

**Vpliv vojaških aktivnosti na ohranjanje vrstne pestrosti dnevnih metuljev na osrednjem vadišču slovenske vojske – poligon Poček**

The impact of military activities on preserving butterfly diversity in the central Slovenian military area – Poček

Tatjana Čelik<sup>a\*</sup>, Rudi Verovnik<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Biološki inštitut Jovana Hadžija ZRC SAZU, Novi trg 2, 1000 Ljubljana

<sup>b</sup> Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, Večna pot 111, 1000 Ljubljana

\* Korespondenca: [tatjana.celik@zrc-sazu.si](mailto:tatjana.celik@zrc-sazu.si)

**Izvleček:** V letih 2007 in 2019 je bil opravljen kvantitativni popis favne dnevnih metuljev v osrednjem delu vojaškega poligona Poček s ciljem primerjave stanja obeh vzorčenj ter ovrednotenja vpliva vojaških aktivnosti na pestrost favne dnevnih metuljev. S standardizirano metodo transektnega popisa na linijah, ki so vključevale vse za območje poligona reprezentativne habitatne tipe, smo v obeh letih skupaj opazili 73 vrst (2007: 62, 2019: 61), med njimi 11 ogroženih (2007: 9, 2019: 8). Favni obeh vzorčenj sta se značilno razlikovali v sestavi vrst, ne pa v vrstni pestrosti, povprečni populacijski gostoti vrst na posameznem transektu in povprečni populacijski gostoti vrst na poligonu. Različnost v sestavi favne je posledica vrstnega obrata ter sprememb v velikosti in prostorski razporeditvi populacijskih gostot vrst po transektih. Med vrstami, ki se jim je populacijska gostota v 2019 zmanjšala v primerjavi z 2007 so prevladovala take, ki so imele v 2007 največje gostote v gozdnih vegetacijskih tipih; med vrstami, ki so v 2019 dosegale višje populacijske gostote kot v 2007 pa tiste, ki so bile najštevilčnejše na travniščih. To pomeni, da redne, vendar časovno in prostorsko neenakomerne vojaške aktivnosti predstavljajo heterogene motnje, ki vzdržujejo izjemno pester mozaik habitatnih tipov, v katerem imajo največjo naravovarstveno vrednost obsežni ekstenzivno vzdrževani suhi kamniti kraški travniki in suhi travniki v zgodnjih fazah zaraščanja. Vojaške aktivnosti tako pomembno prispevajo k ohranjanju biotske in krajinske pestrosti območja.

**Ključne besede:** dnevni metulji, transektni monitoring, vrstna pestrost, sestava favne, Lepidoptera

**Abstract:** In 2007 and 2019, a quantitative inventory of the butterfly fauna was conducted in the central part of the Poček military training area, with the aim of comparing the fauna from both periods and evaluating the impact of military activities on the butterfly diversity. Using a standardized linear transect method and covering all habitat types represented in the military area, a total of 73 species were observed in both years (2007: 62, 2019: 61), including 11 threatened species (2007: 9, 2019: 8). The fauna of both sampling periods differed significantly in composition but not in species diversity, average population density of species on single transects, and in average population density of species in the area. The difference in the faunal composition is the result

of species turnover and changes in the size and spatial distribution of the population densities of the species at an individual transects. Among species whose population density decreased in 2019 compared to 2007, those with the highest densities in forest vegetation types in 2007 prevailed. On the other hand, the predominantly grassland species became more abundant in 2019. This means that regular, but temporally and spatially uneven military activities, represent heterogeneous disturbances that maintain an extremely diverse mosaic of habitat types, in which large scale extensively maintained dry calcareous grasslands and dry grasslands in the early stages of succession have the greatest conservation value. Military activities thus make an important contribution to the conservation of the biodiversity and landscape diversity of the area.

**Key words:** butterflies, transect monitoring, species richness, species composition, Lepidoptera

## Uvod

Dnevni metulji (Papilionoidea) so ena najbolj proučenih skupin žuželk in pomembni modelni organizmi na raziskovalnih področjih kot so sinekologija, biogeografija, klimatske spremembe, interakcije žuželke-rastline in v raziskavah speciacije (Wiemers in sod. 2018). S približno 19.000 opisanimi vrstami predstavljajo 12 % vseh znanih vrst metuljev – Lepidoptera (Van Nieuwerkerken in sod. 2011). V Sloveniji je bilo doslej zanesljivo opaženih 181 vrst dnevnih metuljev, kar Slovenijo uvršča med vrstno najbolj bogate evropske države (Maes in sod. 2019). Med njimi je 6 vrst, ki v Sloveniji v zadnjih desetletjih niso bile več opažene in so opredeljene kot izumrle (Wiemers in sod. 2018).

Dnevni metulji s kratkimi generacijskimi časi, številčno majhnimi populacijami in kompleksnimi ekološkimi potrebami, specifičnimi za posamezno razvojno fazo, hitreje sledijo majhnim spremembam v okolju kot dolgo živeči organizmi z daljšimi razmnoževalnimi cikli. Zato so dnevni metulji prepoznani kot ena najpomembnejših nevretenčarskih bioindikatorskih skupin (npr. Kudrna 1986, Settele in sod. 2009) in so reprezentativni indikatorji populacijskih trendov opaženih pri večini kopenskih žuželk, ki predstavljajo približno dve tretjini vseh svetovnih vrst (Thomas 2005). Na podlagi tega je Evropska okoljska agencija, z namenom zmanjšanja upadanje biodiverzitete do leta 2010, v okviru projekta »Streamlining European 2010 Biodiversity Indicators« že leta 2007 dnevne metulje uvrstila med evropske biodiverzitetne indikatorje (SEBI 2010 Indicators),

s katerimi se vrednoti splošne trende v stanju biodiverzitete v Evropi (Van Sway in Van Strien 2008, Van Sway 2010). Dnevni metulji so bili izbrani kot indikatorji za oceno stanja in trendov evropskih travnišč (European Grassland Butterfly Indicator), ki so najpomembnejši habitati evropskih vrst dnevnih metuljev, saj jih poseljuje več kot polovica evropskih vrst (Van Sway in sod. 2006).

Vojaška vadišča so zaradi heterogenosti habitatov kot posledica stalne, vendar neenakomerne rabe in odsotnosti intenzivnega kmetijstva znana kot pomembna območja ohranjanja biodiverzitete, vključno z metulji (Smith in sod. 2002, Warren in sod. 2007, Warren in Büttner 2008). Eno največjih vadišč v Sloveniji je območje Počka pri Postojni, kjer je bil prvi popis favne dnevnih metuljev (ti. inventarizacija) opravljen leta 1997, najdenih pa je bilo 59 vrst (Polak 1997). Druga inventarizacija je bila izvedena leta 2007, ugotovljenih je bilo 96 vrst. V okviru te raziskave je bil opravljen tudi kvantitativni transektni popis favne dnevnih metuljev (Verovnik 2008), ki smo ga v letu 2019 ponovili (Čelik 2019). Cilj te raziskave je primerjati sedanje stanje s stanjem pred dvanajstimi leti ter ovrednotiti vpliv rednih vojaških aktivnosti na pestrost favne dnevnih metuljev na poligonu Poček.

## Metode

### *Opis raziskovanega območja*

Vojaški poligon Poček je del Osrednjega vadišča slovenske vojske (OSVAD Postojna), ki se razprostira JV od Postojne, na južnih obron-

kih Javornikov. Za območje je značilen izredno razgiban kraški relief. Poligon leži večinoma v submontanskem pasu (500–800 m n.m.v.), le vzhodni del poligona sega v montanski pas z vrhovi Veliki vrh (826 m), Gadovec (972 m), Kamena gora (1040 m) in Baba (1085 m).

