. 2015). V pričujočem prispevku uporabljamo vrstno ime *Carabus variolosus* v kontekstu Direktive o habitatih EU, pri čemer gre za takson *Carabus variolosus nodulosus* Creutzer, 1799.

Močvirski krešič je sicer v Sloveniji splošno razširjena vrsta (Vrezec s sod. 2020), zaradi habitatne specializiranosti pa je lokalno ozko prostorsko omejen (Vrezec s sod. 2007, Bric 2011). Kot kažejo zbrani podatki nacionalnega monitoringa hroščev v Sloveniji, ima močvirski krešič dokaj izrazita in dolgotrajna populacijska nihanja. Po zadnji oceni je populacija vrste pri nas stabilna, vendar so na lokalnem nivoju ponekod zaznani izraziti negativni trendi (Vrezec s sod. 2020).

V Sloveniji je močvirski krešič ogrožen ter kot redka vrsta uvrščen v Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam (Uradni list RS, št. 82/2002, s spr.). Zavarovan je z Uredbo o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah ter uvrščen na njeni prilogi 1A in 2A (Uradni list RS, št. 46/2004, s spr.). Močvirski krešič je uvrščen tudi na dodatka II in IV Direktive o habitatih EU. To obvezuje Republiko Slovenijo k doslednemu varovanju habitata vrste, določitvi območij varstva in zagotavljanju splošno ugodnega ohranitvenega stanja njenih populacij.

V okviru LIFE integriranega projekta za okrepljeno upravljanje Nature 2000 v Sloveniji (v nadaljevanju: LIFE IP NATURA.SI) smo na območju Natura 2000 Ličenca pri Poljčanah v letih 2019 in 2020 prvič sistematično raziskali razširjenost, relativne abundance in varstveni status močvirskega krešiča.

Opis raziskovanega območja in metode dela

Opis raziskovanega območja

Območje Natura 2000 Ličenca pri Poljčanah (SI3000214) leži v severovzhodni Sloveniji, na zahodu Dravinjskih goric, in je veliko 272,8 km². Območje ima gričevnat

značaj z nadmorskimi višinami med 260 – 360 m.n.v., pripada subpanonskemu fitogeografskemu območju, 51 % območja pa pokriva gozd (Alagić s sod. 2021). Poleg doline potoka Ličence, ki je levi pritok Dravinje in meandrira po dolini severovzhodno od Poljčan, so za območje značilni številni manjši potoki, ki dajejo značaj vlažnim gozdnatim dolinam in mestoma ohranjenim močvirnim travnikom. Potok Ličenca je pretežno v naravnem stanju, struga je morfološko bogato členjena ter obdana s pasom obrežne zarasti, ob njej pa so deloma ohranjena mokrotna življenjska okolja. V območje Natura 2000 so vključeni tudi fragmenti poplavnih gozdov hrasta doba v Cigonci, južno od Slovenske Bistrice, ki so delno zavarovani kot gozdni rezervat Cigonca. Manjše zavarovano območje znotraj meja območja Natura 2000 je še krajinski park Žabljek, osrednji del doline Ličence je skupaj z ribniki Petelinjek razglašen za naravno vrednoto državnega pomena, celotno območje pa ima tudi status ekološko pomembnega območja (Naravovarstveni atlas NATURA 2000). Mozaična pokrajina z dolinami potokov z ohranjeno obrežno zarastjo, mokrotnimi travniki, ohranjenimi gozdovi, majhnimi povirji in ribniki, predstavlja enega izmed zadnjih ostankov ekstenzivnih rab prostora na širšem območju med Pohorjem in Halozami (Senegačnik in Bedjanič 2009).



Slika 2: Habitat močvirskega krešiča *Carabus variolosus* v Natura 2000 območju Ličenca pri Poljčanah (Levič, 14. 6. 2021; Foto: M. Bedjanič).

Figure 2: Habitat of *Carabus variolosus* in the Natura 2000 site Ličenca pri Poljčanah (Levič, 14. 6. 2021; Photo: M. Bedjanič).



Slika 3: Habitat močvirskega krešiča *Carabus variolosus* v Natura 2000 območju Ličenca pri Poljčanah (Grajenka, 16. 6. 2020; Photo: M. Bedjanič).

Figure 3: Habitat of *Carabus variolosus* in the Natura 2000 site Ličenca pri Poljčanah (Grajenka, 16. 6. 2020; Photo: M. Bedjanič).

Območje Natura 2000 Ličenca pri Poljčanah je določeno po Direktivi o habitatih EU, močvirski krešič pa je za območje kvalifikacijska vrsta. Velik naravovarstveni pomen območja se kaže v zajetnem seznamu ostalih kvalifikacijskih vrst: rogač *Lucanus cervus*, dristavični spreletavec *Leucorrhinia pectoralis*, velik studenčar *Cordulegaster heros*, črtasti medvedek *Euplagia quadripunctaria*, močvirski cekinček *Lycaena dispar*, strašničin mravljiščar *Phengaris teleius*, temni mravljiščar *Phengaris nausithous*, travniški postavnež *Euphydryas aurinia*, potočni škržek *Unio crassus*, hribski urh *Bombina variegata* in skupno šest habitatnih tipov, med katerimi ima prioritetan status gozdni habitatni tip HT 91E0* Obrečna vrbovja, jelševja in jesenovja (Naravovarstveni atlas NATURA 2000).

Metode dela

Na Natura 2000 območju Ličenca pri Poljčanah smo opravili vzorčenje, usmerjeno v ugotavljanje prisotnosti, razširjenosti in številčnosti močvirskega krešiča. Za sistematično vzorčenje smo uporabili talne oz. Barberjeve pasti. Te so učinkovita metoda za vzorčenje na tleh aktivnih vrst hroščev, ki omogoča izračun relativnih ocen

abundanc (RA), ki so primerljive med območji (Spence in Niemelä 1994, Sutherland 2000, Vrezec s sod. 2005, Vrezec in Kapla 2007). Uporabili smo mrtvolovne talne pasti z vinskim kisom postavljene ob potokih, kjer se vzorci v enem tednu s petimi pastmi, po metodi nacionalnega monitoringa razširjenosti močvirskega krešiča v Sloveniji (Vrezec s sod. 2009).

Pri vzorčenju s talnimi pastmi predstavlja enoto vzorčenja lovna noč, ki pomeni ulov ene pasti v eni noči. Relativna ocena abundance (RA) vrste na posamezni lokaliteti je izračunana po formuli (število hroščev ujetih v 10 lovni nočeh):

$$RA = \text{št. osebkov} \times 10 / [\text{št. pasti} \times \text{št. noči}]$$

Vzorčenje smo usmerili v 52 ciljno izbranih lokalitet potencialno primernih za močvirskega krešiča na Natura 2000 območju Ličenca pri Poljčanah. Terensko delo smo izvedli med 14. in 20. junijem 2019 (11 lokalitet) ter med 9. in 18. junijem 2020 (41 lokalitet).

V pričujoči prispevek vključujemo tudi rezultate vzorčenja močvirskega krešiča na stalni izbrani monitoring točki Grajenka, kjer že od leta 2007 poteka nacionalni populacijski monitoring močvirskega krešiča (Vrezec s sod. 2020). Vzorčenje na tej lokaliteti poteka po metodologiji za populacijski monitoring vrste, z živolovnimi talnimi pastmi z vinskim kisom, po protokolu iz Vrezec s sod. (2007) in Vrezec s sod. (2009).

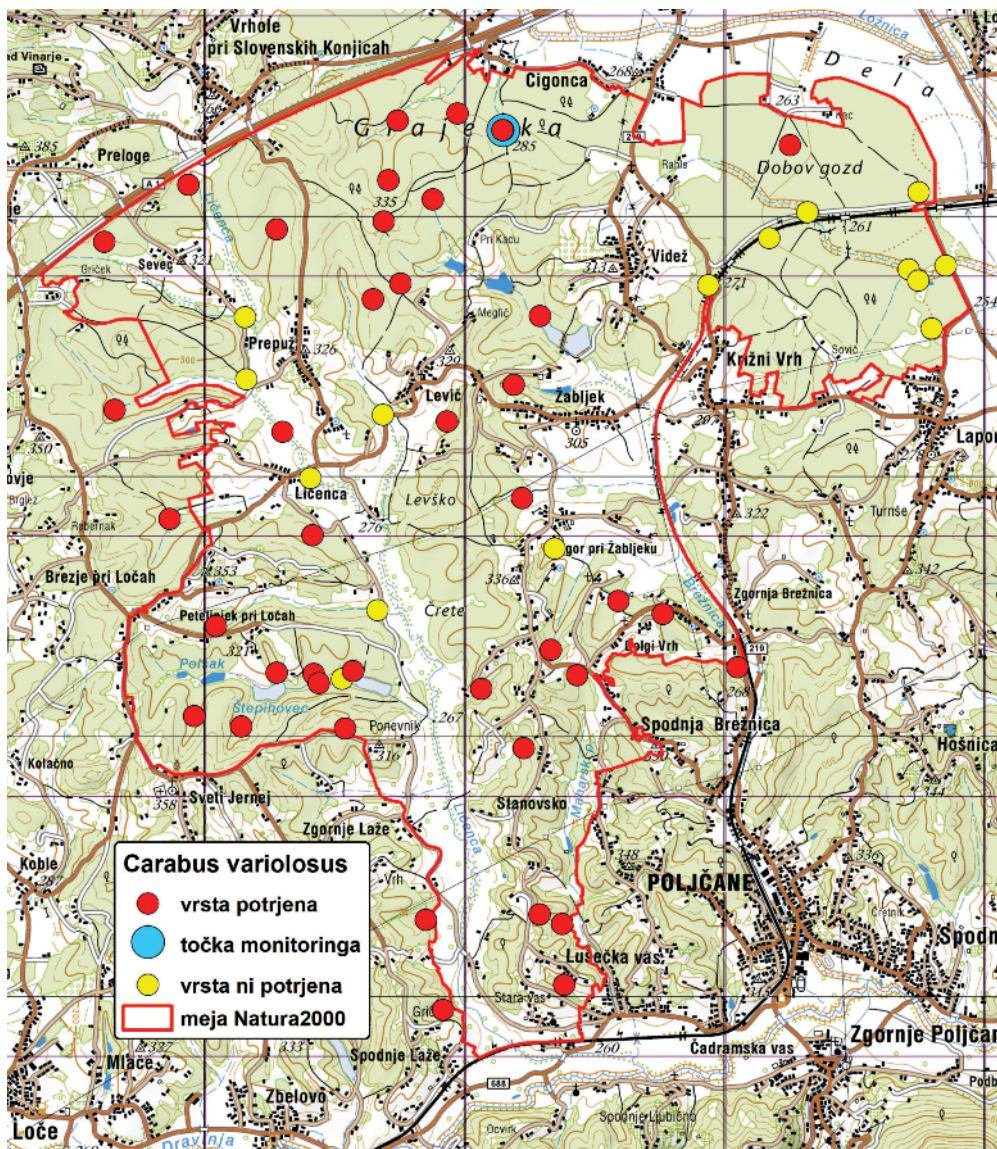
Terenske raziskave so potekale na podlagi dovoljenja za ujetje, vznemirjanje in odvzem zavarovanih vrst hroščev (Coleoptera) za potrebe znanstveno raziskovalne in izobraževalne dejavnosti, izdanega Nacionalnemu inštitutu za biologijo pod šifro 35601-40/2017-4 z dne 3. 8. 2017 s strani Agencije Republike Slovenije za okolje.

Na območju smo določili na podlagi zbranih podatkov tudi varstveno cono za vrsto. Zarisali smo jo na način, da smo iz kartografskih podlag TTN 1:5000, DOF in LIDAR podlag kolikor mogoče natančno zarisali linije povirij in vodotokov, ki predstavljajo ugotovljeni ali potencialni habitat vrste, ter jih prilagodili na sloj gozda in obdali z 20 metriskim pasom na vsaki strani.

Rezultati

Na Natura 2000 območju Ličenca pri Poljčanah smo v letih 2019 in 2020 močvirskega krešiča zabeležili na skupno 37 od 52 vzorčenih lokalitet (Slika 4). K potrjenim lokalitetam vrste na obravnavanem območju lahko prištejemo še eno – točko »Grajenka«, na kateri redno poteka nacionalni populacijski monitoring močvirskega krešiča. Na lokalitetah, kjer smo vrsto zabeležili je v letih 2019 in 2020 znašala povprečna relativna gostota (RA) 2,9 osebkov / 10 lovni noči (min: 0,3; max: 7,7; mediana: 2,3 osebkov / 10 lovni noči) (Slika 5).

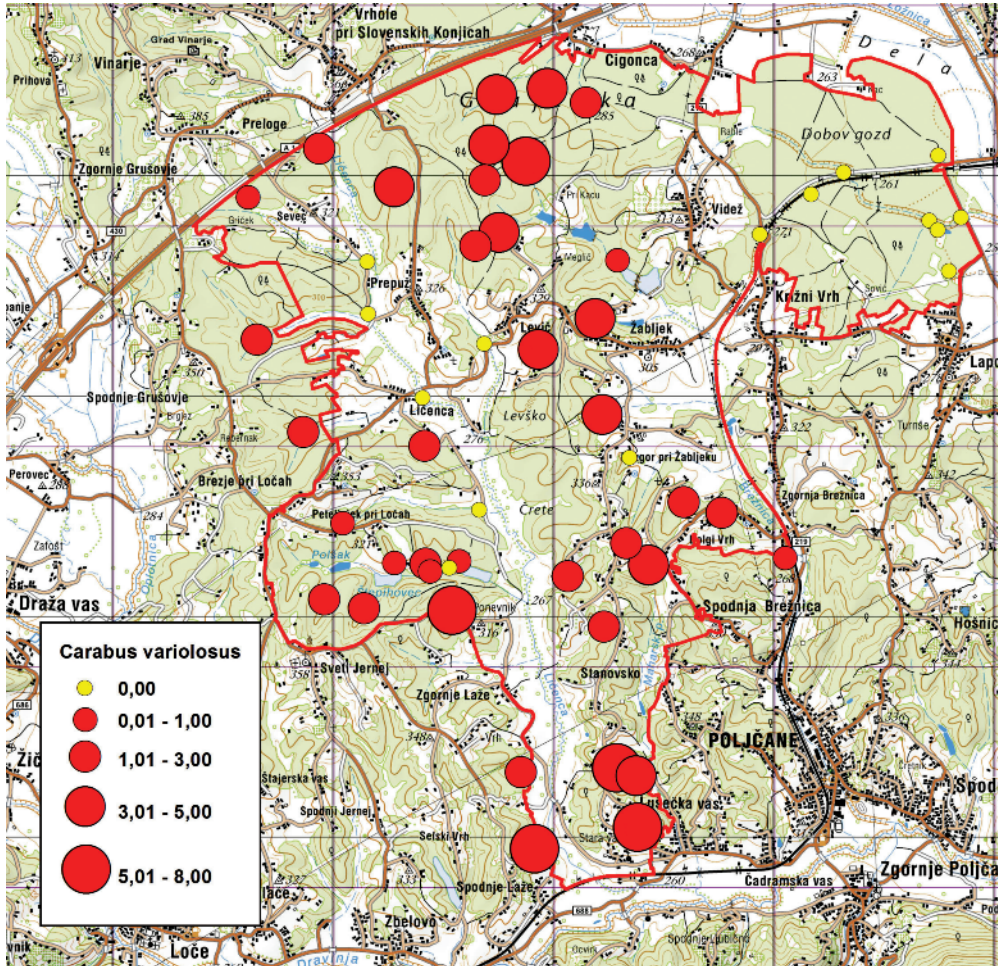
Na Natura 2000 območju Ličenca pri Poljčanah od leta 2007 poteka nacionalni populacijski monitoring močvirskega krešiča na točki »Grajenka«. Rezultati kažejo na nihajočo populacijo, ki kaže na stabilen trend ($r_s = 0,59$, ns). Tekom terenskih raziskav smo zabeležili posamezna ekstremna leta, kakršna so bila 2008, 2012 in 2017.



