

**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).

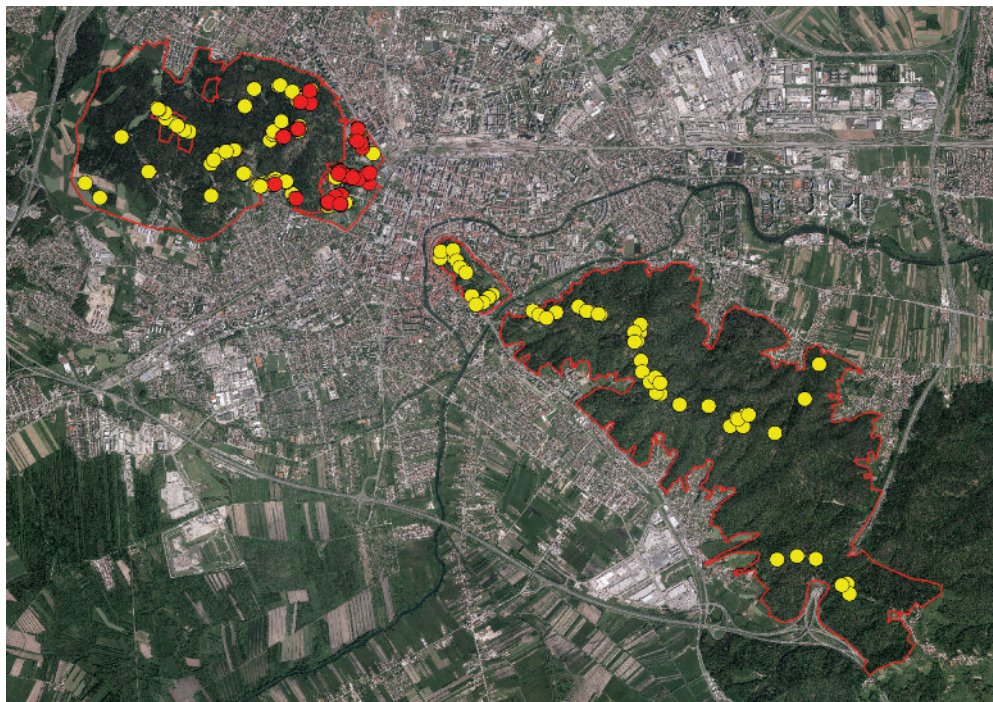
Drug sklop raziskave je bil spremljanje populacijske dinamike zahodnega puščavnika. V ta namen smo med letoma 2013 in 2020 v mestnem parku Tivoli, kjer smo s predhodnimi popisi potrdili prisotnost populacije, vsako sezono za 14 dni postavili po pet feromonskih prestreznih pasti. Vzorčenja so bila opravljena 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 odmrta 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.

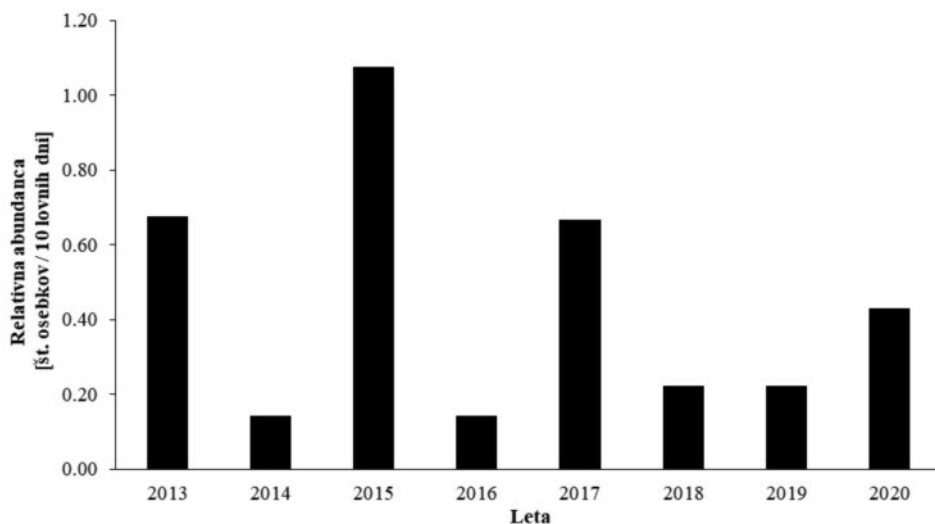
za biologijo predhodno pridobili ustrezna dovoljenja (št. 35601-75/2012-8 in št. 35601-40/2017-4), ki jih je izdala Agencija RS za okolje in prostor.

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 ohranjati 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 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;

(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