Poligon leži v pasu bukovih in hrastovih conalnih gozdov (Čarni in sod. 2002), vendar gozd površinsko ne prevladuje, ker se predvsem zaradi rednih vojaških aktivnosti (uporaba vozil, streljanja) v zadnjih petih letih, vzpostavljajo in ohranjajo obsežne odprte, negozdne površine (travišča, kamnišča, ruderalne površine) in površine v različnih stopnjah zaraščanja (zaraščajoča travišča, grmišča). Negozdne, ekstenzivno vzdrževane površine pa so najpomembnejši habitati dnevnih metuljev zmernega pasu (Settele in sod. 2009).

Raziskovano območje je del Posebnega ohranitvenega območja Javorniki–Snežnik (SI3000231), ki vključuje visoki kraški planoti Javorniki in Snežnik ter Pivško podolje. V tem območju se varuje 2 rastlinski in 15 živalskih kvalifikacijskih vrst. Med njimi so 3 vrste dnevnih metuljev: močvirski cekinček (*Lycaena dispar*), strašničin mravljiščar (*Phengaris teleius*) in travniški postavnež (*Euphydryas aurinia*). Prvi dve se pojavljata le na vlažnih traviščih Pivškega podolja, slednja pa poseljuje suha travišča podolja in kraških planot (Čelik in sod. 2005).

*Metoda transektnega popisa*

Standardizirana metoda transektnega popisa (Pollard in Yates 1993, Thomas 2005) se izvaja s počasno hojo po transektni liniji, med katero štejemo vse osebkne dnevnih metuljev, ki jih opazimo pred seboj v navidezni kocki z dolžino stranic 5 metrov. Na terenu je transekt navidezna linija v krajini, njen položaj mora biti enak pri vsaki ponovitvi transektnega popisa.

Metoda transektnega popisa je vremensko in časovno definirana: geografski položaj Slovenije določa, da se popis izvaja pri temperaturi zraka vsaj 15 °C, v brezvetrju ali ob rahlem vetru, v sončnem ali vsaj pretežno jasnem vremenu, med 10.00 in 18.00 uro.

*Izbor transektnih linij*

Število in lokacijo transektnih linij smo izbrali tako, da smo v popis vključili vse habitatne tipe, ki so reprezentativni za območje vojaškega poligona Poček. V letu 2007 smo popise izvedli na petih transektnih linijah skupne dolžine 1845 metrov, v letu 2019 na šestih linijah s celotno dolžino 1870 m (Sl. 1, Tab. 1). Zaradi rednih, vsakodnevnih vojaških aktivnosti na poligonu Poček v zadnjih petih letih ter posledično časovno in prostorsko zelo strogih omejitev našega gibanja v vojaškem območju, smo v letu 2019 transektne popise lahko ponovili le na treh transektih iz leta 2007

**Tabela 1:** Značilnosti transektnih linij za popis pestrosti favne dnevnih metuljev na vojaškem poligonu Poček v letih 2007 in 2019.

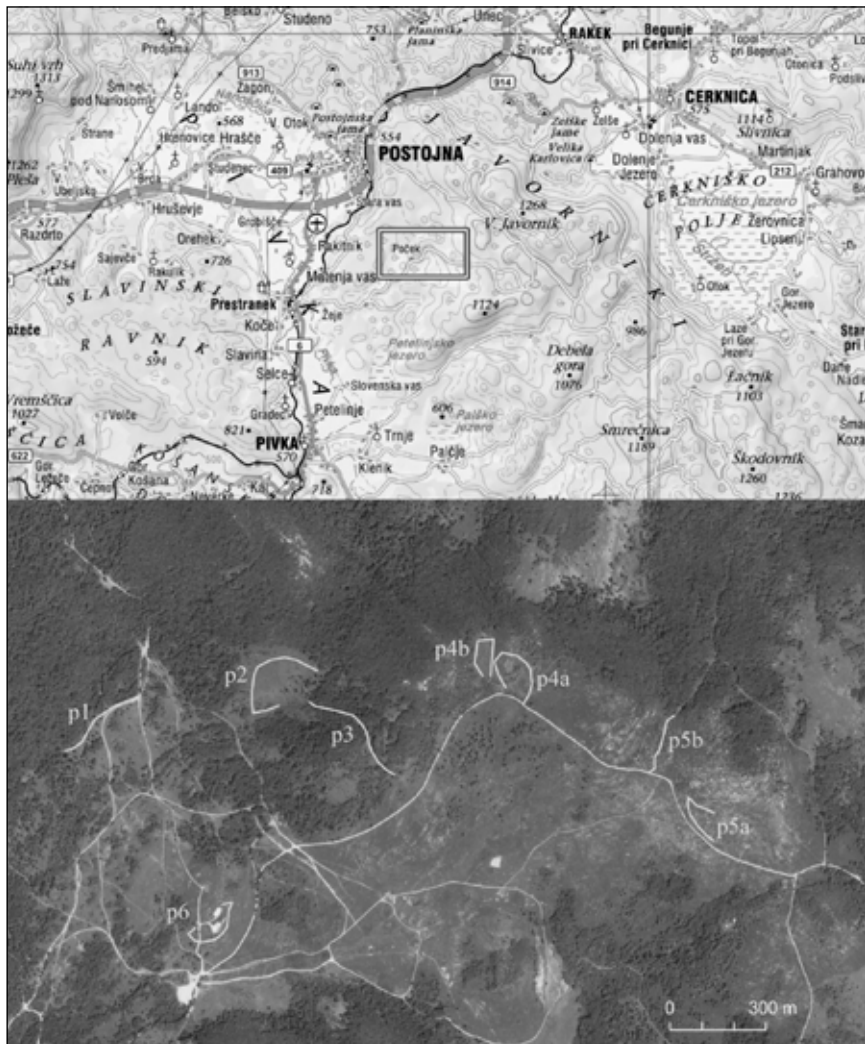
**Table 1:** The characteristics of the transect lines for butterfly counts at Poček military area in 2007 and 2019.

Transekt	Dolžina transektu (m)		Tip vegetacije na transektu	
	2007	2019	2007	2019
p1	360	290	Gozdni rob (gozdni sestoj le na eni strani transektne linije, na drugi suho zaraščajoče travišče)	Gozdni rob (gozdni sestoj le na eni strani transektne linije, na drugi suho zaraščajoče travišče)
p2	470	434	Zaraščajoč suh kraški travnik	Zaraščajoč suh kraški travnik
p3	395	378	Gozdna pot (pretežno rahli sklep drevesnih krošenj in manjše gozdne jase)	Gozdna pot (pretežno rahli sklep drevesnih krošenj in manjše gozdne jase)
p4	320	284	Zaraščajoč suh kraški travnik (v času popisov sveže pogorel)	Zaraščajoč suh kraški travnik (vključuje manjši mezofilen sestoj s trstikasto stožko – <i>Molinia arundinacea</i> )
p5	300	201	Suh kamnit kraški travnik	Suh kamnit kraški travnik
p6	–	283	–	Suh kamnit kraški travnik
Skupaj	1845	1870		

(Sl. 1: p1, p2, p3). Zaradi prepovedi vstopa na določena območja smo morali transektne linije p4 in p5 spremeniti. Ohranili smo ju v bližini linij iz leta 2007 tako, da smo vključili čim več površine primerljivega habitatnega tipa (skaloviti kraški travnik) iz leta 2007 (Sl. 1). Ker zgolj s premaknitvijo linij nismo popolnoma zadostili temu pogoju (transekt p4 v 2019 je zaraščajoč suh kraški travnik), smo dodali novo transektno linijo – p6 (Tab. 1).