Slika 4: Podatki o pojavljanju močvirskega krešiča *Carabus variolosus* na Natura 2000 območju Ličenca pri Poljčanah, z rezultati vzorčenja v letih 2019 in 2020 (rdeče pike – vzorčenje z najdbo vrste; modra pika – točka nacionalnega populacijskega monitoringa; rumene pike – vzorčenje brez najdbe vrste).

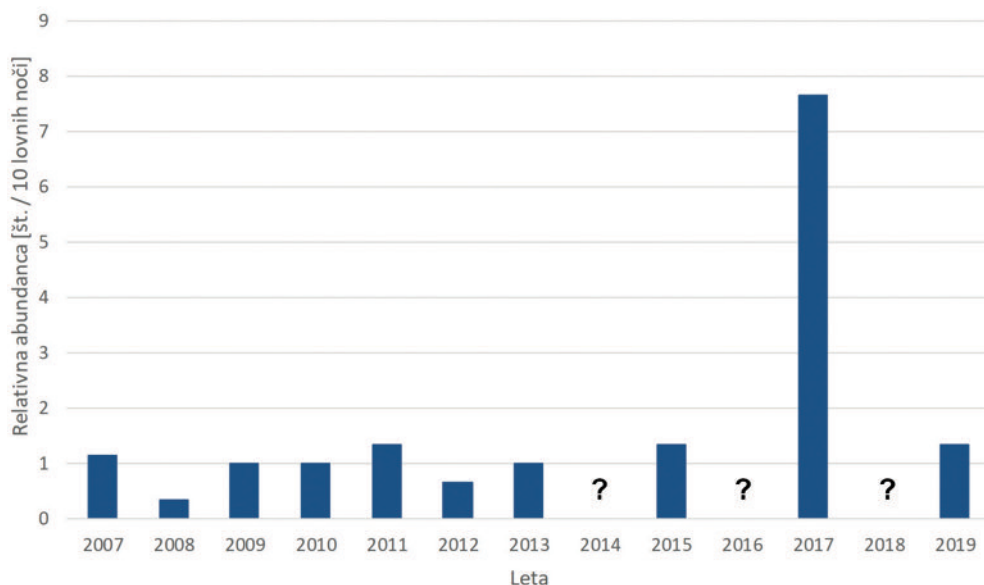
Figure 4: Data on the occurrence of *Carabus variolosus* in the Natura 2000 site Ličenca pri Poljčanah, with sampling results in 2019 and 2020 (red dots – sampling with species findings; blue dot – national population monitoring sampling point; yellow dots – sampling without species findings).

Med leti 2007-2019 je sicer znašala povprečna relativna abundanca (RA) 1,68 osebkov / 10 lovnihi noči (min: 0,33; max: 7,67; mediana: 1,07 osebkov / 10 lovnihi noči). (Slika 6).



Slika 5: Relativne abundance (RA) močvirskega křešiča *Carabus variolosus* na Natura 2000 območju Ličenca pri Poljčanah kot rezultat vzorčenja v letih 2019 in 2020 (rdeče pike – vzorčenje z najdbo vrste; rumene pike – vzorčenje brez najdbe vrste). Velikost rdečih pik prikazuje izračunane vrednosti relativnih abundanc (št. osebkov / 10 lovnihi noči) na posameznih lokalitetah.

Figure 5: Relative abundances (RA) of *Carabus variolosus* in the Natura 2000 site Ličenca pri Poljčanah as a result of sampling in 2019 and 2020 (red dots – sampling with species findings; yellow dots – sampling without species findings). The size of the red dots shows the calculated values of relative abundances (number of specimens / 10 hunting nights) at individual localities.



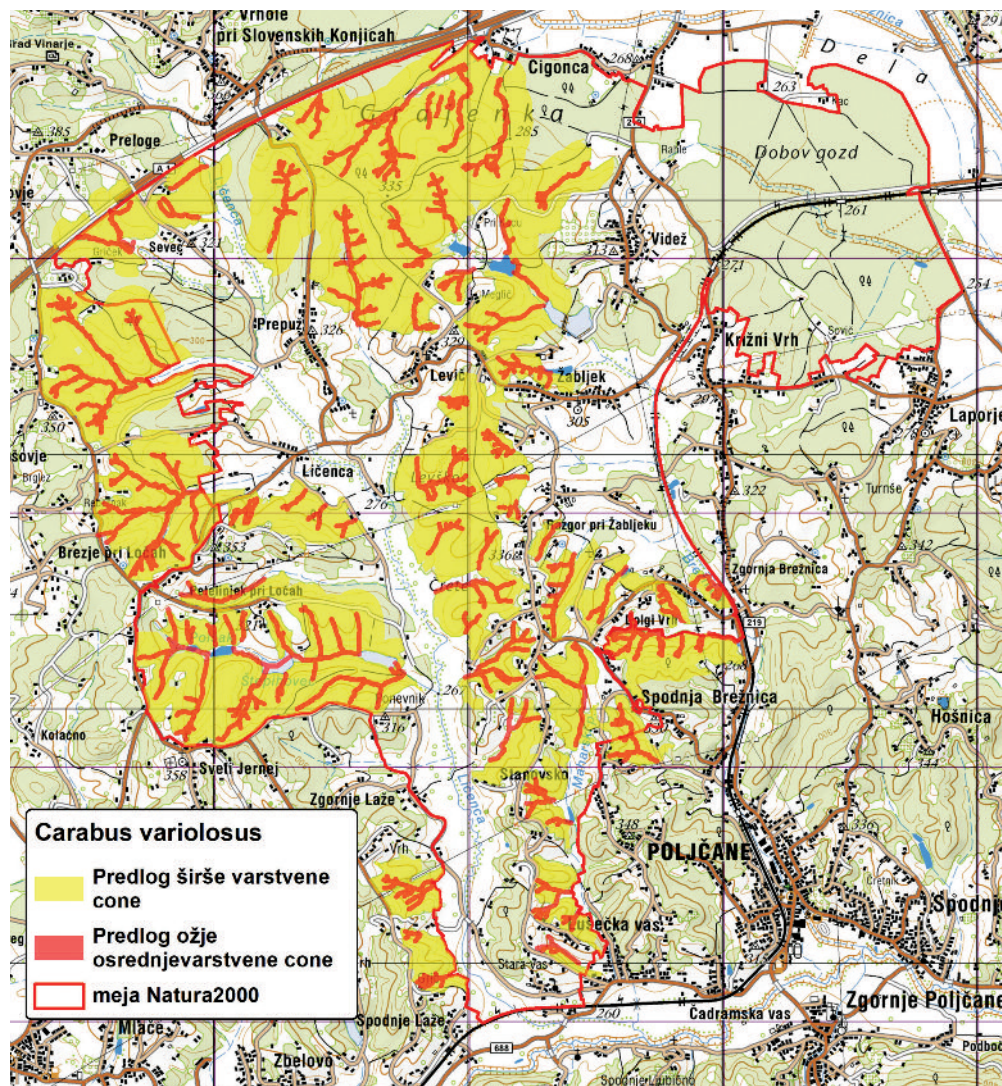
Slika 6: Nihanje relativnih abundanc močvirskega krešiča med letoma 2007 in 2019 na lokaliteti »Grajenka« nacionalnega monitoringa na Natura 2000 območju Ličenca pri Poljčanah. V letih 2014, 2016 in 2018 podatki niso bili zbrani.

Figure 6: Fluctuations in the relative abundances of *Carabus variolosus* between 2007 and 2019 at the “Grajenka” locality of national monitoring in the Natura 2000 site Ličenca pri Poljčanah. In 2014, 2016 and 2018, data were not collected.

Varstveni aspekt

Na podlagi terenskega dela in zbranih rezultatov v letih 2019 in 2020 ocenjujemo stanje populacij močvirskega krešiča na območju Natura 2000 Ličenca pri Poljčanah kot ugodno, populacije so zaenkrat v dobrem ohranitvenem stanju. Na območju smo opredelili širšo varstveno cono za močvirskega krešiča (Slika 7), katere velikost je 933,7 ha. Varstvena cona sega ponekod tudi izven formalnih meja Natura 2000 območja, in sicer v povirnih predelih, ki so pomembni za vrsto ter so vplivno, funkcionalno in naravnogeografsko povezani z Natura 2000 območjem. Znotraj širše varstvene cone smo opredelili tudi ožjo osrednjo varstveno cono neposredno ob gozdnih potokih in povirjih (Slika 7), katere velikost je 204,2 ha.

Umestitev obeh varstvenih con v gozdnogospodarske ter druge načrte rabe prostora je predlog konkretnega systemskega varstvenega ukrepa. Na teh območjih je treba slediti varstvenim ciljem in ukrepom varstva, zlasti strogega varstva habitata močvirskega krešiča v ožji varstveni coni. Neposredno ob gozdnih potokih in povirjih se je treba izogibati vsakršnim gozdnogospodarskim posegom (sečnja, gozdne vlake ipd.) in drugim posegom, ki bi negativno vplivali na habitat vrste.



Slika 7: Predlog širše varstvene cone in ozke osrednje varstvene cone za močvirskega krešiča *Carabus variolosus* na Natura 2000 območju Ličenca pri Poljčanah, na podlagi rezultatov vzorčenja v 2019 / 2020 v okviru projekta LIFE-IP NATURA.SI. V ožji varstveni coni je potrebno omejiti vsakršno poseganje v življenjsko okolje vrste.

Figure 7: Proposal of a wider protection zone and a narrow central protection zone for *Carabus variolosus* in the Natura 2000 site Ličenca pri Poljčanah, based on the sampling results in 2019/2020 within the LIFE-IP NATURA.SI project. In the narrower protection zone, any interference with the habitat of the species must be limited.

Razprava

Do leta 2019 sta bili na območju Natura 2000 Ličenca pri Poljčanah poznani za močvirskega krešiča le dve lokaliteti (Vrezec s sod. 2020). Z našo raziskavo v letih 2019 in 2020 pa se je pokazalo, da je močvirski krešič na raziskovanem območju razmeroma pogost. Živi predvsem ob manjših gozdnih potokih in povirjih v gozdnem, gričevnatem delu območja. Potok Ličenca ter negozdni, ravninski deli območja za ohranjanje močvirskega krešiča niso relevantni, saj tukaj zanj ni primerne habitata. V nasprotju s pričakovanji vrste nismo zabeležili v severovzhodnem delu območja na območju nižinskih gozdov v Cigonci, kjer so habitati za močvirskega krešiča na prvi pogled ustrezni, vendar mu izrazita ravninska lega tukaj očitno ne ustreza.

Zbrani podatki in izračuni relativnih abundanc vrste v letih 2019 in 2020 kažejo, da je populacija močvirskega krešiča na Natura 2000 območju Ličenca pri Poljčanah dokaj velika in da vrsta naseljuje večino potencialno primernih habitatov. Seveda pa pričujoča raziskava podaja sliko stanja populacije močvirskega krešiča na tem območju le v letih 2019 in 2020. Kot kažejo zbrani podatki populacijskega monitoringa vrste v Sloveniji, ima močvirski krešič dokaj izrazita in dolgotrajna populacijska nihanja (Vrezec s sod. 2020), ki so odvisna od številnih dejavnikov in so še slabo raziskana.

Evalvacija podatkov v okviru nacionalnega monitoringa močvirskega krešiča, v katero so bili vključeni tudi podatki zbrani v pričujoči študiji, je pokazala, da na območju Natura 2000 Ličenca pri Poljčanah živi 0,27 % slovenske populacije vrste (Vrezec s sod. 2020). Razmeroma nizek delež je odraz majhnosti območja in delno tudi metodologije izračuna, vendar ne glede na to menimo, da je območje velikega pomena za ohranjanje močvirskega krešiča v Sloveniji. Kot so pokazale nekatere študije, ima močvirski krešič kot neleteča ter izrazito higrofilna in stenotopna vrsta hrošča nizek disperzijski potencial (Turin s sod. 2003, Matern s sod. 2008) in je izjemno občutljiva na vsakršne posege, ki spreminjajo njegov habitat. Kljub temu, da je močvirski krešič sicer v Sloveniji splošno razširjen (Vrezec s sod. 2020), pa je treba v varstvenem vidiku populacije vrste obravnavati ločeno na regionalnem nivoju. Že Matern s sod. (2009) so pokazali, da je večina populacij močvirskega krešiča demografsko samostojnih in neodvisnih. Predlagajo, da se v varstvenem oziru vsaka populacija močvirskega krešiča obravnava samostojno, z namenom ohranitve kar največ populacij v čim več regijah. Tudi rezultati raziskave Mossakowski s sod. (2020) so širom areala pokazali zanimive regionalne populacijske specifičnosti na molekularnem nivoju in samo na območju Slovenije nakazali obstoj štirih različnih mitohondrijskih haplotipov.

Glede na pogostost vrste na območju Natura 2000 Ličenca pri Poljčanah in relativno ohranjenost njenih habitatov ocenjujemo, da je stanje populacij močvirskega krešiča na tem območju ugodno in zaenkrat v dobrem ohranitvenem stanju. Za ohranjanje populacij močvirskega krešiča je bilo predlaganih več upravljaljskih smernic (Matern s sod. 2007): (1) prepoved sečnje in drugih gozdno gospodarskih aktivnosti v neposredni bližini gozdnih potokov, (2) prepoved regulacije in hitrega odvodnjavanja na območju potoka, ki bi imelo za posledico izsuševanje obrežnega pasu, (3) ohranjanje naravne dinamike vodotoka z občasnimi poplavami, s čimer se ohranja vlažnost prsti s povečano sedimentacijo obrežja, kar med drugim prispeva tudi k

manjšemu zaraščanju obrežja s podrastjo (4) puščanje štorov in padlih drevesnih debel ob potokih.

Na podlagi rezultatov pričujoče raziskave, v kateri smo sistematično raziskali razširjenost, relativne abundance in varstveni status močvirskega krešiča, v zaključku izpostavljamo potrebo po izhodiščnih celovitih favnističnih in populacijskih raziskavah vrste tudi v drugih Natura 2000 območjih, kjer je močvirski krešič kvalifikacijska vrsta, pa to delo še ni bilo opravljeno. Tozadevno je lahko pristop v tej študiji dober vzor, še posebej, ker je za učinkovito varstvo in ohranjanje populacij vrste na lokalnem in regionalnem nivoju to prioritetenega pomena. Enako pomembna pa je seveda tudi kontinuiteta spremljanja ohranitvenega stanja močvirskega krešiča na državnem nivoju, ki poteka v okviru nacionalnega monitoringa hroščev.