#### *Izvedba popisov*

Transektne popise smo izvajali od aprila do septembra, v vsakem letu v šestih terenskih dnevih (2007: 10. 5., 25. 5., 10. 6., 6. 7., 27. 7., 15. 8.; 2019: 22. 4., 1. 6., 25. 6., 15. 7., 30. 7., 13. 9.). V letu 2007 so bili prvi popisi izvedeni v mesecu maju, saj so bili vezani na dovoljenja za terensko delo v okviru raziskave favne vojaških vadbišč (Verovnik 2008). V letu 2019 popisa v mesecu maju nismo mogli izvesti zaradi slabega vremena oziroma prepovedi vstopa na poligon zaradi nevarnih vojaških aktivnosti.



**Slika 1:** Transektne linije za popis stanja dnevnih metuljev na vojaškem poligonu Poček v letih 2007 (p1, p2, p3, p4a, p5a) in 2019 (p1, p2, p3, p4b, p5b, p6).

**Figure 1:** Position of transect lines for butterfly counts at Poček military area in 2007 (p1, p2, p3, p4a, p5a) and 2019 (p1, p2, p3, p4b, p5b, p6).

V obeh letih smo beležili tudi prisotnost vrst, ki smo jih opazili izven transektnih linij, bodisi v neposredni bližini linije, ali pa v času hoje med posameznimi transektnimi linijami.

Taksonomijo in poimenovanje dnevnih metuljev smo povzeli po Wiemers s sod. 2018.

### *Analiza podatkov*

Populacijsko gostoto vsake vrste smo izračunali za vsak transekt in je izražena v številu osebkov na mesec na 100 m transekta in izračunali smo jo po Kitahara in sod. (2008) na sledeč način: število osebkov vrste v mesecu je izraženo kot število opaženih osebkov v tem mesecu, če je bil transektni popis izveden le enkrat v mesecu oz. kot povprečje obeh mesečnih vrednosti, če sta bila izvedena dva popisa. Za izračun povprečnega števila osebkov na mesec preko celotne sezone smo uporabili le tiste mesece, v katerih je bila vrsta opazovana in tako izključili vpliv različnega števila generacij v eni sezoni med vrstami. Populacijska gostota vrste je nato izračunana kot kvocient med povprečnim številom osebkov na mesec preko celotne sezone in dolžino transekta (tj. populacijska gostota vrste na transektu) oz. skupno dolžino vseh transektov (tj. populacijska gostota vrste na poligonu Poček).

Razliko v vrstni pestrosti transektov med letoma 2007 in 2019 smo testirali z neparametričnim Mann-Whitneyevim testom. Povezanost med vrstno pestrostjo in vegetacijskimi tipi v letih 2007 in 2019 smo preverjali s Hi-kvadrat testom. Za ugotavljanje razlik v povprečni populacijski gostoti vrst na transektu (med primerjanimi pari transektov: p1\_2007 vs p1\_2019, p2\_2007 vs p2\_2019, p3\_2007 vs p3\_2019, p4a\_2007 vs p4b\_2019, p5a\_2007 vs p5b\_2019) oz. na poligonu Poček med letoma smo uporabili Wilcoxonov test predznačenih rangov (Wilcoxon signed-rank test). Spremembe v sestavi favne dnevnih metuljev med letoma na podlagi na razporeditve vrst in njihovih populacijskih gostot na transektih, smo ocenjevali s permutacijsko multivariatno analizo variance (PERMANOVA – PERmutational Multivariate Analysis of VAriance), v kateri smo uporabili Bray-Curtisov koeficient podobnosti in 9999 permutacij. Rezultat PERMANOVA smo grafično prikazali z diagramom nemetričnega

večrazsežnostnega lestvičenja (NM-MDS – Non-Metric MultiDimensional Scaling). Z analizo SIMPER (SIMilarity PERcentage species contributions) smo ugotavljali, katere vrste največ prispevajo k razlikam v sestavi favne med letoma. Statistične analize smo izvedli s programskima paketoma IBM SPSS STATISTICS Version 22 in PAST (Hammer 1999–2018).

Skupne vrste so tiste, ki so se pojavljale na obeh primerjanih transektih. Unikatne vrste za transekt so tiste, ki so bile v posameznem letu opažene le na tem transektu. Odstotek skupnih vrst smo izračunali kot kvocient med številom skupnih vrst in vrstno pestrostjo obeh primerjanih transektov.

Za prikaz stopnje ogroženosti vrst na nacionalnem in evropskem nivoju smo uporabili naslednje kazalnike:

- Priloga k Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam (Uradni list RS 82, 2002), (v nadaljevanju: RS–SLO);
- European Red List of Butterflies (van Sway s sod. 2010), (v nadaljevanju: RS–Evropa);
- Uredba o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah (Uradni list RS 46, 2004), (v nadaljevanju: UZŽV);
- Direktiva o ohranjanju naravnih habitatov ter prostoživečih živalskih in rastlinskih vrst (Direktiva Sveta 92/43/EGS), (v nadaljevanju: FFH).

## **Rezultati**

### *Vrstna pestrost in populacijske gostote na transektih*

Na transektnih linijah smo skupno registrirali 73 vrst dnevnih metuljev; 62 vrst (1519 osebkov) v letu 2007 in 61 vrst (1597 osebkov) v letu 2019 (Tab. 2). Petdeset vrst je bilo takih, ki so se na transektih pojavljale v obeh letih, 12 vrst, ki so se na transektih pojavljale le v letu 2007 in 11 vrst, ki so bile na transektih registrirane le v letu 2019 (Tab. 2).

**Tabela 2:** Seznam in populacijska gostota vrst, ki so bile opažene na transektih vojaškega poligona Poček v letih 2007 in 2019. S krepkim tiskom je označena maksimalna populacijska gostota vrste; + vrsta opažena v osrednjem delu poligona, vendar izven transektnih linij; – vrsta na transektu ni opažena; svetlo siva – vrste, ki so bile na transektih opažene le v letu 2007; temno siva – vrste, ki so bile na transektih opažene le v letu 2019.

**Table 2:** List and population density of species observed on transects at Poček military area in 2007 and 2019. Bold indicates the maximum population density of a species; + indicates species observed in the central part of the military area, but outside the transects; – denotes species not observed on a transect; light gray - species observed on transects only in 2007; dark gray - species observed on transects only in 2019.

Takson	Populacijska gostota											Izven transek. linij
	p1		p2		p3		p4		p5		p6	
	2007	2019	2007	2019	2007	2019	2007	2019	2007	2019	2019	
<b>Papilionidae</b>												
<i>Iphiclides podalirius</i>	0.56	0.52	–	0.46	–	–	0.31	0.35	<b>1.00</b>	–	–	
<i>Papilio machaon</i>	0.46	0.34	0.21	0.23	<b>0.87</b>	–	0.73	0.35	–	0.50	0.35	
<i>Zerynthia polyxena</i>	–	–	–	0.23	–	<b>0.53</b>	–	–	–	–	–	
<b>Hesperiidae</b>												
<i>Heteropterus morpheus</i>	0.28	0.69	–	–	–	<b>0.79</b>	0.31	0.35	–	–	–	
<i>Carterocephalus palaemon</i>	–	<b>0.69</b>	–	<b>0.69</b>	–	0.53	–	–	–	–	–	+ (2007)
<i>Ochlodes sylvanus</i>	0.28	<b>1.72</b>	–	0.35	0.25	0.66	0.31	0.70	–	0.62	1.06	
<i>Hesperia comma</i>	1.11	–	<b>1.38</b>	0.23	1.27	–	0.63	–	–	–	–	
<i>Thymelicus lineola</i>	0.28	0.34	0.21	0.46	<b>1.01</b>	0.26	0.31	0.35	–	–	–	
<i>Carcharodus floccifera</i>	<b>0.28</b>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+ (2019)
<i>Erynnis tages</i>	–	0.34	0.64	–	0.42	–	–	<b>0.70</b>	–	0.50	0.35	
<i>Pyrgus malvae</i>	–	0.52	0.21	0.92	0.25	0.26	–	0.35	–	<b>1.24</b>	0.35	
<i>Pyrgus armoricanus</i>	–	–	–	–	–	–	0.31	–	–	–	<b>0.71</b>	
<i>Pyrgus alveus</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+ (2007)
<i>Pyrgus serratulae</i>	–	–	–	–	–	–	<b>0.31</b>	–	–	–	–	
<i>Spialia sertorius</i>	<b>0.28</b>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
<b>Pieridae</b>												
<i>Leptidea sinapis/ juvernica*</i>	0.65	0.34	–	0.23	<b>1.01</b>	0.26	0.47	0.35	0.33	1.00	0.35	
<i>Gonepteryx rhamni</i>	0.28	<b>0.69</b>	–	0.23	0.51	0.40	–	0.35	–	0.50	0.35	
<i>Colias alfaciensis/ hyale*</i>	–	<b>0.69</b>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+ (2007)
<i>Colias crocea</i>	–	<b>0.34</b>	–	0.23	–	0.26	–	–	–	–	–	+ (2007)

<i>Aporia crataegi</i>	1.30	0.69	0.96	<b>1.61</b>	0.89	0.26	1.25	–	1.00	0.50	–
<i>Pieris brassicae</i>	–	–	–	–	–	–	<b>0.31</b>	–	–	–	–
<i>Pieris rapae</i>	–	<b>0.34</b>	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Pieris napi</i>	–	–	–	0.23	<b>0.38</b>	0.26	–	0.35	0.33	–	–
<i>Anthocaris cardamines</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+ (2007)

#### Riodinidae

<i>Hamearis lucina</i>	0.28	–	–	–	–	0.26	–	–	–	<b>0.50</b>	–
------------------------	------	---	---	---	---	------	---	---	---	-------------	---

#### Lycanidae

<i>Callophrys rubi</i>	–	0.34	–	0.69	0.25	0.53	0.31	<b>1.06</b>	–	1.00	0.71
<i>Satyrrium ilicis</i>	–	–	–	–	<b>0.25</b>	–	–	–	–	–	+ (2019)
<i>Satyrrium spini</i>	<b>1.67</b>	–	0.85	0.23	0.89	1.59	0.47	0.70	1.00	–	0.35
<i>Phengaris alcon</i>	–	–	–	–	–	–	–	<b>1.06</b>	–	–	+ (2007)
<i>Glaucopteryx alexis</i>	0.28	–	0.21	–	–	–	–	–	<b>0.50</b>	–	+ (2019)
<i>Cupido minimus</i>	0.56	0.46	–	0.46	<b>0.59</b>	–	0.42	–	0.33	–	–
<i>Plebejus argus</i>	0.28	–	0.21	0.69	–	0.53	–	0.35	–	<b>1.00</b>	0.88
<i>Plebejus idas</i>	–	–	0.43	–	0.76	–	1.56	–	<b>6.67</b>	–	–
<i>Cyaniris semiargus</i>	<b>2.50</b>	–	0.71	0.23	0.34	0.26	–	–	0.33	–	–
<i>Aricia artaxerxes</i>	0.37	–	–	–	0.42	–	0.31	–	<b>1.00</b>	0.50	–
<i>Aricia agestis</i>	–	0.34	0.21	0.23	0.25	0.26	–	–	–	<b>0.50</b>	0.35
<i>Eumedonia eumedon</i>	–	–	–	–	–	–	<b>0.63</b>	–	–	–	–
<i>Lysandra bellargus</i>	0.28	1.72	0.85	0.46	0.34	0.26	0.94	4.23	0.33	<b>5.47</b>	1.77
<i>Lysandra coridon</i>	4.07	1.90	<b>4.26</b>	1.73	1.14	0.79	0.78	2.46	0.83	2.99	1.24
<i>Polyommatus icarus</i>	0.28	0.69	0.21	0.58	0.25	0.70	0.78	0.70	0.33	<b>1.49</b>	1.06
<i>Polyommatus amandus</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+ (2007)
<i>Polyommatus dorylas</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+ (2007)

#### Nymphalidae

<i>Limnitis reducta</i>	–	<b>0.34</b>	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Limnitis camilla</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+ (2007)
<i>Issoria lathonia</i>	<b>0.28</b>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+ (2019)
<i>Brenthis hecate</i>	0.56	1.72	1.28	<b>5.88</b>	1.78	2.25	2.03	3.17	2.33	5.47	3.89
<i>Brenthis ino</i>	1.11	0.34	0.64	–	<b>2.15</b>	–	–	–	–	–	–
<i>Brenthis daphne</i>	0.28	–	0.21	0.46	–	0.26	–	–	–	<b>0.50</b>	–
<i>Argynnis paphia</i>	0.42	0.86	0.32	0.46	<b>1.10</b>	0.53	0.31	0.53	–	0.50	–
<i>Speyeria aglaja</i>	1.11	–	0.21	0.46	<b>2.03</b>	0.60	0.94	0.05	–	1.00	0.35