Zahvala

Raziskava je bila opravljena v okviru LIFE integriranega projekta za okrepljeno upravljanje Nature 2000 v Sloveniji (LIFE-IP NATURA.SI, LIFE 17 IPE SI 011), ki ga sofinancirajo Evropska unija iz sredstev programa LIFE, Ministrstvo za okolje in prostor ter partnerji projekta. Vzorčenje na izbrani monitoring točki »Grajenka« je med leti 2007-2019 potekalo v okviru nacionalnega populacijskega monitoringa močvirskega krešiča, ki ga financira Ministrstvo za okolje in prostor. Pripravo članka je v okviru raziskovalnega programa št. P1-0255 delno sofinancirala Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije iz državnega proračuna. Zahvaljujemo se anonimnemu recenzentu za koristne popravke.

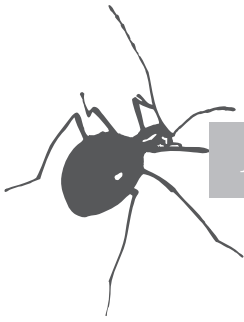
Literatura

- Alagić A., Kutnar L., Kozamernik E., Babij V., Marinšek A., Kermavnar J., Šprah R.** 2021: Ocena stanja ohranjenosti habitatnega tipa 91E0* Obrečna vrbovja, jelševja in jesenovja v območju Natura 2000 Ličenca pri Poljčanah. *Gozdarski vestnik* 79 (2): 3–27.
- Bric B.** 2011: Vpliv parametrov habitata in tekmecev na razširjenost močvirskega krešiča (*Carabus variolosus*). Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Ljubljana: 91 str.
- Direktiva sveta 92/43/EGS o ohranjanju naravnih habitatov in prostoživečih živalskih in rastlinskih vrst.** 1992: *Official Journal of the European Union* 206: 7–50.
- Kulijer D., Rapuzzi I., Vesnić A.** 2019: New records and distribution of threatened *Carabus (variolosus) nodulosus* Creutzer, 1799 in Bosnia and Herzegovina (Coleoptera: Carabidae). *Acta entomologica slovenica* 27 (2): 77-90.
- Naravovarstveni atlas NATURA 2000:** www.naravovarstveni-atlas.si (september 2021).
- Marinček M.** 2010: Močvirski krešič (*Carabus variolosus* Fabricius, 1787) (Coleoptera: Carabidae) na območju Slovenskih goric. Diplomsko delo, Univerza v Mariboru, Maribor: 82 str.

- Matern A., Drees C., Kleinwächter M., Assmann T.** 2007: Habitat modelling for the conservation of the rare ground beetle species *Carabus variolosus* (Coleoptera, Carabidae) in the riparian zones of headwaters. *Biological Conservation* 136: 618–627.
- Matern A., Drees C., Meyer H., Assmann T.** 2008: Population ecology of the rare carabid beetle *Carabus variolosus* (Coleoptera: Carabidae) in north-west Germany. *Journal of Insect Conservation* 12 (6): 591–601.
- Matern A., Desender K., Drees C., Gaublomme E., Pail W., Assmann T.** 2009: Genetic diversity and population structure of the endangered insect species *Carabus variolosus* in its western distribution range: Implications for conservation. *Conservation Genetics* 10 (2): 391–405.
- Mossakowski D., Bérces S., Hejda R., Müller-Kroehling S., Pail W., Prunar F., Rapuzzi I.** 2020: High molecular diversity in *Carabus (Hygrocarabus) variolosus* and *C. nodulosus*. *Acta Zoologica Hungarica* 66 (Suppl.): 147–168.
- Müller-Kroehling S.** 2006: Ist der Gruben-Grosslaufkafer *Carabus (variolosus) nodulosus* ein Taxon des Anhanges II der FFH-Richtlinie in Deutschland? *Waldoekologie online* 3: 52–58.
- Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam, 2002:** *Uradni list RS*, št. 82/02, 42/10.
- Senegačnik A., Bedjanič M.** 2009: Narava med Pohorjem in Halozami. V: Gradišnik S. (ured.), Zbornik občine Slovenska Bistrica III: Svet med Pohorjem in Bočem, Zavod za kulturo Slovenska Bistrica, Slovenska Bistrica: 381–423.
- Southerland W. J.** 2000: The Conservation Handbook - Research, Management and Policy. Blackwell Science, London: 278 str.
- Spence J.R., Niemelä J.K.** 1994: Sampling carabid assemblages with pitfall traps: the madness and the method. *The Canadian Entomologist* 126: 881–894.
- Turin H., Penev L., Casale A., Arndt E., Assmann T., Makarov K. V., Mossakowski D., Szél G., Weber F.** 2003: Species accounts. V: Turin H., Penev L., Casale A. (ur.): The genus *Carabus* in Europe: a synthesis, str. 151–284, Pensoft Publishers & European Invertebrate Survey, Sofia-Moscow & Leiden: 512 str.
- Uredba o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah, 2004:** *Uradni list RS*, št. 46/04, 109/04, 84/05, 115/07, 96/08, 36/09, 102/11, 15/14, 64/16 in 62/19.
- Vrezec A., Kapla A., Pirnat A., Ambrožič Š.** 2005: Primerjava številčnosti govnačev (Coleoptera: Scarabaeoidea: Geotrupidae) v Sloveniji: uporaba popisne metode za hrošče z zemeljskimi pastmi na širšem območju. *Acta entomologica slovenica* 13 (2): 145–164.
- Vrezec A., Kapla A.** 2007: Kvantitativno vzorčenje hroščev (Coleoptera) v Sloveniji: referenčna študija. *Acta entomologica slovenica* 15 (2): 131–160.
- Vrezec A., Polak S., Kapla A., Pirnat A., Grobelnik V., Šalamun A.** 2007: Monitoring populacij izbranih ciljnih vrst hroščev: *Carabus variolosus*, *Leptodirus hochenwartii*, *Lucanus cervus* in *Morinus funereus*, *Rosalia alpina*. Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana: 47 str.

- Vrezec A., Ambrožič Š., Polak S., Pirnat A., Kapla A., Denac D.** 2009: Izvajanje spremljanja stanja populacij izbranih ciljnih vrst hroščev v letu 2008 in 2009 in zasnova spremljanja stanja populacij izbranih ciljnih vrst hroščev: *Carabus variolosus*, *Leptodirus hochenwartii*, *Lucanus cervus*, *Morimus funereus*, *Rosalia alpina*, *Bolbelasmus unicornis*, *Stephanopachys substriatus*, *Cucujus cinnaberinus*, *Rhysodes sulcatus*. Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana: 170 str.
- Vrezec A., Pirnat A., Kapla A., Polak S., Vernik M., Brelih S., Drovenik B.** 2011: Pregled statusa in raziskanosti hroščev (Coleoptera) evropskega varstvenega pomena v Sloveniji s predlogom slovenskega poimenovanja. *Acta entomologica slovenica* 19 (2): 81–138.
- Vrezec A., Kapla A., Ambrožič Š.** 2015: Exclusive microhabitat specialist *Carabus (variolosus) nodulosus* is declining in its global population stronghold (Slovenia): large-scale and long-term study. V: Šerić-Jelaska L. (ed.), Learning about carabid habits and habitats - a continuous process in a continuously changing environment: book of abstracts, str. 45, Croatian Ecological Society, Zagreb: 127 str.
- Vrezec A., Ambrožič Ergaver Š., Kapla A., Kocijančič S., Čandek K., Ratajc U., Žunič Kosi A.** 2020: Dodatne raziskave kvalifikacijskih vrst Natura 2000 ter izvajanje spremljanja stanja populacij izbranih ciljnih vrst hroščev v letih 2018, 2019 in 2020: *Carabus variolosus*, *Lucanus cervus*, *Rosalia alpina*, *Morimus funereus*, *Osmoderma eremita*, *Cucujus cinnaberinus*, *Leptodirus hochenwartii*, *Graphoderus bilineatus*. Končno poročilo. Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana: 156 str.

Prejeto / Received: 6. 10. 2021



ŠKRLATNI KUKUJ *CUCUJUS CINNABERINUS* (COLEOPTERA: CUCUJIDAE) NA GORIČKEM IN PRVO POJAVLJANJE VRSTE *PYTHO DEPRESSUS* (COLEOPTERA: PYTHIDAE) V SLOVENIJI

Andrej KAPLA¹, Stiven KOCIJANČIČ¹, Al VREZEC^{1,2}

¹ Nacionalni inštitut za biologijo, Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana, Slovenia

² Prirodoslovni muzej Slovenije, Prešernova 20, SI-1000 Ljubljana, Slovenia
e-mail: andrej.kapla@nib.si, stiven.kocijancic@nib.si, al.vrezec@nib.si

Izvleček – Spomladi leta 2020 smo opravili prvi sistematični popis škrlatnega kukuja *Cucujus cinnaberinus* (Scopoli, 1763) na Goričkem. Škrlatnega kukuja smo iskali v odmrlih stoječih in ležečih debljih v primerni zgodnji fazi razkroja. Skupno smo pregledali 445 odmrlih dreves na 31 lokacijah, od katerih smo vrsto našli v 20 drevesih (4,5 %) oziroma na 13 lokacijah (41,9 %). Ob popisu smo zabeležili tudi vrsto *Pytho depressus* (Linnaeus, 1767), ki je bila v Sloveniji sicer pričakovana, a do sedaj še ni bila najdena. Na Goričkem škrlatni kukuji preferira veliki jesen (*Fraxinus excelsior*), rdeči bor (*Pinus sylvestris*), topol (*Populus*), hrast (*Quercus*) in robinijo (*Robinia pseudoacacia*) ter ni izbirčen glede položaja debla, pač pa glede velikosti debla. Kot kaže, je vrsta na Goričkem maloštevilna, a razširjena, zato je v članku podanih tudi nekaj predlogov za aktivno varstvo.

KLJUČNE BESEDE: saproksilni hrošči, odmrla lesna masa, preferenčna drevesa, mikrohabitat, varovanje habitata

Abstract – OCCURENCE OF *CUCUJUS CINNABERINUS* (COLEOPTERA: CUCUJIDAE) IN GORIČKO (NE SLOVENIA) AND FIRST RECORD OF *PYTHO DEPRESSUS* (COLEOPTERA: PYTHIDAE) IN SLOVENIA

In the spring of 2020, we conducted the first comprehensive systematic inventory of the saproxylic beetle species *Cucujus cinnaberinus* (Scopoli, 1763) in the Goričko area (NE Slovenia). We searched for the species in dead standing and lying trunks in the appropriate early decomposition phase. A total of 445 dead trees were examined at 31 locations, of which the species was detected in 20 trees (4.5%) and 13 locations (41.9%), respectively. At the time of the inventory, we also recorded the species *Pytho depressus* (Linnaeus, 1767), for the first time in Slovenia. In Goričko, *C.*

cinnaberinus prefers european ash (*Fraxinus excelsior*), red pine (*Pinus sylvestris*), poplar (*Populus*), oak (*Quercus*) and black locust (*Robinia pseudoacacia*) as habitat trees. Not the position of the trunk, but its size was found important for the species. It seems that *Cucujus cinnaberinus* in Goričko, although not abundant, is widespread throughout the area and needs to be protected with correct measures.

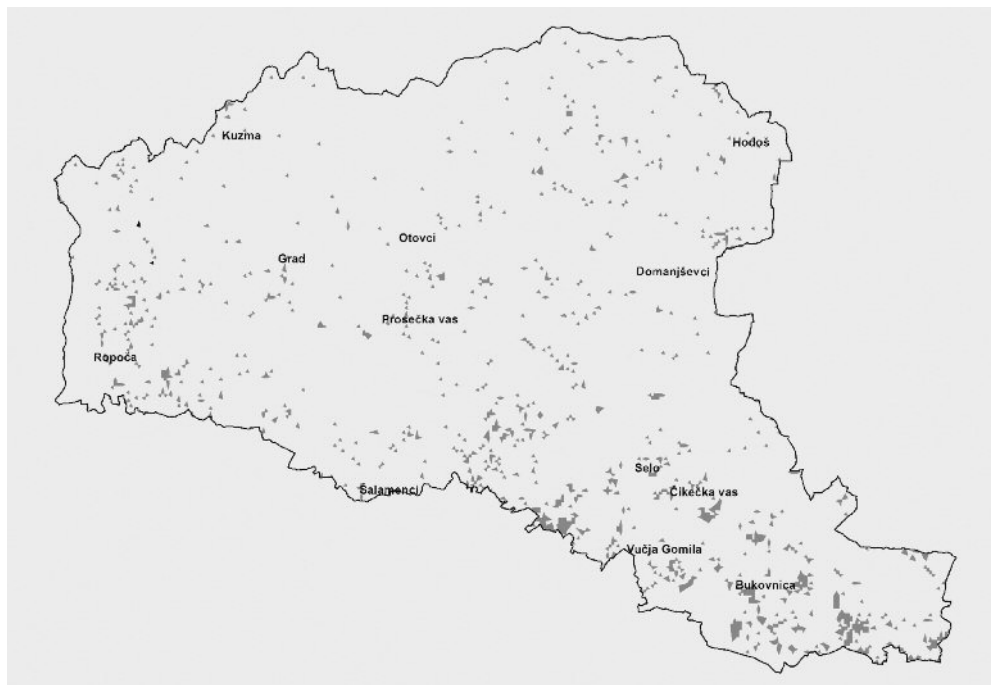
KEY WORDS: saproxylic beetles, dead wood, preference trees, microhabitat, habitat protection

Uvod

Škrlatni kukuj *Cucujus cinnaberinus* (Scopoli, 1763) je saproksilna vrsta hrošča evropskega varstvenega pomena (Vrezec s sod. 2011), ki je vezana na starejše drevesne ali gozdne sestoje, še posebej pogosta pa je v starejši obrežni mehkolesni loki. Čeprav je bil opisan leta 1763 po primerkih iz Slovenije, je bila vrsta do nedavnega pri nas zelo slabo poznana (Vrezec s sod. 2017a). Škrlatni kukuj živi zelo kriptično življenje, saj so ličinke in odrasli skriti pod lubjem odmrlih dreves (Horák s sod. 2008) zelo težko odkrivni. V zadnjem času se je metoda terenskega raziskovanja osredotočila na odkrivanje ličink pod lubjem, kar je veliko bolj učinkovita metoda za iskanje vrste (Bussler 2002, Straka 2006, Horák in Chobot 2011, Vrezec s sod. 2012, Gutowski s sod. 2014). Z iskanjem ličink se je bistveno povečalo število novih najdb in s tem poznavanje areala vrste (Mazzei s sod. 2011, Kovács s sod. 2012, Fuchs s sod. 2014, Hörren in Tolkiehn 2016, Šag s sod. 2016, Vrezec s sod. 2017a). Poleg povečevanja števila podatkov o najdbah vrste zaradi boljših metod iskanja, pa se populacija škrlatnega kukuja tudi sama zelo verjetno povečuje in širi, zlasti na račun drevesnih plantaž in poplavnih gozdov, kjer se širijo hitro rastoče tujerodne drevesne vrste, kot je robinija (*Robinia pseudoacacia*) (Horák s sod. 2010, Vrezec s sod. 2017a).