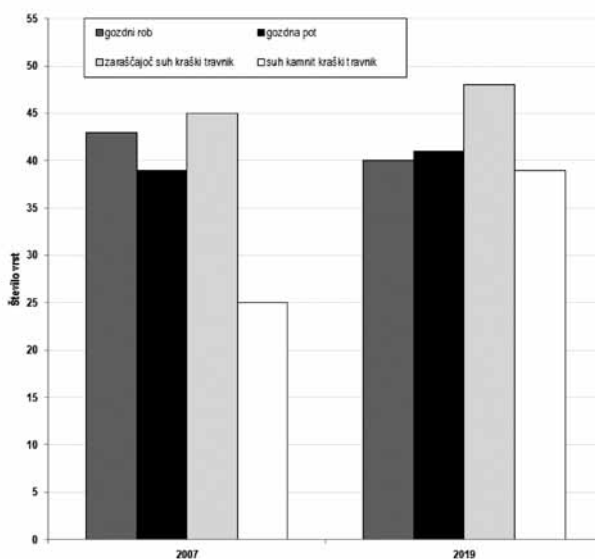
<i>Fabriciana adippe</i>	–	–	–	–	–	–	0.31	–	<b>0.33</b>	–	0.26
<i>Boloria dia</i>	–	0.34	–	0.54	–	0.53	–	0.70	–	–	<b>0.71</b>
<i>Boloria euphrosyne</i>	–	–	–	–	<b>0.76</b>	–	–	–	–	–	–
<i>Vanessa cardui</i>	–	0.52	0.21	0.46	–	0.53	0.63	0.53	0.67	1.00	<b>1.41</b>
<i>Vanessa atalanta</i>	0.28	<b>0.34</b>	–	–	0.25	–	–	–	–	–	–
<i>Aglais io</i>	–	–	–	–	–	–	–	<b>0.35</b>	–	–	–
<i>Aglais urticae</i>	–	–	–	–	–	–	<b>0.63</b>	–	–	–	–
<i>Polygonia c-album</i>	<b>0.28</b>	–	–	–	–	0.26	–	–	–	–	–
<i>Nymphalis polychloros</i>	<b>0.28</b>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Euphydryas aurinia</i>	0.28	–	–	–	–	–	–	0.35	–	<b>1.49</b>	0.35
<i>Euphydryas maturna</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+ (2007)
<i>Melitaea trivia</i>	–	–	–	0.23	–	–	–	–	<b>0.67</b>	–	0.35
<i>Melitaea didyma</i>	–	<b>1.55</b>	0.21	1.15	–	0.53	–	0.70	–	0.50	0.88
<i>Melitaea cinxia</i>	0.28	0.69	–	0.23	–	–	–	0.35	–	<b>0.75</b>	–
<i>Melitaea phoebe</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+ (2007)
<i>Melitaea athalia</i>	0.97	2.76	–	<b>3.00</b>	1.01	2.12	0.31	1.41	–	1.49	1.77
<i>Melitaea britomartis</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+ (2007)
<i>Melitaea aurelia</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+ (2007)
<i>Coenonympha pamphilus</i>	0.28	0.46	0.32	0.23	0.38	0.53	0.31	<b>1.41</b>	–	1.08	0.71
<i>Coenonympha glycerion</i>	3.06	2.07	4.75	<b>8.41</b>	1.27	2.12	–	5.63	4.00	2.99	5.65
<i>Coenonympha arcania</i>	7.22	2.41	3.40	0.63	<b>9.87</b>	1.72	4.06	1.41	8.44	1.24	2.12
<i>Lopinga achine</i>	0.83	0.34	–	–	0.76	<b>1.32</b>	–	0.35	–	–	–
<i>Pararge aegeria</i>	–	–	–	–	<b>0.38</b>	0.26	–	–	0.33	–	–
<i>Lasiommata maera</i>	0.28	–	0.21	–	0.76	–	0.31	0.35	<b>1.00</b>	–	–
<i>Melanargia galathea</i>	13.75	10.78	7.77	<b>16.36</b>	9.62	10.05	1.78	8.27	3.17	2.86	8.39
<i>Hipparchia fagi</i>	–	–	–	–	–	0.34	–	0.35	–	0.50	<b>1.06</b>
<i>Minois dryas</i>	1.67	2.24	2.98	3.46	1.65	0.53	–	0.35	0.33	–	<b>4.95</b>
<i>Brintesia circe</i>	0.46	0.34	0.28	0.23	<b>1.52</b>	0.26	0.78	–	0.67	–	0.35
<i>Arethusana arethusia</i>	<b>0.56</b>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0.35
<i>Aphantopus hyperantus</i>	–	0.34	–	–	–	<b>0.79</b>	–	–	–	–	+ (2007)
<i>Maniola jurtina</i>	–	0.80	–	0.23	<b>1.14</b>	0.79	0.63	1.06	–	1.00	1.06
<i>Erebia medusa</i>	1.94	1.03	2.02	<b>4.84</b>	1.60	2.65	0.63	2.82	1.00	1.00	1.06
Število vrst	43	40	30	40	39	41	34	37	25	31	33

\* Obravnavano kot kompleks dveh vrst, ker vrsti znotraj kompleksa z metodologijo transektnega popisa na terenu ni mogoče razlikovati.



Število vrst po transektih se ni razlikovalo med letoma (Mann-Whitney  $Z = 1,12$ ;  $P = 0,31$ ). V obeh letih je bila vrstna pestrost največja na zaraščajočih suhih travnikih, najmanjša pa na suhih kamnitih travnikih (Sl. 2), razlike v številu vrst po vegetacijskih tipih med letoma niso bile statistično značilne ( $X^2 = 2,52$ ;  $P = 0,47$ ).

Najvišjo populacijsko gostoto na transektu (16,36 osebkov/mesec/100 m) je imela vrsta *M. galathea* (2019: p2). Populacijska gostota vrst na posameznem transektu se je med letoma značilno razlikovala le na transektu p2 (2007:  $Me = 0,00$ ; 2019:  $Me = 0,23$ ;  $Z = 2,434$ ,  $P = 0,015$ ), na ostalih primerjanih transektih (p1, p3, p4, p5) razlike niso bile statistično značilne.

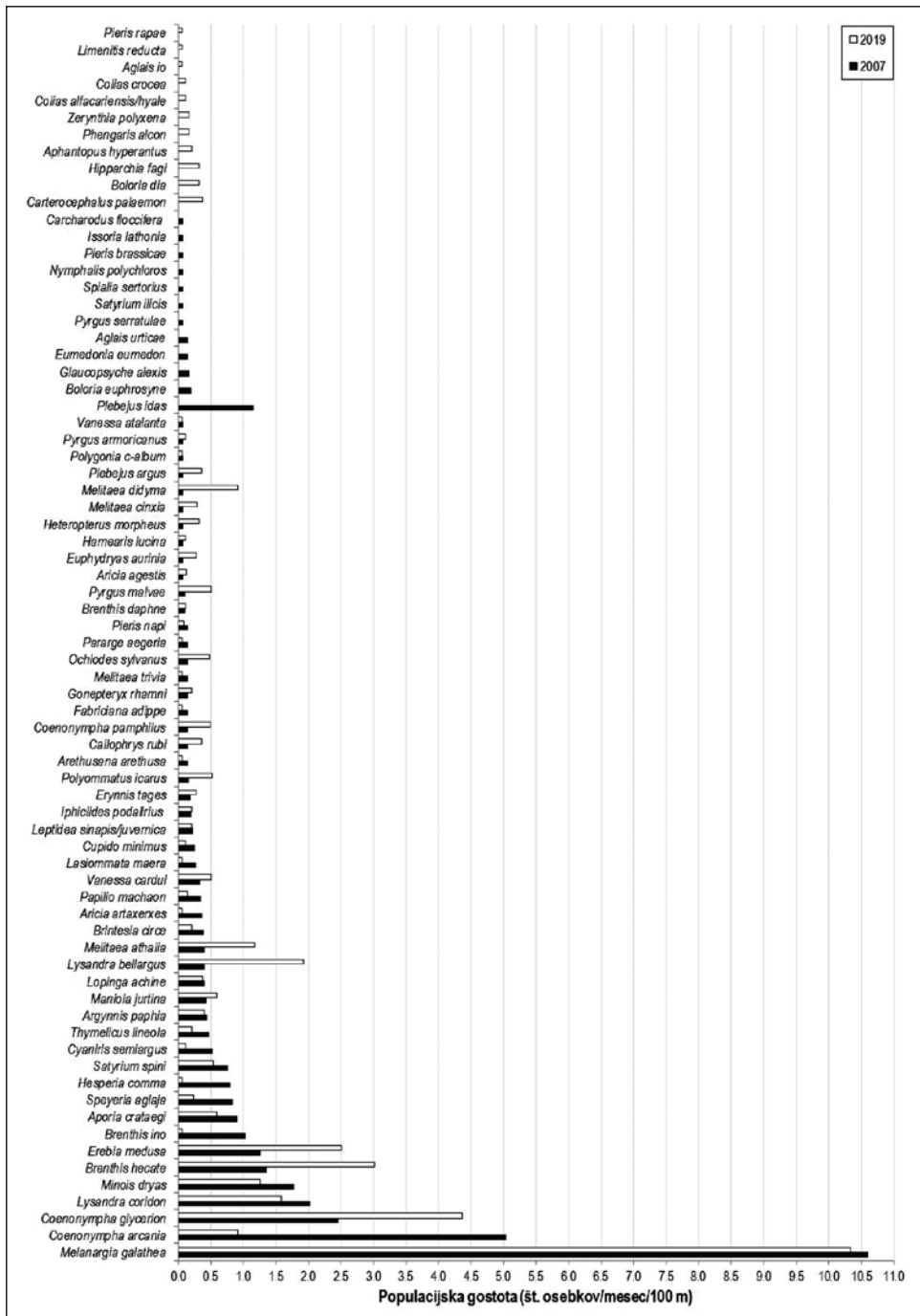


**Slika 2:** Vrstna pestrost dnevnih metuljev po vegetacijskih tipih na transektih vojaškega poligona Poček v letih 2007 in 2019.

**Figure 2:** Species richness in different vegetation types on transects at Poček military area in 2007 and 2019.

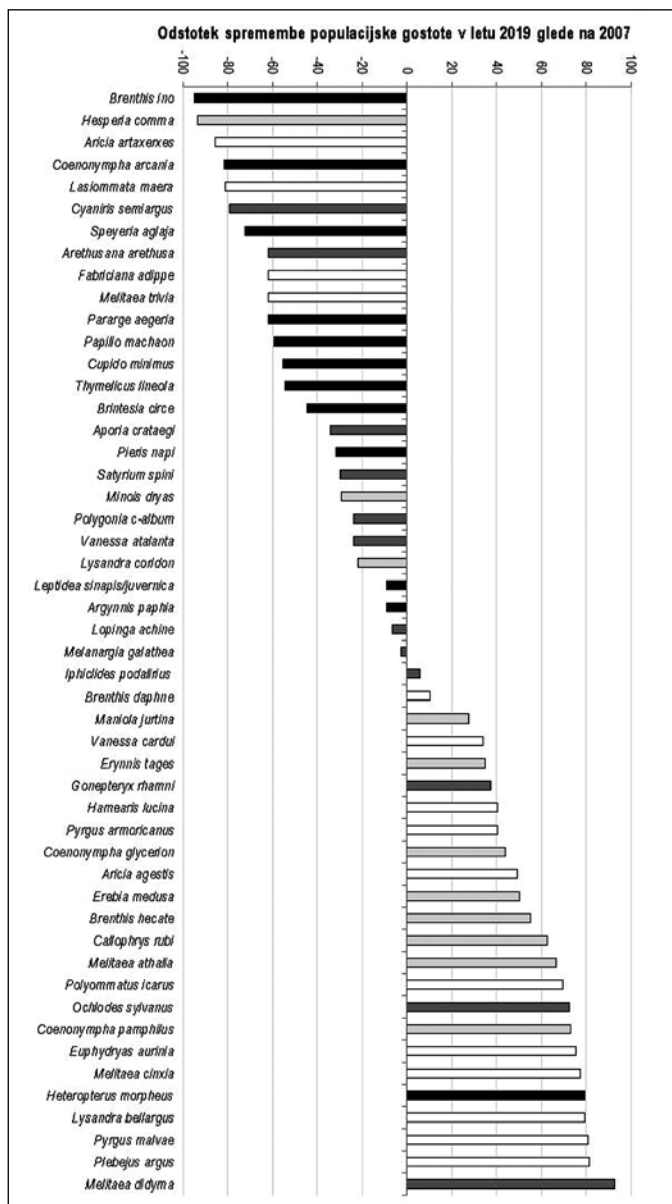
Populacijske gostote vrst na poligonu se v povprečju niso značilno razlikovale med letoma (2007:  $Ma = 0,13$ ; 2009:  $Me = 0,16$ ;  $Z = 0,228$ ,  $P = 0,820$ ). V letu 2007 smo zabeležili 9 vrst, ki so imele populacijsko gostoto vrste na poligonu 1 ali več kot 1 osebkov/mesec/100 m, v letu 2019 je bilo takih vrst 8 (Sl. 3). Vrsta z največjo številčnostjo je bila v obeh letih *M. galathea*. V obeh vzorčenjih so bile vrste z najvišjimi populacijskimi gostotami tiste, ki so ekološko vezane na suha zaraščajoča travišča (npr. *M. dryas*, *C. arcania*, *C. glycerion*, *E. medusa*, *B. hecate*) ali pa na kamnite kraške travnike (npr. *L. coridon*, *P. idas*).

Med 23 vrstami, ki so bile na transektih opažene zgolj v enem od obeh vzorčenj, so imele vse vrste, z izjemo *P. idas*, populacijsko gostoto vrste na poligonu nižjo od 0,5 osebkov/mesec/100 m (Sl. 3). Med petdesetimi vrstami, ki so se na transektih pojavljale v obeh letih, smo nižjo populacijsko gostoto vrste na poligonu v 2019 glede na 2007 opazili pri 26 vrstah (52 %; Sl. 4). Med njimi je bilo največ vrst (18) takih, ki so v 2007 maksimalno populacijsko gostoto dosegale na gozdni poti ali gozdnem robu. Med vrstami, ki so v 2019 imele na poligonu višjo populacijsko gostoto kot v 2007, je največ vrst (19) takih, ki so v 2019 imele najvišjo populacijsko gostoto na enem od obeh tipov travnikov (Sl. 4).



Slika 3: Primerjava populacijskih gostot vrst dnevnih metuljev na poligonu Poček med letoma 2007 in 2019.

Figure 3: Comparison of population densities of butterflies at Poček military area in 2007 and 2019.



**Slika 4:** Odstotek spremembe populacijske gostote vrste na poligonu Poček med letoma 2007 in 2019, za vrste, ki so se na transektih pojavljale v obeh letih. Vegetacijski tipi, v katerih so vrste imele najvišjo populacijsko gostoto v 2007 (vrste v upadu) in 2019 (vrste v porastu): temno siva – gozdni rob, črna – gozdna pot, svetlo siva – zaraščajoč suhi kraški travnik, bela – suh kamnit kraški travnik.

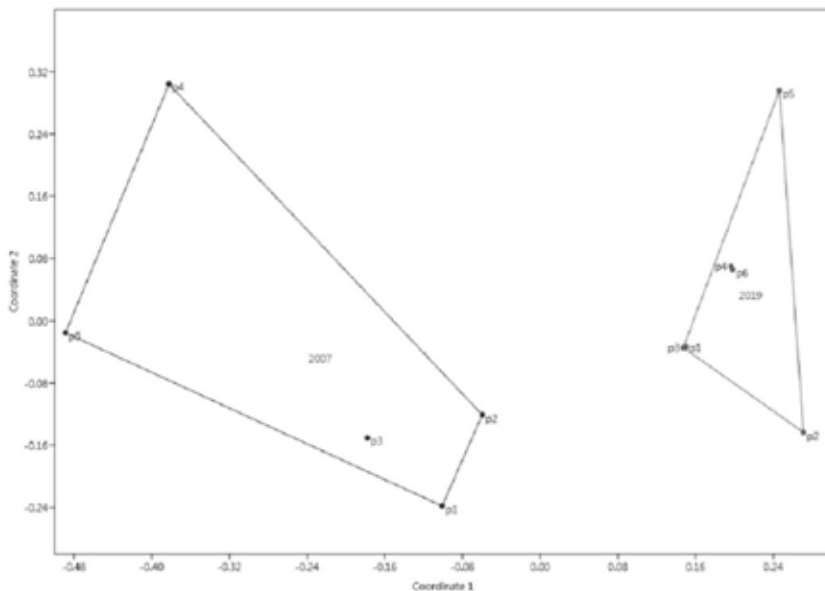
**Figure 4:** Proportion of change in the population density of the species at the Poček military area between 2007 and 2019, for species occurring on the transects in both years. Vegetation types in which the species had the highest population density in 2007 (declining species) and 2019 (increasing species): dark grey - forest edge, black - forest path, light grey - overgrown dry calcareous meadows, white - dry rocky calcareous meadows.