Velikost mrtvega lesa je na splošno pomembna za saproksilne hrošče, saj preferirajo daljša debela z večjim premerom (Jonsson s sod. 2005, Jonsell s sod. 2007, Jonsell 2008). Čeprav škrlatni kukuj naseljuje različne drevesne vrste, pa so raziskave v Sloveniji pokazale, da so njegove preferenčne drevesne vrste lipa (*Tilia*), robinija (*Robinia*) in topol (*Populus*), v večji meri pa so bile ličinke najdene še v javorju (*Acer*), brestu (*Ulmus*) in hrastu (*Quercus*) (Vrezec s sod. 2017a), v Italiji pa se je kot preferenčno drevo izkazal tudi bor (*Pinus*) (Mazzei s sod. 2011). Preferenčna ali optimalna drevesa, ki jih vrsta izbira v večjem deležu od razpoložljivega, lahko pospešujejo rast populacije in celo širjenje. Za oceno prihodnjih potencialov širjenja škrlatnega kukuja in določitev upravljanja območij za ohranjanje obstoječih populacij znotraj in izven Natura 2000 omrežja je pomembno poznati vplive okoljskih dejavnikov, ki omejujejo razširjenost vrste, ki se v ugodnih razmerah zaradi visoke disperzijske sposobnosti in kolonizacije lahko hitro širi tudi v bolj fragmentirani krajini (Horák s sod. 2010).

Večji del populacije v Sloveniji živi v poplavnih gozdovih ob rekah (Kapla s sod. 2010, Vrezec s sod. 2017a), vendar ga najdemo tudi v gorskih gozdovih (Vrezec s sod. 2017a). To je v skladu z raziskavami po Evropi, ki kažejo, da je škrlatni kukuj



Slika 1: Karta modelne primernosti habitata za škrlatnega kukuja *Cucujus cinnaberinus* na Goričkem glede na vseslovenski model (Vrezec s sod. 2014b).

Figure 1: Map of habitat model suitability for *Cucujus cinnaberinus* in Goričko according to the all-Slovenian model (Vrezec *et al.* 2014b).

precej bolj kot v gorskih gozdovih, številen in razširjen v vlažnih nižinskih gozdovih, zlasti ob rekah (Štraka 2006). Po do sedaj znanih podatkih škrlatni kukuj lokalno v Sloveniji dosega zelo visoke in evropsko pomembne gostote (Vrezec s sod. 2014a).

Na območju Natura 2000 Goričko je bil škrlatni kukuj prvič odkrit leta 2011 blizu Bukovniškega jezera, na skrajni jugovzhodni meji območja, raziskav vrste na območju pa je bilo malo (Vrezec s sod. 2011). Glede na model primernosti habitata za škrlatnega kukuja na Goričkem (Vrezec s sod. 2014b) je habitat vrste na Goričkem izjemno fragmentiran, odličnih območij s 70 % verjetnostjo pojavljanja pa je malo (Slika 1). Največja zgotitev habitatnih krp s 50 % verjetnostjo pojavljanja vrste je bila ocenjena v jugo-vzhodnem delu Goričkega (Vrezec s sod. 2014b). Namen pričujoče raziskave je bil preveriti prisotnost škrlatnega kukuja na širšem območju Goričkega in opredelitev glavnih značilnosti habitata vrste za namene naravovarstvenega upravljanja.

Opis obravnavanega območja in metode dela

Opis obravnavanega območja

Goričko (46°48'N, 16°09'E) je gričevnata krajina, ki ne presega 400 m n.v. Pokrajina je dokaj suha z izrazito kontinentalno klimo, saj znaša povprečna letna količina

padavin med 800 in 900 mm. Poletja so vroča, zime mrzle, povprečna letna temperatura pa se giblje med 8 in 10 °C. Na Goričkem prevladuje ekstenzivna kulturna krajina z mnogimi še ohranjenimi visokodebelnimi sadovnjaki (Perko in Orožen Adamič 1998, Denac 2000). Gozdovi so večinoma fragmentirani, čeprav je ohranjenih tudi nekaj večjih gozdnih kompleksov. Med drevesnimi vrstami, ki prevladujejo v teh gozdovih, so hrast (*Quercus*), bukev (*Fagus sylvatica*), beli gaber (*Carpinus betulus*), pravi kostanj (*Castanea sativa*) in črna jelša (*Alnus glutinosa*), med nasajenimi pa še rdeči bor (*Pinus sylvestris*), smreka (*Picea abies*) in robinija (*Robinia pseudoacacia*). Zaradi izjemne biotske pestrosti in velikega nabora varstveno pomembnih vrst v favni in flori je bilo Goričko v okviru omrežja Natura 2000 prepoznano za Posebno varstveno območje (SAC - Special Areas of Conservation) in Posebno območje varstva (SPA - Special Protected Area), območje pa je bilo razglašeno za Krajinski park Goričko.

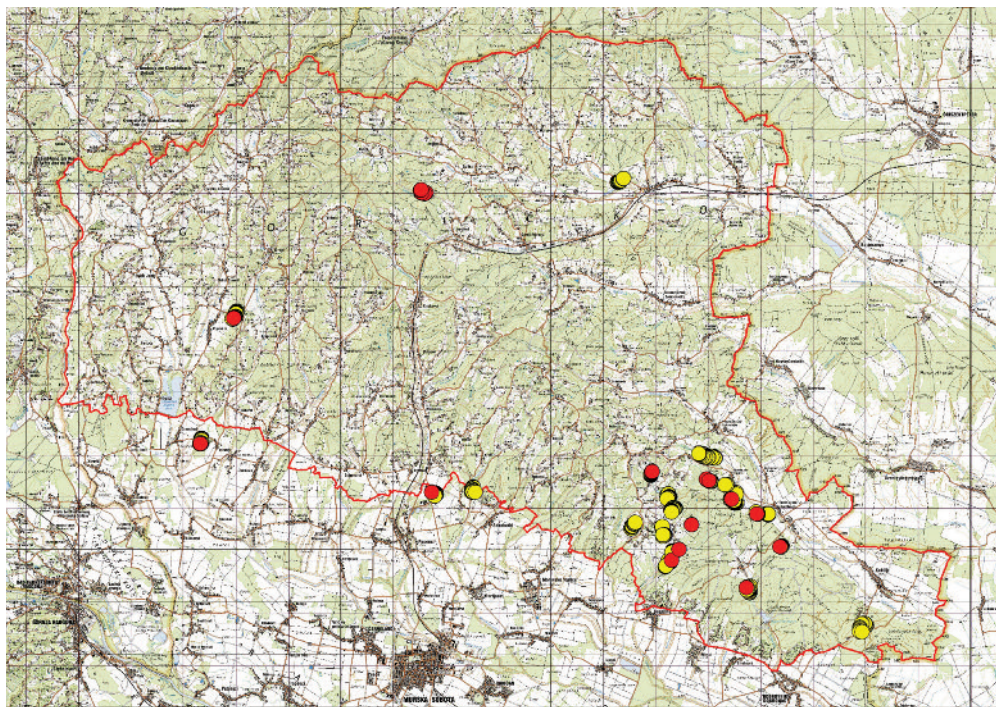
Metode dela

Popis smo izvedli med februarjem in marcem 2020 na 31 lokacijah, ki smo jih izbrali na podlagi vseslovenskega modela primernosti habitata (Vrezec s sod. 2014b). Škrlatnega kukuja smo vzorčili po ustaljeni metodi popisa zalubne favne s pregledovanjem podrtic in sušic, pri čemer smo iskali tako odrasle hrošče kot ličinke. Lubje smo previdno odstranili z debla in določili ter prešteli vrste, ki so bile prisotne (Vrezec s sod. 2009). Metodo smo glede na priporočila iz tujine (Straka 2006) izvajali v obdobju, ko lahko popisujemo tako ličinke kot tudi odrasle osebkke med prezimovanjem.

V popis smo zajeli vsa odmrta debela v zgodnji fazi razkroja, ki so primerna za škrlatnega kukuja. Debel v kasnejših fazah razvoja, ki so že brez lubja, nismo pregledovali. Za namene vzpostavljanja učinkovitih varstvenih ukrepov za ohranjanje škrlatnega kukuja na območju Natura 2000 Goričko, smo analizirali tudi mikrohabitat škrlatnega kukuja. Pri terenskem pregledovanju dreves nismo izbirali, pač pa smo pregledovali vsa drevesa v zgodnji fazi razkroja ne glede na vrsto drevesa in velikost. Ti podatki omogočajo oceno mikrohabitata vrste specifičnega za območje. Za opredelitev preferenčnih dreves za škrlatnega kukuja na Goričkem smo uporabili modificirano obliko Ivelevovega preferenčnega indeksa D (Jacobs 1974). Meritve dreves smo izvajali le na podzorcju pregledanega drevja. Za testiranje habitatnih značilnosti smo uporabili neparametrični statistični test Ivelevov preferenčni indeks.

Rezultati in diskusija

Na širšem območju Natura 2000 Goričko smo skupno pregledali 445 drevesnih enot na 31 lokacijah (Slika 2). Za analizo dimenzij zasedenih debel smo uporabili 277 dejansko izmerjenih debel (Tabela 2). Škrlatnega kukuja smo potrdili na 41,9 % od 31 lokacij oziroma na 4,5 % pregledanih dreves, zbrani rezultati prvega popisa na Goričkem pa kažejo, da je vrsta razširjena bolj ali manj po celotnem območju Goričkega (Slika 2). Dodatni smo na dveh lokacijah, pri Čikečki vasi na severnem robu Obrankovskega gozda dne 29. 2. 2020 in 12. 3. 2020 severovzhodno od vasi Motovilci (Slika 3), potrdili še prisotnost za Slovenijo nove in sicer v Evropi redke saproksilne

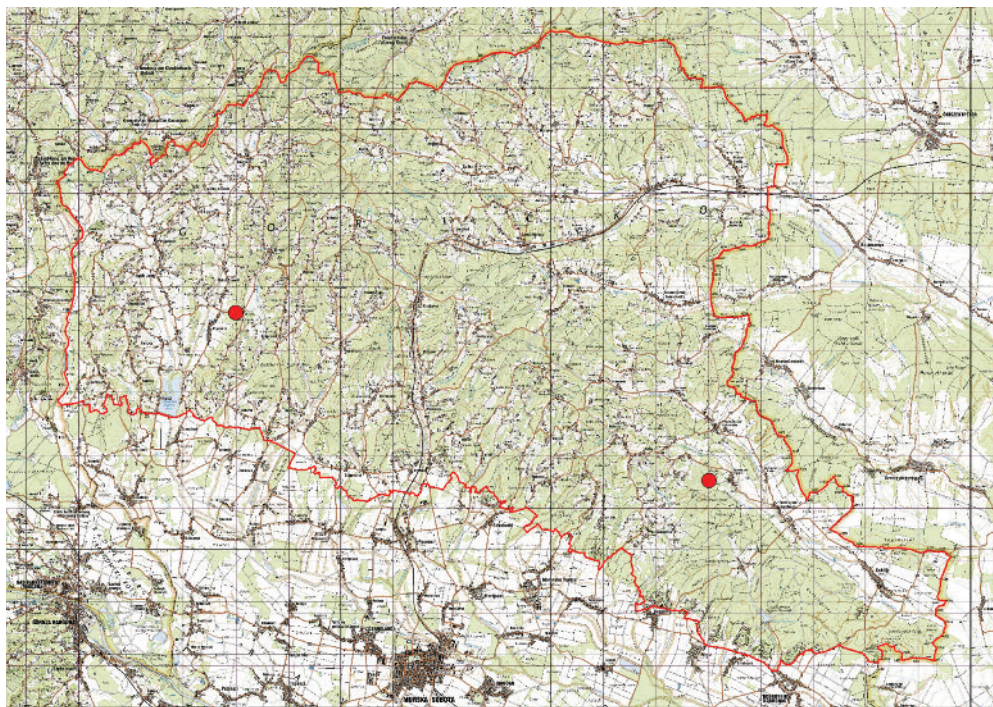


Slika 2: Pregledane lokacije na območju Natura 2000 Goričko (rdeča črta) za škrlatnega kukuja *Cucujus cinnaberinus* v letu 2020. Na rdečih pikah je bila prisotnost škrlatnega kukuja v letu 2020 potrjena, na rumenih pikah pa ne.

Figure 2: Surveyed sites in the Natura 2000 Goričko site (red line) for *Cucujus cinnaberinus* in 2020. The presence of *Cucujus cinnaberinus* in 2020 was confirmed at points marked with red, but not at points marked with yellow.

vrste hrošča *Pytho depressus* (Linnaeus, 1767), kljub temu da je na IUCN seznamu sicer opredeljena kot LC (Least Concern) (Nieto in Alexander 2010). Da se vrsta pri nas potencialno pojavlja je sklepal že Savo Brelih (Osrednja zbirka hroščev, Prirodoslovni muzej Slovenije), a je doslej še nismo zabeležili. Vrsta živi večinoma pod lubjem iglavcev in je točkovno razširjena, sicer pa gre za najpogostejšo vrsto iz rodu *Pytho* v Evropi (Väisänen s sod. 1993, Horák 2017).

Med odmrlo maso dreves na območju Goričkega prevladujeta črna jelša (*Alnus glutinosa*; 45 %) in rdeči bor (*Pinus sylvestris*; 14 %; Tabela 1). Največ škrlatnih kukujev smo našli v rdečem boru (45 %), medtem ko vrste nismo potrdili na primer v drevesih črne jelše, kljub temu, da gre za najštevilnejše drevo v odmrli lesni masi. Topol (*Populus*), robinija (*Robinia pseudoacacia*) in hrast (*Quercus*), znane preferenčne vrste škrlatnega kukuja na nivoju Slovenije (Vrezec s sod. 2017a), so bile med preferenčnimi drevesnimi vrstami potrjene tudi na Goričkem. K temu naboru pa specifično za Goričko dodajamo še veliki jesen (*Fraxinus excelsior*) in rdeči bor (*Pinus sylvestris*), ki sta se izkazala celo za najbolj preferenčni drevesi škrlatnega ku-



Slika 3: Lokaciji, na katerih smo v letu 2020 potrdili vrsto *Pytho depressus*.

Figure 3: Locations where we confirmed *Pytho depressus* in 2020.

kuja na tem območju (Tabela 1). Načeloma se škrlatni kukuj iglastih dreves izogiba (Horak s sod. 2010), čeprav je bil pri nas denimo najden tudi v jelki (*Abies alba*) (Vrezec s sod. 2017a). Vendar pa študija iz Italije kaže, da je tudi bor lahko preferenčno drevo škrlatnega kukuja na nekaterih območjih (Mazzei s sod. 2011), kar očitno velja tudi za Goričko. Vsekakor bi bilo potrebno vlogo rdečega bora kot ključnega habitata drevesa za saproksilno favno hroščev na območju Natura 2000 Goričko v prihodnosti bolje ovrednotiti, saj je denimo na bor vezana tudi na novo odkrita vrsta *Pytho depressus*.