*Sestava favne dnevnih metuljev na transektih v letih 2007 in 2019*

Razporeditev vrst in njihovih populacijskih gostot na transektih se je med letoma statistično značilno razlikovala (PERMANOVA: pseudo-F = 4,14; df = 5; P = 0,0027; Sl. 5). Različnost v sestavi favne dnevnih metuljev med letoma je bila 53,18 % (SIMPER test). K razliki največ prispevajo vrste z visokimi populacijskimi gostotami oz. velikimi spremembami tega parametra v vrednosti in prostorski razporeditvi na transektih med vzorčenjema (Tab. 3). Vrste, ki so k različnosti obeh favn prispevale vsaj 1 % je bilo 29, do 50 % različnosti je skupaj pojasnilo 8 vrst. Kumulativni prispevek vrst, ki so se pojavljale le v enem od vzorčenj (23 vrst; Tab. 2) je 11,4 % (ni prikazano v Tab. 3), med njimi sta le 2 vrsti (*P. idas*, *B. dia*), ki sta k različnosti posamič prispevali več kot 1 % (Tab. 3).

Med vrstami, ki so k različnosti favn obeh let posamično prispevale vsaj 1 %, je bil v 2019 upad v populacijski gostoti zabeležen pri vrstah, ki so v 2007 imele največje gostote v obeh gozdnih vegetacijskih tipih (7 vrst) ali na obeh tipih travnikov (4 vrste); med vrstami, pri katerih smo v 2019 opazili povečanje populacijske gostote so prevladovale tiste (14 vrst; Tab. 3), ki so največje gostote dosegale na travnikih.

Primerjava med letoma kaže (Tab. 4), da sta si bili po sestavi najbolj podobni (Bray-Curtis = 0,611) favni dnevnih metuljev na transektih p2\_2007 (zaraščajoč suh kraški travnik) in p6\_2019 (suh kamnit kraški travnik), ki sta imeli 20 (46 %) skupnih vrst, najbolj različni (Bray-Curtis = 0,309) sta si bili favni na transektih p4\_2007 (sveže pogorel zaraščajoč suh kraški travnik) in p2\_2019 (zaraščajoč suh kraški travnik) s 24 (48 %) skupnimi vrstami. Med tremi transekti, na katerih je monitoring v obeh letih potekal na istih linijah (p1, p2, p3), je največjo podobnost v sestavi favne imel transekt p3 (gozdna pot), medtem ko je transekt p2 (zaraščajoč suh kraški travnik) imel



**Slika 5:** Razporeditev transektov na podlagi podobnosti v sestavi favne med letoma 2007 in 2019 z uporabo nemetričnega večrazsežnostnega lestvičenja (NM-MDS). Letnici sta centroida posamezne skupine. Stres = 0,13.

**Figure 5:** Non-metric multidimensional scaling ordination (NM-MDS) of butterfly assemblages on transects on years 2007 and 2019. Years are the centroids of each group. Stress = 0.13.

**Tabela 3:** Prispevek (%) vrst k razlikam v sestavi favne dnevnih metuljev na transektih poligona Poček med letoma 2007 in 2019 (SIMPER test). Vključene so le vrste, ki so k različnosti prispevale vsaj 1%.

**Table 3:** Contribution (%) of individual species to the differentiation in the composition of the fauna of butterflies on the transects of the Poček military area between 2007 and 2019 (SIMPER test). Only species that have contributed at least 1% to the differentiation are included.

Takson	Povprečna različnost	Prispevek (%)	Kumulativni prispevek (%)	Povprečna populacijska gostota	
				2007	2019
<i>Melanargia galathea</i>	6.08	11.44	11.44	7.220	9.450
<i>Coenonympha arcania</i>	5.68	10.68	22.12	6.600	1.590
<i>Coenonympha glycerion</i>	3.28	6.17	28.28	2.620	4.480
<i>Brenthis hecate</i>	2.50	4.70	32.98	1.600	3.730
<i>Plebejus idas</i>	2.34	4.39	37.37	1.880	0.000
<i>Lysandra bellargus</i>	2.32	4.36	41.73	0.548	2.320
<i>Minois dryas</i>	2.06	3.88	45.61	1.330	1.920
<i>Melitaea athalia</i>	1.96	3.68	49.29	0.458	2.090
<i>Lysandra coridon</i>	1.78	3.34	52.63	2.220	1.850
<i>Erebia medusa</i>	1.48	2.79	55.42	1.440	2.230
<i>Hesperia comma</i>	0.99	1.86	57.28	0.878	0.038
<i>Melitaea didyma</i>	0.99	1.85	59.13	0.042	0.885
<i>Aporia crataegi</i>	0.90	1.68	60.82	1.080	0.510
<i>Satyrrium spini</i>	0.84	1.57	62.39	0.976	0.478
<i>Brenthis ino</i>	0.83	1.56	63.94	0.780	0.057
<i>Ochlodes sylvanus</i>	0.82	1.55	65.49	0.168	0.852
<i>Speyeria aglaja</i>	0.82	1.54	67.03	0.858	0.410
<i>Cyaniris semiargus</i>	0.79	1.48	68.51	0.776	0.082
<i>Maniola jurtina</i>	0.74	1.39	69.90	0.354	0.823
<i>Callophrys rubi</i>	0.72	1.35	71.25	0.112	0.722
<i>Brintesia circe</i>	0.65	1.21	72.46	0.742	0.197
<i>Polyommatus icarus</i>	0.62	1.17	73.62	0.370	0.870
<i>Coenonympha pamphilus</i>	0.61	1.15	74.77	0.258	0.737
<i>Plebejus argus</i>	0.61	1.15	75.92	0.098	0.575
<i>Pyrgus malvae</i>	0.61	1.14	77.06	0.092	0.607
<i>Vanessa cardui</i>	0.59	1.10	78.16	0.302	0.742
<i>Boloria dia</i>	0.55	1.04	79.20	0.000	0.470
<i>Lasiommata maera</i>	0.55	1.04	80.24	0.512	0.058
<i>Lopinga achine</i>	0.54	1.01	81.25	0.318	0.335

največji odstotek skupnih vrst. Razlike v prostorski umestitvi in vegetacijskih značilnostih transektov p4 in p5 med obema letoma (Sl. 1, Tab. 1) so se odražale v znatno manjši podobnosti v sestavi favne in številu, ne pa v odstotkih (transekt p4) skupnih vrst glede na primerjave med ostalimi tremi transekti (Tab. 4: krepki tisk).

Parametra število in odstotek skupnih vrst torej ne kažeta enakega vzorca (tj. v isti primerjavi enako število skupnih vrst ne pomeni nujno tudi enakega odstotka le teh), prav tako oba omenjena parametra ne odražata enakega vzorca kot koeficient podobnosti (tj. v isti primerjavi višje oz. nižje število ali odstotek skupnih vrst ne pomeni nujno tudi višje oz. nižje vrednosti koeficienta podobnosti). To velja za primerjave med letoma in znotraj posameznega leta (Tab. 4), kar pomeni, da parametra število in odstotek skupnih vrst nista ustrezen pokazatelj podobnosti v sestavi favne.