Podobno kot Vrezec s sod. (2017a) za Slovenijo smo tudi na območju Natura 2000 Goričko potrdili, da za naselitev škrlatnega kukuja položaj odmrlega debla (stoječe ali ležeče) ni bistven (Slika 4). Bolj bistvene so dimenzije odmrlega drevesa, saj škrlatni kukuj izbira večja, torej širša in daljša drevesa z večjo površino lubja, pod katerim je ključni mikrohabitat vrste (Tabela 2). Ravno zato je ohranjanje večjih sušic in podrtic v gozdovih ključno pri varstvu vrste.

Sklepi

Varstveni ukrepi navedeni na način, da ohranjajo ali celo izboljšajo stanje varstveno pomembne populacije, so ključni pri naravovarstvenem upravljanju z

Tabela 1: Preference škrlatnega kukuja *Cucujus cinnaberinus* pri izboru gostiteljskih dreves na izbranih poligonih na območju Natura 2000 Goričko s prikazom deleža vrst med razpoložljivimi in naseljenimi drevesi ter z oceno preference z Ivelevovim preferenčnim indeksom (D). $D > 0$ nakazuje na preferenčne vrste dreves, ki jih izbira škrlatni kukuj.

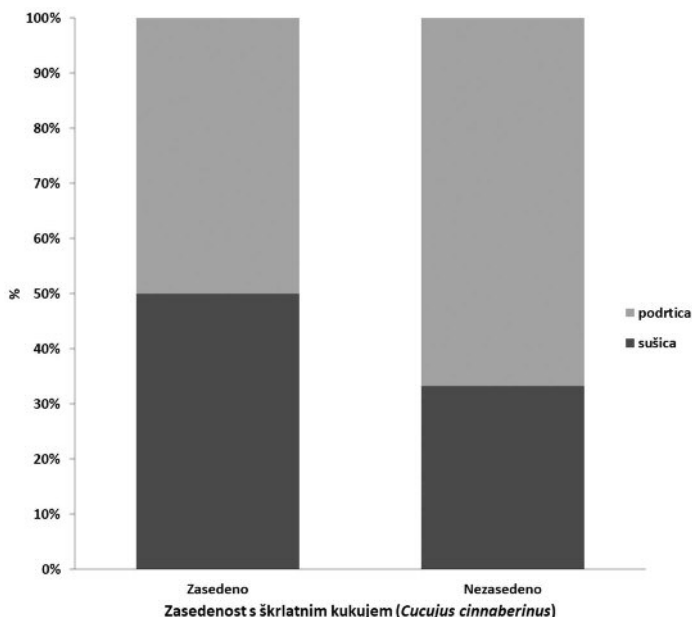
Table 1: Preferences of the *Cucujus cinnaberinus* in the selection of host trees on selected polygons in the Natura 2000 Goričko site by showing the proportion of species among available and inhabited trees and by estimating the preference with the Ivelev preferential index (D). $D > 0$ indicates the preferred tree species selected by the *Cucujus cinnaberinus*.

Drevesna vrsta	Delež razpoložljivih dreves	Delež naseljenih dreves	D
<i>Fraxinus excelsior</i>	0,009	0,050	0,706
<i>Pinus sylvestris</i>	0,137	0,450	0,675
<i>Populus</i> sp.	0,054	0,150	0,512
<i>Quercus</i> sp.	0,083	0,150	0,321
<i>Robinia pseudoacacia</i>	0,088	0,150	0,295
<i>Prunus padus</i>	0,088	0,050	-0,292
<i>Alnus glutinosa</i>	0,447	0,000	-1,000
<i>Betula</i> sp.	0,020	0,000	-1,000
<i>Castanea sativa</i>	0,004	0,000	-1,000
<i>Carpinus betulus</i>	0,004	0,000	-1,000
<i>Fagus sylvatica</i>	0,027	0,000	-1,000
<i>Picea abies</i>	0,004	0,000	-1,000
<i>Salix</i> sp.	0,029	0,000	-1,000
<i>Sambucus nigra</i>	0,004	0,000	-1,000
N (št. debel)	445	20	

Tabela 2: Primerjava dimenzij nezasedenih in zasedenih odmrlih drevesnih debel s škrlatnim kukujem *Cucujus cinnaberinus*. Prikazane so mediane vrednosti in v oklepaju minimum in maksimum 277 izmerjenih debel.

Table 2: Comparison of dimensions of unoccupied and occupied dead tree trunks with *Cucujus cinnaberinus*. Median values are shown and in parentheses the minimum and maximum of 277 measured trunks.

Dimenzije odmrlega debela	Nezasedena debela	Zasedena debela	Mann-Whitney U test
Dolžina debela [m]	5 (1-45)	10 (4-25)	$U = 597,5; p < 0,01$
Premer debela [cm]	19 (10-62)	25 (10-53)	$U = 757; p < 0,05$
Površina debela [m ²]	1,00 (0,10-25,20)	3,04 (0,92-10,00)	$U = 575; p < 0,01$
N (št. debel)	267	10	



Slika 4: Primerjava nezasedenih in zasedenih debel s škrlatnim kukujem *Cucujus cinnaberinus* glede na tip debla. Razlika ni statistično značilna ($\chi^2 = 2,41$, $p = 0,12$).

Figure 4: Comparison of unoccupied and occupied trunks with *Cucujus cinnaberinus* according to trunk type. The difference is not statistically significant ($\chi^2 = 2.41$, $p = 0.12$).

območjem. Pričujoča študija je pokazala, da je škrlatni kukuj na območju Natura 2000 Goričko morda bolj razširjen kot smo mislili doslej, čeprav se v primerjavi z nekaterimi drugimi območji po Sloveniji ne pojavlja v velikem številu (Vrezec s sod. 2014a). Zaradi načina življenja in dokaj velike mobilnosti se lahko škrlatni kukuj relativno hitro odzove na okoljske spremembe, sposoben pa je kolonizirati tudi izolirane fragmente sicer ugodnega habitata (Horák s sod. 2010). Pri oblikovanju ukrepov za izboljševanje habitata vrste je ključno dejstvo, da je škrlatni kukuj vezan na odmrta drevesna debela v zgodnejših fazah razkroja. Le-ta služijo kot mikrohabitat vrste le kakšne dve do tri leta, nato pa niso več ustrezna, saj lubje večinoma odpade (Vrezec s sod. 2017b). Zaradi tega je ključno vzdrževanje strukture drevesnega sestoja na način, ki omogoča stalno obnavljanje zalog odmrle lesne mase v zgodnjih fazah razkroja. Pri tem so v začetnih fazah revitalizacije gozdnih sestojev za škrlatnega kukuja ključnega pomena hitro rastoče in kratkožive drevesne vrste, npr. topoli, ki imajo hitrejše obnavljanje tovrstnih zalog v sestoji in omogočajo nadaljnjo sukcesijo gozda v klimaksne sestoj.

V Sloveniji so za izboljševanje habitata škrlatnega kukuja že bili uporabljeni upravljavski ukrepi, kot so skladovnice sveže požaganih drevesnih debel prinesene od drugod ali iz območij, kjer se je odstranjevala lesna vegetacija, na primer v naravnem

rezervatu Ormoške lagune ob Dravi in v nadomestnih habitatih ob izgradnji HE Brežice ob spodnji Savi (Vrezec s sod. 2017b, Vrezec in Kapla 2019). Na obeh območjih se je izkazal pozitiven učinek vnesenih debel s povečanjem populacije škrlatnega kukuja, vendar se ta učinek odrazi le v obdobju treh let. Vsekakor je najučinkovitejši ukrep ohranjanja ugodnega habitata za škrlatnega kukuja in druge saproksilne vrste hroščev ohranjanje odmrlih dreves, tako sušic kot podrtic, v gozdnih sestojih. Za občasno izboljšanje habitata v bolj degradiranih sestojih z malo odmrle lesne mase pa je potencialen ukrep tudi obročkanje izbranih dreves, ki pa naj bo le točkoven in kratkoročen, saj le ta dolgoročno zmanjšuje število potencialnih habitatnih dreves v sestojih. Glede na zbrane rezultate ima Goričko velik potencial za ohranjanje specifične favne saproksilnih hroščev v srednjegorski krajini na nižjih nadmorskih višinah, ki je drugačna od montanskih gozdov alpske in dinarske Slovenije.

Zahvala

Terenske raziskave so bile izvedene v sklopu projekta Krajinskega parka Goričko »Gorička krajina (EP 2/2020-LG)«, ki ga sofinancirata Republika Slovenija in Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj, ter v okviru popisov nacionalnega monitoringa hroščev, ki ga financira Ministrstvo za okolje in prostor. Za pomoč na terenu se zahvaljujemo Gregorju Domanjku in Nejcju Rabuzi. Zahvaljujemo se recenzentki Alji Pirnat za popravke.

Literatura

- Bussler H.** 2002: Untersuchungen zur Faunistik und Ökologie von *Cucujus cinnaberinus* (Scopoli 1763) in Bayern. *Nachrichtenblatt der Bayerischen Entomologen* 51: 42–60.
- Denac D.** 2000: Goričko. V: Polak, S. (ur.): Mednarodno pomembna območja za ptice v Sloveniji. – Monografija DOPPS št. 1, DOPPS, Ljubljana: 173–182.
- Fuchs L., Callot H., Godinat G., Brustel H.** 2014: *Cucujus cinnaberinus* (Scopoli, 1763), new species for French fauna (Coleoptera Cucujidae). *L'Entomologiste* 70: 213–221.
- Gutowski J. M., Kadej M., Smolis A., Tarnawski D.** 2014: Identification of Larvae of Endangered *Cucujus cinnaberinus* and *C. haematodes* (Coleoptera: Cucujidae). *Journal of Insect Science* 14 (228): 1–7. doi: 10.1093/jisesa/ieu090
- Horák J.** 2017: Pythidae. *Příroda* 36: 403–404.
- Horák J., Chobot K., Kohutka A., Gebauer R.** 2008: Possible factors influencing the distribution of a threatened saproxylic beetle *Cucujus cinnaberinus* (Scopoli 1763) (Coleoptera: Cucujidae). *The Coleopterists Bulletin* 62 (3): 437–440.
- Horák J., Vavrova E., Chobot K.** 2010: Habitat preferences influencing populations, distribution and conservation of the endangered saproxylic beetle *Cucujus cinnaberinus* at the landscape level. *European Journal of Entomology* 107: 81–88.

- Horák J., Chobot K.** 2011: Phenology and notes on the behaviour of *Cucujus cinnaberinus*: points for understanding the conservation of the saproxylic beetle. *North-Western Journal of Zoology* 7 (2): 352–355.
- Hörren T., Tolkiehn J.** 2016: Erster Nachweis von *Cucujus cinnaberinus* (Scopoli, 1763) in Schleswig-Holstein—eine FFH-Art erschließt sich Lebensräume in Norddeutschland (Coleoptera: Cucujidae). *Entomologische Zeitschrift Schwannfeld* 126 (4): 208–210.
- Jacobs J.** 1974: Quantitative measurement of food selection. *Oecologia* 14 (4): 413–417.
- Jonsell M.** 2008: Saproxylic beetle species in logging residues: which are they and which residues do they use? *Norwegian Journal of Entomology* 55: 109–122.
- Jonsell M., Hansson J., Wedmo L.** 2007: Diversity of saproxylic beetle species in logging residues in Sweden – Comparisons between tree species and diameters. *Biological Conservation* 138: 89–99.
- Jonsson B.G., Kruys N., Ranius T.** 2005: Ecology of species living on deadwood – Lessons for deadwood management. *Silva Fennica* 39 (2): 289–309.
- Kapla A., Ambrožič Š., Vrezec A.** 2010: Status and seasonal dynamic of *Cucujus cinnaberinus* (Scopoli, 1763) in Slovenia. V: Jurc M, Repe A, Meterc G, Borkovič D. (ur.): 6th European symposium and workshop on conservation of saproxylic beetles, June 15-17, 2010, Ljubljana: 23–24.
- Kovács T., Németh T., Merkl O.** 2012: Beetles new to Albania, Croatia and Serbia (Coleoptera: Elateridae, Cucujidae, Melandryidae, Cerambycidae). *Folia Historico-naturalia Musei Matraensis* 36: 43–44.
- Mazzei A., Bonacci T., Contarini E., Zetto T., Brandmayr P.** 2011: Rediscovering the ‘umbrella species’ candidate *Cucujus cinnaberinus* (Scopoli, 1763) in Southern Italy (Coleoptera Cucujidae), and notes on bionomy. *Italian Journal of Zoology* 78: 264–270.
- Nieto A., Alexander K. N. A.** 2010: European Red List of saproxylic beetles. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Perko D., Orožen Adamič M.** 1998: Slovenija – pokrajine in ljudje. Mladinska knjiga, Ljubljana: 735 str.
- Straka U.** 2006: Zur Verbreitung und Ökologie des Scharlachkäfers *Cucujus cinnaberinus* (Scopoli, 1763) in den Donauauen des Tullner Feldes (Niederösterreich). *Beiträge zur Entomofaunistik* 7: 3–20.
- Šag M., Turić N., Vignjević G., Lauš B., Temunović M.** 2016: The first record of the rare and threatened saproxylic Coleoptera, *Cucujus cinnaberinus* (Scopoli, 1763), *Rhysodes sulcatus* (Fabricius, 1787) and *Omoglymmius germari* (Ganglbauer, 1891) in Kopački rit Nature Park. *Natura Croatica*. 25 (2): 249–258. doi: 10.20302/NC.2016.25.20
- Väisänen R., Biström O., Heliövaara K.** 1993: Sub-cortical Coleoptera in dead pines and spruces: is primeval species composition maintained in managed forests? *Biodiversity and Conservation* 2: 95–113.
- Vrezec A., Ambrožič Š., Polak S., Pirnat A., Kapla A., Denac D.** 2009: Izvajanje spremljanja stanja populacij izbranih ciljnih vrst hroščev v letu 2008 in 2009 in

- zasnova spremljanja stanja populacij izbranih ciljnih vrst hroščev. Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana: 170 str.
- Vrezec A., Ambrožič Š., Kapla A.** 2011: Dodatne raziskave kvalifikacijskih vrst Natura 2000 ter izvajanje spremljanja stanja populacij izbranih ciljnih vrst hroščev v letih 2010 in 2011. *Carabus variolosus*, *Lucanus cervus*, *Rosalia alpina*, *Morimus funereus*, *Cucujus cinnaberinus*, *Cerambyx cerdo*, *Graphoderus bilineatus*. Končno poročilo. Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana: 128 str.
- Vrezec A., Ambrožič Š., Kapla A.** 2012: An overview of sampling methods tests for monitoring schemes of saproxylic beetles in the scope of Natura 2000 in Slovenia. V: JURC M (ur.): Saproxylic beetles in Europe: monitoring, biology and conservation. *Studia forestalia, Silva Slovenica* 137: 73–90.
- Vrezec A., Ambrožič Š., Kapla A.** 2014a: Izvajanje spremljanja stanja populacij izbranih ciljnih vrst hroščev v letu 2013 in 2014. Poročilo za sklop 1. Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana: 42 str.
- Vrezec A., De Groot M., Kobler A., Ambrožič Š., Kapla A.** 2014b: Ekološke značilnosti habitatov in potencialna razširjenost izbranih kvalifikacijskih gozdnih vrst hroščev (Coleoptera) v okviru omrežja Natura 2000 v Sloveniji: prvi pristop z modeliranjem. *Gozdarski vestnik* 72 (10): 452–471.
- Vrezec A., Ambrožič Š., Kobler A., Kapla A., De Groot M.** 2017a: *Cucujus cinnaberinus* (Scopoli, 1763) at its terra typica in Slovenia: historical overview, distribution patterns and habitat selection. *Nature Conservation* 19: 191–217.
- Vrezec A., Ambrožič Š., Kapla A.** 2017b: Vpliv projektnih akcij na hrošče (projekt Life+ LIVEDRAVA). Končno poročilo. Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana: 84 str.
- Vrezec A., Kapla A.** 2019: Izvedba monitoringa populacije hrošča škrlatnega kukuja na nadomestnih habitatih v okviru izgradnje HE Brežice za leto 2019. Poročilo. Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana: 17 str.

Prejeto / Received: 20. 9. 2021

**STATUS OF ENDANGERED *GRAPHODERUS BILINEATUS* IN SLOVENIA
WITH PROPOSAL OF URGENT CONSERVATION MEASURES**

Špela AMBROŽIČ ERGAVER¹, Andrej KAPLA¹, Al VREZEC^{1,2}, Urška RATAJC¹

¹ National Institute of Biology, Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana, Slovenia

² Prirodoslovni muzej Slovenije, Prešernova 20, SI-1000 Ljubljana, Slovenia

e-mail: spela.ambrozicergaver@nib.si, urska.ratajc@nib.si,

andrej.kapla@nib.si, al.vrezec@nib.si

Abstract – After the only historical record for *Graphoderus bilineatus* (De Geer, 1774) in Slovenia from Rače, from 1936, the species was rediscovered in 2011 in a gravel pit in Spodnje Krapje by the Mura River. The systematic large-scale survey of *Graphoderus bilineatus* in Slovenia took place between 2008 and 2020 and the species was found only at two locations by the Mura River. In 2017 and 2020, the species was found in Murska šuma near the border with Croatia and Hungary, but its occurrence was not confirmed any more in Spodnje Krapje. The current protection measures are not sufficient for effective long-term conservation of the relict *Graphoderus bilineatus* population in Slovenia, which is on the brink of extinction and urgently needs a detailed action plan.

KEY WORDS: endangered species, Natura 2000, diving beetles, Dytiscinae

Izvleček – STATUS OGROŽENEGA OVRATNIŠKEGA PLAVAČA *GRAPHODERUS BILINEATUS* V SLOVENIJI S PREDLOGOM NUJNIH VARSTVENIH UKREPOV

V Sloveniji je bil za ovratniškega plavača *Graphoderus bilineatus* (De Geer, 1774) znan le en zgodovinski podatek iz Rač iz leta 1936, vrsta pa je bila ponovno odkrita v gramoznici Spodnje Krapje ob reki Muri leta 2011. Sistematična vzorčenja med letoma 2008 in 2020 so vrsto potrdila le na dveh lokacijah v Sloveniji. V letih 2017 in 2020 je bilo potrjeno še drugo najdišče, tokrat v Murski šumi, blizu meje s Hrvaško in Madžarsko, medtem ko prisotnost vrste v Spodnjem Krapju ni bila več potrjena. Trenutni varstveni ukrepi za dolgoročno ohranjanje vrste v Sloveniji ne zadostujejo, saj je ovratniški plavač v Sloveniji na robu izumrtja, zato je nujen podroben akcijski načrt.

KLJUČNE BESEDE: ogrožene vrste, Natura 2000, kozaki, Dytiscinae

Introduction

Graphoderus bilineatus (De Geer, 1774) is a Palaearctic species (Boukal *et al.* 2007), distributed from France to Siberia and from Scandinavia to Italy and Romania (Foster 1996). The populations towards northeast (Lundkvist *et al.* 2002, Kalniņš 2006, Przewoźny *et al.* 2014, Kolar & Boukal 2020) and in Southern Europe (Turić *et al.* 2021) are quite stable, but in general the species is rare and with a patchy occurrence (Foster 1996, Hendrich & Balke 2000, 2005, Iversen *et al.* 2013). It is declining in some countries in central Europe (Cuppen *et al.* 2006, Hendrich & Balke 2005) and is considered extinct in some countries in Western Europe, e.g. Belgium (Scheers 2015) and the United Kingdom (Foster 1996). It is one of the two species of diving beetles listed in the Annex II of Habitat Directive (Council Directive 92/43/EEC).

In general, it is an eurytopic and acidophilic species (Koch 1989) that lives in permanent, unshaded, stagnant waters with a sandy or peat bottom (Cuppen *et al.* 2006). Hendrich and Balke (2000) reported the species from shaded standing waters with clear water, in forest bogs, and even in gravel pits. In southern Europe, in Croatia, the species was found mostly on floodplains, in oxbow lakes and canals with standing water and medium-dense vegetation (Temunović *et al.* 2011).

In Slovenia the species is considered rare and endangered (Ambrožič *et al.* 2015a). Before 1950, there was only one known record from Slovenia. A single specimen is stored in the Central Collection of Beetles of Slovenia in the Slovenian Museum of Natural History, was collected in 1936 by Josef Peyer in the area of Rače near Maribor (Drovenik & Pirnat 2003). After 75 years the species was rediscovered in Slovenia in 2011 at the location of Spodnje Krapje by the Mura River (Ambrožič *et al.* 2015a). Following the rediscovery a systematic species survey has taken place in order to reveal species status, distribution and vulnerability in Slovenia.

Materials and methods

The systematic surveys of *Graphoderus bilineatus* in Slovenia took place between 2008 and 2020 (Vrezec *et al.* 2008, 2011, 2012, 2017a, 2017b, 2020, Ambrožič *et al.* 2014, 2015a, 2015b). Altogether, 268 sites were sampled using two methodological approaches, bottle trap and net sampling (Vrezec *et al.* 2011). In the bottle traps (see Ambrožič *et al.* 2015a for details), we used various baits (canned cat food, pieces of trout) as attractants. The trap was sunk to the bottom of the water body among vegetation. We set 10 to 20 traps at each location. Sampling lasted from one to two nights. With net sampling we sampled between aquatic vegetation or along the bottom by counting two to five swings at ten to thirteen microlocations in the water body and recording the catch for each microlocation (Koese & Cuppen 2006, Kalman *et al.* 2008). We sampled mainly smaller water bodies that were overgrown with aquatic and riparian vegetation. Identification to species level was performed in the laboratory (Freude *et al.* 1971, Friday 1988, Hájek 2009).

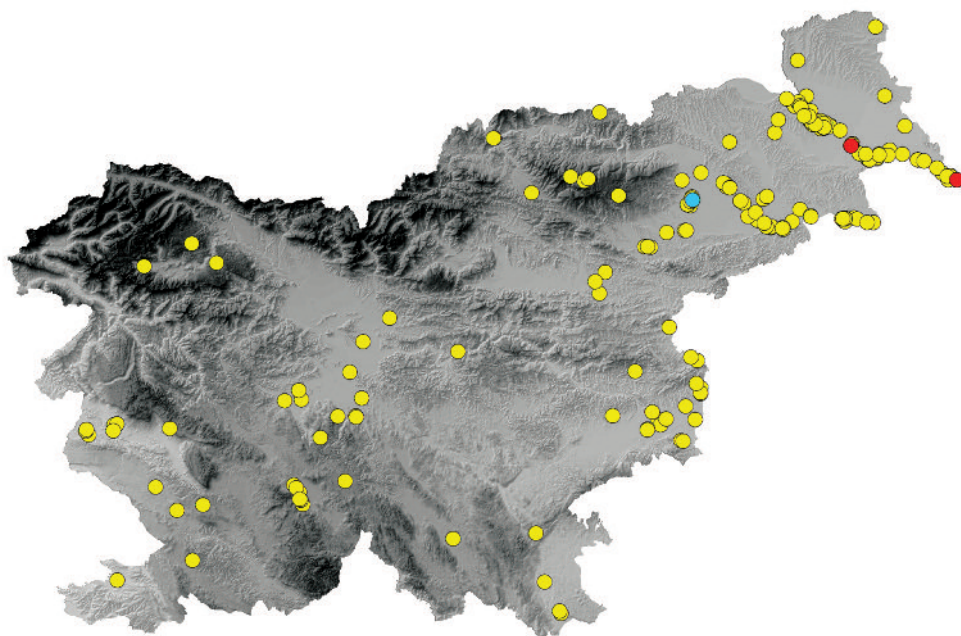


Figure 1: Map of the historical (before 1950, blue dot) and recent (after 2010, red dots) records of *Graphoderus bilineatus* in Slovenia. The systematic surveys of the species in Slovenia took place between 2008 and 2020 using two sampling methods on 268 sampling sites (yellow dots).

Slika 1: Karta zgodovinske (pred letom 1950, modra pika) in recentne razširjenosti (po letu 2010, rdeči piki) ovratniškega plavača *Graphoderus bilineatus* v Sloveniji. Sistematični popisi so potekali med letoma 2008 in 2020 z dvema metodama vzorčenja na 268 vzorčnih mestih (rumene pike).

All sampling of protected species was performed with the licence of the Environmental Agency of the Republic of Slovenia No. 35601-150 / 2006-6, No. 35601-75/2012-8 and No. 35601-40/2017-4) issued to the National Institute of Biology.

Results and discussion

In the 12-year period we sampled 268 sites altogether, while *Graphoderus bilineatus* was found in only two locations (0.7%) in Slovenia (Figure 1). At Spodnje Krapje location the species was found at two sampling events in 2011 (Ambrožič *et al.* 2015a), but afterwards the species was not found again although the site was regularly sampled (13 surveys in seven different years in the period 2012-2020). However, a second location for this species was confirmed, in the lower part of the Mura region, near the border with Croatia and Hungary in 2017 (12. 5. 2017, leg. Špela Ambrožič Ergaver, coll. Vrezec) and 2020 (21. 5. 2020, leg. Špela Ambrožič Ergaver, Urška Ratajč,

Matic Gabor, coll. Vrezec). A total of two individuals were caught in the traps at Črni jarek in the area of Murska šuma in the old riverbed of the Ledava River (Figure 1).

Our findings indicate great rarity and vulnerability of the *Graphoderus bilineatus* population in Slovenia. The only known recent location for the species is in the Mura river basin, which is probably the last area where this species survived in Slovenia, since analysis showed that it had disappeared from the Drava river basin with 90% probability (Ratajc 2017). Main habitats for this species in Slovenia are oxbows, abandoned gravel pits and old riverbeds. It is difficult to speculate about specific habitat requirements of the species here, however, the two recent locations both have clear water and a substantial shallow water area with rich riparian vegetation. We have not detected any major changes to habitat quality at Spodnje Krapje (Figure 2) in terms of water chemistry or aquatic vegetation. Only certain anthropogenic disturbances were noticed (e.g. logging and an increase in non-native fish abundances) and the species had apparently disappeared from this location. *Graphoderus bilineatus*



Figure 2: An abandoned gravel pit in the Siget gravel system, Spodnje Krapje by the river Mura, in which *Graphoderus bilineatus* was first rediscovered in Slovenia in 2011, but its occurrence was not confirmed after 2011 (Photo: Ivan Ergaver).

Slika 2: Opuščena gramoznica v sistemu Siget, Spodnje Krapje ob reki Muri, v kateri smo leta 2011 v Sloveniji prvič odkrili ovratniškega plavača *Graphoderus bilineatus*, pri kasnejših popisih pa vrsta ni bila več potrjena (Foto: Ivan Ergaver).



Figure 3: The second recent location for *Graphoderus bilineatus* is in the old riverbed of Ledava River in Murska šuma. The species was found here in the years 2017 and 2020 and probably represents the relict remnants of the population in Slovenia (Photo: Špela Ambrožič Ergaver).

Slika 3: Stara struga reke Ledave v Murski šumi je druga recentna lokacija za ovratniškega plavača *Graphoderus bilineatus*. Vrsta je bila tu najdena v letih 2017 in 2020 in verjetno predstavlja reliktni ostanek populacije v Sloveniji (Foto: Špela Ambrožič Ergaver).

continued inhabiting the pond in Črni jarek (Figure 3) even though the meadows around the pond were turned into pastures and fields in the years after the first record of the species. Since this water body is relatively small, the negative effects of increasing nutrient loads are to be expected in the future years. Additionally, grazing of the cattle presents a disturbance to the riparian vegetation, which could lead to lower water beetle diversity (Gioria *et al.* 2010, Ambrožič *et al.* 2018).

Graphoderus bilineatus is more widespread and abundant in some countries neighbouring Slovenia. In Hungary there are strong populations in the floodplains of the rivers Bodrog, Tisza and Drava (Kalman *et al.* 2007, 2008, 2011, Soós *et al.* 2008) and in Croatia in the lowland part of the Drava and Sava rivers (Temunović *et al.* 2011, Turić *et al.* 2021). In Italy, the species is rare and declining, since it is still

present only at one out of 15 historical sites, in the lake of Pratignano (Fanano, Modena) within the Parco dell'Alto Appennino Modenese in Emilia-Romagna (Boscari *et al.* 2020). To our knowledge, there are no known recent populations in southern parts of Austria, which could suggest that the population along the Mura River is only a small isolated remnant of the former population and a possible relict population.

According to our results, *Graphoderus bilineatus* is extremely rare in Slovenia and thus extremely vulnerable. A change of species' status in the national Red List of endangered species has already been suggested (Ambrožič *et al.* 2015a), however, recent studies suggest that the species is at the brink of extinction in Slovenia. It is necessary to establish strict protection of the areas where the species still occurs in order to conserve the population in Slovenia. Given the current knowledge, it is necessary to designate the areas of the old Ledava riverbed and gravel pit in Krapje as natural reserves excluding management for fishing, agricultural or other human activities and to dedicate it exclusively to strict nature protection. The area is located in the Natura 2000 area of Mura (SI3000215), but the current protection measures in the area are not sufficient for effective long-term conservation of the species, which is one of the most endangered beetle species in Slovenia and needs strict conservation management with the highest level of conservation concern. A detailed action plan for *Graphoderus bilineatus* is needed, which should include, among other administrative and technical requirements, the following categories:

(1) Genetic analysis of relict population. To our knowledge, there are no other historical or recent data (from Austria or Croatia) (Temunović *et al.* 2011) in Mura River region, which might suggest that the remnant population in Slovenia is a possible relict population.

(2) Exploration of species reintroduction possibilities (source population, captive breeding, release techniques) at the areas of previous (i.e. Rače ponds) and recent occurrences (Mura river). The current population is extremely small and probably facing extinction due to an extremely fragmented habitat with low metapopulation capacity (Hanski & Ovaskainen 2002). As observed at the location in Krapje, local extinction events are still ongoing and their prevention should therefore be a priority.

(3) Revitalization of water bodies. To promote recolonization and to enable a successful reintroduction we need to establish a suitable habitat for *Graphoderus bilineatus*. Thus, we propose the construction of water bodies with the following properties:

- a. The total surface area of the water body should be medium-sized (e.g. at least 8,000 m²; Cuppen *et al.* 2006), because medium-sized water bodies were found to support the richest water beetle communities (Lundkvist *et al.* 2001).
- b. The greater part of the basin of the water body should be at least 1 m deep (and the central part of the water basin at least 1.5 m) (Cuppen *et al.* 2006, Hendrich & Balke 2000).
- c. Shading of the water body was found to negatively correlate with the abundance of *Graphoderus bilineatus* (Turić *et al.* 2021), therefore the water body should not be completely shaded (Cuppen *et al.* 2006). Only part of the bank should be

overgrown with deciduous trees or shrubs (depending on the existing situation at the site of the intervention), and most of the bank should be overgrown with herbaceous vegetation (wetland vegetation with species such as *Carex*, *Schoenoplectus*, *Sphagnum*) (Hendrich & Balke 2000).

- d. The bottom of the water basin, with the exception of the central deepest part, should be overgrown with submerged macrophytes (*Utricularia*, *Ceratophyllum*, *Hottonia*, *Potamogeton*) (Hendrich & Balke 2000). In general, dense vegetation can represent a good shelter and oviposition sites for the beetles (Gioria *et al.* 2010). Even though different diving beetle species have specific habitat requirements, many studies found that rich aquatic macrophyte and riparian vegetation is positively influencing water beetle diversity and abundance (Gioria *et al.* 2011, Ambrožič *et al.* 2018). The presence of *Graphoderus bilineatus* positively correlates with species richness of water beetle communities (Turić *et al.* 2021).
- e. It must be ensured that the water is present permanently, at least in a part of the established water body, because permanent water can support richer and more diverse assemblages (Gioria *et al.* 2010, Kolar & Boukal 2020, Turić *et al.* 2021).
- f. Anthropogenic disturbances were found to have significant negative effects on the abundance of *Graphoderus bilineatus* (Turić *et al.* 2021). Access to the water body should therefore be limited. It is also very important to prevent the release of non-native fish species (eg. *Lepomis gibbosus*, *Amerius melas*, *Pseudorasbora parva*), which negatively affect water beetle populations (Åbjörnsson *et al.* 1997, Hendrich & Balke 2000, Dudgeon *et al.* 2006).
- g. Moderate nutrient loaded water bodies were found to support richest macrophyte communities, and consequently higher water beetle diversity (Ambrožič *et al.* 2018). Following the water body establishment, it is therefore necessary to monitor water beetle populations and basic physical and chemical parameters in the area of both the newly established water body and the selected already existing water bodies in the reserve.

(4) National management plan for the network of water bodies in accordance with the requirements of the species.

Acknowledgments

The paper presents data collected within the targeted research of water beetles for the preparation of reports and monitoring of species within the Natura 2000 network in Slovenia, which were financed by the Ministry of the Environment and Spatial Planning between 2008 and 2020 (representatives mag. Juliana Lebez-Lozej, dr. Peter Skoberne). Other data were obtained in the framework of various projects led and co-financed by various organizations: Assessment of the situation for the Natura 2000 site in the Voglajna river basin (leading partner: Centre for Cartography of Fauna and Flora, financier: Ministry of Agriculture and Environment), Inventory of fauna and flora on Mura river area (leading partner: Centre for Cartography of Fauna and Flora,

financer: Dravske elektrarne Maribor d.o.o.) and Life + LIVEDRIVA: Restoration of the river ecosystem of the lowland part of the Drava in Slovenia (leading partner: DOPPS - BirdLife Slovenia). We are grateful to our co-workers in the field: Ivan Ergaver, Martin Vernik, Matic Gabor, dr. Dejan Bordjan and dr. Alja Pirnat. We thank Martin Vernik for useful guidance in preparing the article.

Literature

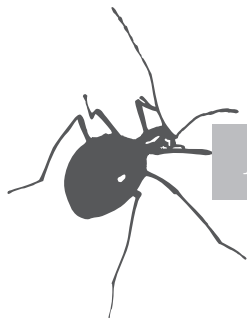
- Åbjörnsson K., Wagner B.M.A., Axelsson A., Bjerselius R., Olsen K.H.** 1997: Responses of *Acilius sulcatus* (Coleoptera: Dytiscidae) to chemical cues from perch (*Perca fluviatilis*). *Oecologia* 111: 166–171.
- Ambrožič Š., Vrezec A., Kapla A.** 2014: Popis hroščev (Coleoptera) v dolini reke Voglajne. In: Govedič M. & Lešnik A. (eds.). Ocena stanja za območje Natura 2000 na porečju Voglajne, končno poročilo. Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju: 130–155.
- Ambrožič Š., Kapla A., Vrezec A.** 2015a: Razširjenost in status vrst rogu gladkih plavačev, *Graphoderus* (Coleoptera: Dytiscidae), v Sloveniji. *Acta entomologica slovenica* 23 (2): 69–92.
- Ambrožič Š., Kapla A., Vrezec A., Bordjan D., Bertoncej I.** 2015b: Inventarizacija hroščev (Coleoptera) ob reki Muri (končno poročilo). In: Govedič, M. & Lešnik A. (eds.). Inventarizacija favne območja reke Mure. Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju: 191–249.
- Ambrožič Š., Gaberščik A., Vrezec A. & Germ M.** 2018: Hydrophyte community structure affects the presence and abundance of the water beetle family Dytiscidae in water bodies along the Drava River. *Ecological Engineering* 120: 397–404.
- Boscari E., Koese B., Palazzini M., Cerquetella R., Fabbri R., Grapputo A.** 2020: Analyses of rare collection samples as conservation tool for the last known Italian population of *Graphoderus bilineatus* (Insecta: Coleoptera). *The European Zoological Journal* 87 (1): 131–137.
- Boukal D. S., Boukal M., Fikáček M., Hájek J., Klečka J., Skalický S., Štátný J., Trávníček D.** 2007: Catalogue of water beetles of the Czech Republic. *Klapalekiana* 43: 1–289.
- Council Directive 92/43/EEC** on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. 1992: *Official Journal of the European Union* 206: 7–50.
- Cuppen J., Koese B., Sierdsema H.** 2006: Distribution and habitat of *Graphoderus bilineatus* in the Netherlands (Coleoptera: Dytiscidae). *Nederlandse Faunistische Mededelingen* 24: 29–40.
- Drovenik B., Pirnat A.** 2003: Strokovna izhodišča za vzpostavljanje omrežja NATURA 2000. Hrošči (Coleoptera). Projektna naloga. Končno poročilo. Biološki inštitut Jovana Hadžija ZRC SAZU, Ljubljana: 88 pp.
- Dudgeon D., Arthington A.H., Mark O. Gessner M.O., Kawabata Z. Knowler D.J., Lévêque C., Naiman R.J., Prieur-Richard A., Soto D., Stiassny M.L.J., Caroline A. Sullivan C.A.** 2006: Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews* 81 (2): 163–182.

- Foster G. N.** 1996: *Graphoderus bilineatus* (de Geer, 1774). In: van Helsdingen P. J., Willemsen L., Speight M. C. D. (eds.). Background information on invertebrates of the Habitats Directive and the Bern convention. Part 1 – Crustacea, Coleoptera and Lepidoptera. Council of Europe Publishing, Strasbourg. *Nature and environment* 79: 40–48.
- Freude H., Harde K. W., Lohse G. A.** 1971: Die Käfer mitteleuropas. Band 3. Adephaga 2, palpicornia, Histeroidea, Staphyloidea 1. Goecke & Evers Verlag, Krefeld: 367 pp.
- Friday L. E.** 1988: A key to the adults of British water beetles. *Field studies* 7: 151 pp.
- Gioria M., Schaffers A., Bacaro G. & Feehan J.** 2010: The conservation value of farmland ponds: Predicting water beetle assemblages using vascular plants as a surrogate group. *Biological Conservation* 143: 1125–1133.
- Gioria M., Bacaro G. & Feehan J.** 2011: Evaluating and interpreting cross-taxon congruence: Potential pitfalls and solutions. *Acta Oecologica* 37: 187–194.
- Hanski I., Ovaskainen O.** 2002: Extinction Debt at Extinction Threshold. *Conservation Biology* 16 (3): 666–673.
- Hendrich L., Balke M.** 2000: Verbreitung, Habitatbindung, Gefährdung und mögliche Schutzmassnahmen der FFH-Arten *Dytiscus latissimus* Linnaeus, 1758 (Der Breitrand) und *Graphoderus bilineatus* (De Geer, 1774) in Deutschland (Coleoptera: Dytiscidae). *Insecta* 6: 97–114.
- Hendrich L., Balke M.** 2005: *Graphoderus bilineatus* (DeGeer, 1774). In: Petersen B., Ellwanger G., Biewald G., Hauke U., Ludwig G., Pretscher P. *et al.* (eds.). Das europäische Schutzgebietssystem Natura 2000. Ökologie und Verbreitung von Arten der FFH-Richtlinie in Deutschland. Band 1: Pflanzen und Wirbellose. *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz*: 388–396.
- Iversen L. L., Rannap R., Thomsen P. F., Kielgast J., Sand-Jensen K.** 2013: How do low dispersal species establish large range sizes? The case of the water beetle *Graphoderus bilineatus*. *Ecography* 36: 770–777.
- Kálmán Z., Kálmán A., Soós N., Csabai Z.** 2007: A széles tavicsíkbogár [*Graphoderus bilineatus* (DeGeer, 1774)] előfordulása és természetvédelmi helyzete Magyarországon. *Hidrológiai Közlöny* 87: 72–75.
- Kalman Z., Soos N., Kalman A., Csabai Z.** 2008: Contribution to the aquatic coleoptera and heteroptera fauna of the Upper-Tisza-region (Coleoptera: Hydradephaga, Hydrophiloidea; Heteroptera: Gerromorpha, Nepomorpha). *Acta Biologica Debrecina, Supplementum Oecologica Hungarica* 18: 73–82.
- Kalman Z., Boda R., Kalman A., Ortman-Ajkai A, Soos N., Csabai Z.** 2011: Contribution to the aquatic coleoptera (Hydradephaga, Hydrophiloidea, Dryopidae) and heteroptera (Gerromorpha, Nepomorpha) fauna of Dráva plain, SW Hungary. *Acta Biologica Debrecina, Supplementum Oecologica Hungarica* 26: 7117–134.
- Kalninš M.** 2006: Protected Aquatic Insects of Latvia - *Graphoderus bilineatus* DeGeer, 1774) (Coleoptera: Dytiscidae). *Latvijas entomologs* 43: 132–137.

- Koch K.**, 1989: Die Käfer Mitteleuropas, Ökologie. Band 1. Goecke & Evers, Krefeld: 440 pp.
- Koese B., Cuppen J.** 2006: Sampling methods for *Graphoderus bilineatus* (Coleoptera: Dytiscidae). *Nederlandse faunistische mededelingen* 24: 41–47.
- Kolar V., Boukal D. S.** 2020: Habitat preferences of the endangered diving beetle *Graphoderus bilineatus*: implications for conservation management. *Insect Conservation and Diversity* 13 (5):480–494.
- Lundkvist, E., Landin, J. & Milberg, P.** 2001: Diving Beetle (Dytiscidae) Assemblages along Environmental Gradients in an Agricultural Landscape in South-eastern Sweden. *Wetlands*, 21 (1): 48–58.
- Lundkvist E., Landin J., Karlsson F.** 2002: Dispersing diving beetles (Dytiscidae) in agricultural and urban landscapes in south-eastern Sweden. *Annales Zoologici Fennici* 39: 109–123.
- Przeżoźny M., Kot C., Kot L., Kot H., Wolny M., Zabłocki P., Greń C., Lubecki K., Franczuk Z., Welnicki M.** 2014: Nowe dane o rozmieszczeniu w Polsce *Graphoderus bilineatus* (De Geer, 1774) (Coleoptera: Dytiscidae). *Wiadomości Entomologiczne* 33 (3): 182–187.
- Ratajc U.** 2017: Zgodovinski vidiki razširjenosti velikih krešičev (*Carabus*) in velikih kozakov (Dytiscinae) v Sloveniji. Magistrsko delo. Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani: 130 pp.
- Scheers K.** 2015: *Dytiscus latissimus* Linnaeus, 1758 and *Graphoderus bilineatus* (Degeer, 1774) in Belgium: a detailed account of the known records (Coleoptera: Dytiscidae). *Bulletin de la Société royale belge d'Entomologie* 151: 34–39.
- Soós N., Kálmán Z., Csabai Z.** 2008: Contribution to the aquatic Coleoptera and Heteroptera fauna of Bodrogeköz, NE Hungary (Coleoptera: Hydradephaga, Hydrophiloidea; Heteroptera: Gerromorpha, Nepomorpha). *Acta Biologica Debrecina, Supplementum Oecologica Hungarica* 18: 219–230.
- Temunović M., Turić N., Lugić E., Vignjević G., Merdić E., Csabai Z.** 2011: Distribution of *Graphoderus bilineatus* (De Geer, 1774) in Croatia – first results. In: Barić B, Hrašovec B., Kučinić M., Mičetić Stanković V., Previšić A. (eds.). Proceedings of SIEEC 22 Symposium Internationale Entomofaunisticum Europae Centralis XXII. 29. 06. – 03. 07. 2011. Varaždin: 65–66.
- Turić N., Temunović M., Szivák I., Herczeg R., Vignjević G., Csabai Z.** 2021: Importance of floodplains for water beetle diversity: a crucial habitat for the endangered beetle *Graphoderus bilineatus* in Southeastern Europe. *Biodiversity and Conservation* 30: 1781–1801.
- Vrezec A., Pirnat A., Kapla A., Denac D.** 2008: Zasnova spremljanja stanja populacij izbranih ciljnih vrst hroščev vključno z dopolnitvijo predloga območij za vključitev v omrežje NATURA 2000. *Morinus funereus*, *Rosalia alpina*, *Cerambyx cerdo*, *Osmoderma eremita*, *Limoniscus violaceus*, *Graphoderus bilineatus*. Končno poročilo. Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana: 101 pp.
- Vrezec A., Ambrožič Š., Kapla A.** 2011: Dodatne raziskave kvalifikacijskih vrst Natura 2000 ter izvajanje spremljanja stanja populacij izbranih ciljnih vrst hroščev v letih 2010 in 2011. *Carabus variolosus*, *Lucanus cervus*, *Rosalia*

- alpina*, *Morimus funereus*, *Cucujus cinnaberinus*, *Cerambyx cerdo*, *Graphoderus bilineatus*. Končno poročilo. Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana: 128 pp.
- Vrezec A., Ambrožič Š., Kapla A.** 2012: Dodatne raziskave kvalifikacijskih vrst Natura 2000 ter izvajanje spremljanja stanja populacij izbranih ciljnih vrst hroščev v letu 2012: *Carabus variolosus*, *Lucanus cervus*, *Rosalia alpina*, *Morimus funereus*, *Graphoderus bilineatus*. Končno poročilo. Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana: 86 pp.
- Vrezec A., Ambrožič Š., Kapla A.** 2017: Vpliv projektних akcij na hrošče (Projekt Life+ LIVEDRAVA). Končno poročilo. Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana: 84 pp.
- Vrezec A., Ambrožič Š., Kapla A.** 2017: Monitoring populacij izbranih ciljnih vrst hroščev v letih 2016 in 2017. *Carabus variolosus*, *Lucanus cervus*, *Rosalia alpina*, *Morimus funereus*, *Osmoderma eremita*, *Cucujus cinnaberinus*, *Graphoderus bilineatus*. Končno poročilo. Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana: 72 pp.
- Vrezec A., Ambrožič Ergaver Š., Kapla A., Kocijančič S., Čandek K., Ratajc U., Žunič Kosi A.** 2020: Dodatne raziskave kvalifikacijskih vrst Natura 2000 ter izvajanje spremljanja stanja populacij izbranih ciljnih vrst hroščev v letih 2018, 2019 in 2020: *Carabus variolosus*, *Lucanus cervus*, *Rosalia alpina*, *Morimus funereus*, *Osmoderma eremita*, *Cucujus cinnaberinus*, *Leptodirus hochenwartii*, *Graphoderus bilineatus*. Končno poročilo. Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana: 156 pp.

Received / Prejeto: 21. 10. 2021



NOVI PODATKI O PRISOTNOSTI STEPSKEGA KREŠIČA *CARABUS HUNGARICUS* (COLEOPTERA: CARABIDAE) V DELIBLATSKI PEŠČARI (SRBIJA)

Matic GABOR

Gabrje 14 A, 1356 Dobrova
e-mail: gabor.matic@hotmail.com

Izvleček – Stepski krešič *Carabus hungaricus* Fabricius, 1792 je kserofilna vrsta krešiča (Coleoptera: Carabidae) evropskega varstvenega pomena, specializirana na stepske in polpuščavske habitate. Prispevek podaja pregled literaturnih podatkov o najdbah vrste v Naravnem rezervatu Deliblatska peščara v Srbiji z dodanimi recentnimi podatki iz leta 2019. Natančni recentni podatki o tovrstnih najdbah so ključni pri prizadevanjih za varovanje območij in predstavljajo podlago pri morebitnemu vzpostavljanju Natura 2000 omrežja v prihodnosti.

KLJUČNE BESEDE: krešiči, Natura 2000, Vojvodina, Banat

Abstract – NEW DATA ON THE PRESENCE OF *CARABUS HUNGARICUS* (COLEOPTERA: CARABIDAE) IN DELIBLATO SANDS (SERBIA)

Carabus hungaricus Fabricius, 1792 is a xerophilous species of ground beetle (Coleoptera: Carabidae) of European conservation concern, specialist of steppe and semidesert habitats. In this note the literature on the presence of *C. hungaricus* in the Nature reserve Deliblato Sands in Serbia is reviewed with new recent finds from 2019. Exact recent data on such finds are critical in efforts to preserve valuable areas for nature conservation and provide a foundation for the possible establishment of Natura 2000 sites in the future.

KEYWORDS: ground beetles, Natura 2000, Vojvodina, Banat

Uvod

Stepski krešič *Carabus hungaricus* Fabricius, 1792 je kserofilna vrsta krešiča, ki je specializirana na stepske in polpuščavske habitate. Evropski del areala vrste

predstavljata Panonska nižina in južni del Vzhodnoevropskega nižavja do Kavkaza (Turin s sod. 2003), v Aziji pa se njen areal nadaljuje vse do Mongolije (Bérces s sod. 2008). Zaradi njene ranljivosti in potrebe po varovanju je bila uvrščena na seznam vrst evropskega varstvenega pomena Priloge II Direktive o habitatih (Direktiva Sveta 92/43/EEC). Bérces s sod. (2008) ocenjujejo, da je vrsta zaradi fragmentacije habitatov, ki jih naseljuje, v celotnem evropskem delu areala kritično ogrožena ali pa je ponekod že lokalno izumrla. Najbolj jo ogrožajo urbanizacija in infrastrukturni projekti ter pogozdovanje in zaraščanje odprtih okolij. V fenološki raziskavi na Madžarskem so ugotovili, da se najvišja aktivnost odraslih pojavi v dveh vrhovih; prvi je v juniju, ko so aktivni sveži odrasli osebk, drugi pa pozno poleti in v začetku jeseni, ko se odrasli osebk pari (Bérces s sod. 2007).

Posebni naravni rezervat Deliblatska peščara (srb. »Specijalni park prirode Deliblatska peščara«) je obsežno peščeno območje na jugovzhodu srbske avtonomne pokrajine Vojvodine, ki se na jugu stika z Donavo. Status posebnega naravnega rezervata je zaradi svoje geološke in floristične edinstvenosti območje pridobilo leta 1977 (Kalinić s sod. 2020). Po naših opazovanjih območje, na katerem smo izvajali vzorčenje, pokriva mozaik travniških in gozdnih združb, med lesnimi vrstami prevladujejo hrasti (*Quercus*), topoli (*Populus*), ruj (*Cotinus coggygria*), enovrati glog (*Crataegus monogyna*) in navadni brin (*Juniperus communis*), vendar pa je Deliblatska peščara tudi izrazito zaraščena z invazivnimi tujerodnimi lesnimi vrstami, kot je robinija (*Robinia pseudoacacia*). Kalinić s sod. (2020) sicer navajajo, da je flora Deliblatske peščare še vedno pestra in je stopnja endemnosti še vedno visoka, a so na območju zaznali tudi 39 vrst invazivnih tujerodnih rastlin, predvsem na antropogeno bolj prizadetih območjih. Vnos invazivnih vrst rastlin, divja odlagališča odpadkov in ilegalna gradnja predstavljajo največjo grožnjo biodiverziteti Deliblatske peščare (Kalinić s sod. 2020).

Prisotnost stepskega krešiča v Deliblatski peščari je prvič omenil Breuning (1933), ki ga je našel v kraju Deliblato na vzhodnem robu Deliblatske peščare. Temu sledita še dve omembi z Deliblatske peščare brez podrobnejših podatkov (Csiki 1946, Panin 1955). Petrik (1958) navaja dva podatka s peščare iz let 1950 in 1951. Gradojević (1963) vrsto v Deliblatski peščari ocenjuje kot redko. Čurčić (2003) navaja najdbo ene samice 29. 6. 1996, kar je najbolj recentna literaturna navedba za Deliblatsko peščaro.

Novi podatki

V okviru študentskega raziskovalnega tabora Ekosistemi Balkana 2019, ki ga je organiziralo Društvo študentov biologije, smo želeli v raziskovalni skupini za hrošče preveriti prisotnost stepskega krešiča na območju Deliblatske peščare. Na 16 lokacijah v Deliblatski peščari (Slika 1) smo uporabili metodo lova s talnimi pastmi z vinskim kisom (Vrezec in Kapla 2007). Na devetih lokacijah so bile pasti nastavljene štiri noči (28. 4. – 2. 5. 2019), na sedmih lokacijah pa tri noči (29. 4. – 2. 5. 2019). V skupno 72 pasti smo ujeli eno samico. Ujeli smo jo na travniku (28. 4. – 2. 5. 2019, 21.09707° N, 44.89477° E, 166 m n. v.) z izrazito peščeno podlago (Slika 2), ob



Slika 1: Zemljevid Deliblatske peščare z lokacijami talnih pasti brez ujetih osebkov (rumene pike) in lokacijama s potrjeno prisotnostjo stepskega krešiča (rdeči pike).

Figure 1: Map of Deliblato Sands with locations of pitfall traps without *Carabus hungaricus* (yellow points) and locations with confirmed presence of *Carabus hungaricus* (red points).

cesti, ki prečka Deliblatsko peščaro med naseljema Deliblato in Šušara. Naključno smo našli še enega poginulega samca v odvrženi plastenki na majhnem travniku (29. 4. 2019, 44.91344° N, 21.11125° E, 161 m n. v.) ob gozdu s peščeno podlago ob isti cesti.

Iz pridobljenih najdb je sicer težko zanesljivo ocenjevati abundanco stepskega krešiča v Deliblatski peščari, saj najverjetneje nismo vzorčili v času vrha aktivnosti odraslih osebkov, se pa tako nizka abundanca pri vzorčenju s talnimi pastmi sklada z Gradojevićevo (1963) navedbo, da je vrsta v Deliblatski peščari redka. Vsekakor pa lahko novi podatki o prisotnosti tako redke in ozko specializirane vrste pomagajo pri prihodnjih prizadevanjih za varovanje Deliblatske peščare, ki je v zadnjih desetletjih pod hudimi pritiski človekove dejavnosti. Zanimiv je tudi taksonomski status banatske populacije, ki je razširjena le v majhnem delu Srbije in Romunije in jo je Breuning (1932-1937) na podlagi morfoloških značilnosti opisal pod imenom *frivaldskyanus*, ki ga Turin s sod. (2003) sicer navajajo kot neveljaven takson, se pa kasneje v literaturi ponovno pojavlja. Čurčić s sod. (2007) navajajo banatsko populacijo kot endemno



Slika 2: Samica stepskega krešiča *Carabus hungaricus* z dne 2. 5. 2019 v Deliblatski peščari (Foto: Matic Gabor).

Figure 2: Female *Carabus hungaricus* found 2. 5. 2019 in Deliblato Sands (Photo: Matic Gabor).

podvrsto *frivaldskyanus*, Bérces s sod. (2007) pa v svojem pregledu stepskega krešiča v Srednji Evropi izpostavljajo, da so kljub genetski in geografski izoliranosti banatske populacije za razrešitev njenega taksonomskega statusa potrebne dodatne morfološke raziskave.

Zahvala

Zahvaljujem se članom terenske ekipe Eli Šenk, Reneju Karnerju in Luki Predovniku ter organizatorjema tabora Marku Plutu in Samu Grgureviču. Posebne zahvale gredo tudi dr. Gaborju Mesarošu, Andreju Kapli in predvsem dr. Srečku Ćurčiću za pomoč pri dostopu do literature. Iskrena hvala tudi Urški Ratajcu in Alu Vrezcju za komentarje ter Nacionalnemu inštitutu za biologijo za posojilo terenske opreme.

Literatura

- Bérces S., Szél G., Ködöböcz V., Kutasi, C.** 2008: The distribution, habitat, and the nature conservation value of a Natura 2000 beetle, *Carabus hungaricus* Fabricius, 1792 in Hungary. Proceedings of the XIII European Carabidologists Meeting, August 20-24, 2007, Blagoevgrad: 363–372.
- Bérces S., Szél G., Ködöböcz V., Kutasi C., Szabó K., Fülöp D., Péntes Z., Peregovits L.** 2007: A magyar futrinka. V: The origin of the fauna of the Carpathian Basin. Forró, L. (ur.), Magyar Természettudományi Múzeum, Budimpešta: 107–124.
- Breuning S.** 1932-1937: Monographie der Gattung *Carabus* L. V: Bestimmungstabellen der europäischen Coleopteren. Reitter, Opava: 1610 str.
- Direktiva sveta 92/43/EGS o ohranjanju naravnih habitatov in prostoživečih živalskih in rastlinskih vrst.** 1992: *Official Journal of the European Union* 206: 7–50.
- Csiki E.** 1946: Die Käferfauna des Karpaten-Beckens. I. Band, Allgemeiner Teil und Caraboidea. Budapest: 798 str.
- Ćurčić S. B.** 2003: Raznovrstnost, usporedno-morfološka, razvojna i filogenetrka svojstva familije Carabidae (Coleoptera, Insecta) u Srbiji. Magistrsko delo. Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd: 291 str.
- Ćurčić S. B., Brajković M. M., Ćurčić B. P. M.** 2007: The Carabids of Serbia. V: Monografije: Volumen XI. Ćurčić, B. P. M. (ur.), Institut za zoologiju, Beograd - Dunaj: 1083 str.
- Gradojević Z. M.** 1963: Naselja Arthropoda travnih zajednica Deliblatske pešcare i njihova sukcesija. Doktorska disertacija. Faculty of Natural Sciences and Mathematics, University in Belgrade: 239 str.
- Panin S.** 1955: Fauna Republicii Populare Romîne. Insecta. Volumul X. Fascicula 2. Familia Carabidae (gen. *Cychrus* Fabricius si gen. *Carabus* Linné). Editura Academiei Republicii Populare Romîne, Bucharest: 148 str.

- Petrik A.** 1958: Entomofauna Deliblatske peščare. *Rad vojvodanskih muzeja* 7: 87–113.
- Kalinić A., Bjedov I., Obratov-Petković D., Tomičević-Dubljević J.** 2020: Invasive plants as a factor of floristic diversity degradation in Deliblato sands SNR. *Glasnik Sumarskog Fakulteta* 121: 27–46.
- Turin H., Penev L., Casale A.** 2003: The Genus *Carabus* in Europe, A Synthesis. Pensoft Publishers, Sofija – Moskva: 512 str.
- Vrezec A., Kapla A.** 2007: Kvantitativno vzorčenje hroščev (Coleoptera) v Sloveniji: referenčna študija. *Acta Entomologica Slovenica* 15: 131–160.

Prejeto / Received: 13. 10. 2021

Vsebina / Contents

A. VREZEC, I. BERTONCELJ, A. KAPLA, Š. AMBROŽIČ ERGAVER: Urban population of the ground beetle <i>Carabus variolosus nodulosus</i> (Coleoptera: Carabidae) in Ljubljana city (Central Slovenia) Urbana populacija močvirskega krešiča <i>Carabus variolosus nodulosus</i> (Coleoptera: Carabidae) v Ljubljani.....	133
Š. AMBROŽIČ ERGAVER, A. VREZEC, A. KAPLA, U. RATAJC: Razširjenost in populacijska dinamika zahodnega puščavnika <i>Osmoderma eremita</i> (Cetoniinae: Scarabaeidae: Coleoptera) v urbanem okolju Ljubljane Hermit Beetle <i>Osmoderma eremita</i> (Cetoniinae: Scarabaeidae: Coleoptera) distribution and population dynamics in the urban environment of Ljubljana (Slovenia)	149
M. BEDJANIČ, A. KAPLA, A. VREZEC: Stanje populacije močvirskega krešiča <i>Carabus variolosus</i> (Coleoptera: Carabidae) v Natura 2000 območju Ličenca pri Poljčanah, SV Slovenija Population status of ground beetle <i>Carabus variolosus</i> (Coleoptera: Carabidae) in Natura 2000 site Ličenca pri Poljčanah, NE Slovenia.....	163
A. KAPLA, S. KOČJANČIČ, A. VREZEC: Škrlatni kukuj <i>Cucujus cinnaberinus</i> (Cucujidae: Coleoptera) na Goričkem in prvo pojavljanje vrste <i>Pytho</i> <i>depressus</i> (Pythidae: Coleoptera) v Sloveniji Occurrence of <i>Cucujus cinnaberinus</i> (Cucujidae: Coleoptera) in Goričko (NE Slovenia) and first record of <i>Pytho depressus</i> (Pythidae: Coleoptera) in Slovenia	177
Š. AMBROŽIČ ERGAVER, A. KAPLA, A. VREZEC, U. RATAJC: Status of endangered <i>Graphoderus bilineatus</i> in Slovenia with proposal of urgent conservation measures Status ogroženega ovratniškega plavača <i>Graphoderus bilineatus</i> v Sloveniji s predlogom nujnih varstvenih ukrepov	189

FAVNISTIČNI ZAPISKI / FAUNISTICAL NOTES

M. GABOR: Novi podatki o prisotnosti stepskega krešiča <i>Carabus hungaricus</i> (Coleoptera: Carabidae) v Deliblatski peščari (Srbija) New data on the presence of <i>Carabus hungaricus</i> (Coleoptera: Carabidae) in Deliblato Sands (Serbia).....	201
--	-----