V obeh letih je bilo največje število unikatnih vrst opazovano na transektu p1 (gozdni rob), najnižje na transektih p2 (zaraščajoč suh kraški travnik) in p5 (suh kamnit kraški travnik) (Tab. 4: diagonalna).

### Ogrožene vrste

V osrednjem delu vojaškega poligona Poček smo v letu 2007 našli 9, v letu 2019 pa 7 ogroženih vrst in eno na evropskem nivoju potencialno ogroženo vrsto – *H. fagi* (Tab. 5). V Sloveniji zavarovane (UZZV) in evropsko pomembne vrste (FFH) imajo največjo številčnost na zaraščajočih suhih travnikih (*C. floccifera*, *P. alcon*), kamnitih kraških travnikih (*E. aurinia*) in presvetljenih gozdnih poteh (*Z. polyxena*, *L. achine*). V letu 2019 se je glede na leto 2007 populacijska gostota zmanjšala štirim ogroženim vrstam (*S. sertorius*, *P. idas*, *M. trivialis*, *L. achine*), štirim (*Z. polyxena*, *P. armoricanus*, *E. aurinia*, *H. fagi*) se je povečala, za dve ogroženi vrsti (*C. floccifera*, *P. alcon*) pa spremembe ni mogoče ovrednotiti. Domnevamo, da odsotnost vrste *E. eumedon* v letu 2019 ni posledica upada populacijske gostote, temveč je razlog v drugačni poziciji transektne linije p4, ki ni vključevala za vrsto ustreznega življenjskega okolja.

**Tabela 4:** Bray-Curtis koeficient podobnosti v sestavi favne dnevnih metuljev na transektih v letih 2007 in 2019 (zgornja desna polovica), število/odstotek skupnih vrst (spodnja leva polovica) in število unikatnih vrst (diagonalna). Svetlo siva – podobnost med transekti v letu 2007, temno siva – podobnost med transekti v letu 2019, črna – podobnost med transekti obeh let.

**Table 4:** Bray-Curtis coefficient of similarity in the composition of the butterfly fauna of the 2007 and 2019 transects (upper right half), number/percentage of common species (lower left half), and number of unique species (diagonal). Light gray - similarity between transects in 2007, dark gray - similarity between transects in 2019, black - similarity between transects of both years.

	p1_2007	p2_2007	p3_2007	p4_2007	p5_2007	p1_2019	p2_2019	p3_2019	p4_2019	p5_2019	p6_2019
p1_2007	8	0.666	0.686	0.415	0.485	<b>0.574</b>	0.561	0.574	0.507	0.399	0.472
p2_2007	24/49	1	0.592	0.435	0.492	0.580	<b>0.550</b>	0.551	0.605	0.429	0.611
p3_2007	29/55	25/57	2	0.495	0.537	0.589	0.464	<b>0.584</b>	0.499	0.393	0.498
p4_2007	24/45	19/42	26/55	6	0.521	0.426	0.309	0.409	<b>0.384</b>	0.411	0.393
p5_2007	19/39	17/45	20/46	18/44	1	0.369	0.347	0.399	0.399	<b>0.354</b>	0.406
p1_2019	<b>26/45</b>	21/43	28/55	22/42	15/30	5	0.630	0.709	0.639	0.514	0.666
p2_2019	28/51	<b>25/56</b>	29/58	24/48	19/41	31/63	1	0.615	0.609	0.485	0.643
p3_2019	27/47	23/48	<b>28/54</b>	22/42	17/35	29/58	34/72	2	0.679	0.502	0.633
p4_2019	26/48	21/46	26/52	<b>22/45</b>	14/29	28/57	28/57	29/59	3	0.662	0.737
p5_2019	23/45	20/49	23/49	19/41	<b>12/27</b>	24/51	26/58	26/57	25/58	1	0.602
p6_2019	21/38	20/46	23/47	20/36	15/35	24/49	27/59	26/54	26/59	25/64	3

**Tabela 5:** Ogrožene vrste v območju transektnih linij vojaškega poligona Poček v letih 2007 in 2019. Za razlago kratice ogroženosti glej poglavje 2.3.**Table 5:** Endangered species on the transects at Poček military area in 2007 and 2019. For the explanation of the acronyms see section 2.3.

Vrsta	RS-SLO	RS-Evropa	UZŽV (prilogi 1, 2)	FFH (prilogi II, IV)
<i>Zerynthia polyxena</i>	V	LC	1, 2	IV
<i>Carcharodus floccifera</i>	E	NT	1, 2	
<i>Pyrgus armoricanus</i>	V	LC		
<i>Spialia sertorius</i>	V	LC		
<i>Phengaris alcon</i>	E	LC	1, 2	
<i>Eumedonia eumedon</i>	V	LC		
<i>Plebejus idas</i>	V	LC		
<i>Euphydryas aurinia</i>	V	LC	1, 2	II, IV
<i>Melitaea trivia</i>	V	LC		
<i>Lopinga achine</i>		VU	1	IV
<i>Hipparchia fagi</i>		NT		

## Razprava

Rezultati transektnih popisov kažejo na veliko vrstno pestrost vojaškega poligona Poček, saj 73 ugotovljenih vrst v obeh letih predstavlja kar 42 % vseh vrst dnevnih metuljev, ki se pojavljajo v Sloveniji (Verovnik 2019). Tako visoko število vrst registriranih na manj kot 2 kilometra dolžine transektnih linij potrjuje tudi to, da je bila izbira transektnih linij z vidika reprezentativnosti življenjskih okolij (vegetacijskih tipov) ustrežna.

Vrstno najbolj pestri so zaraščajoči suhi travniki. Ti so v zgodnjih fazah zaraščanja primerno življenjsko okolje tako za nekatere vrste, ki imajo sicer večje populacijske gostote na suhih kamnitih travnikih, npr. *Lysandra bellargus*, *Lysandra coridon*, *Plebejus argus*, *Aricia agestis*, *Melitaea trivia*, kot tudi za vrste, ki so sicer ekološko bolj vezane na presvetljene grmiščne in/ali gozdne habitate, npr. *Iphiclides podalirius*, *Zerynthia polyxena*, *Carterocephalus palaemon*, *Ochlodes sylvanus*, *Gonepteryx rhamni*, *Coenonympha arcania*. V obeh vzorčenjih je bilo najmanjše število vrst opaženo na suhih kamnitih travnikih, kar je presenetljivo, saj so načeloma gozdovi v Evropi oz. zmernem pasu življenjsko okolje z

najmanj vrstami dnevnih metuljev (npr. Settele in sod. 2009). Razlog za visoko vrstno pestrost dnevnih metuljev v obeh gozdnih vegetacijskih tipih je v razgibani strukturiranosti lesne vegetacije z nesklenjenim sklepom krošenj, ki dopušča veliko svetlobe pri tleh ter posledično pestro zeliščno vegetacijo s primerno mikroklimo za metulje. Poleg tega je ena stran transektne linije na gozdnem robu vključevala zaraščajoče suho travišče, transektna linija na gozdni poti pa je ponekod mejila na travnate jase.

Med obema vzorčenjema nismo ugotovili razlik v vrstni pestrosti dnevnih metuljev (število vrst na transektih), povprečni populacijski gostoti vrst na posameznem transektu in povprečni populacijski gostoti vrst na poligonu. Favni sta se med letoma značilno razlikovali v sestavi; razlika pa je posledica vrstnega obrata (species turnover) ter sprememb v velikosti in prostorski razporeditvi populacijskih gostot vrst po transektih. Znano je, da vrstna pestrost ni zadostno merilo za oceno biodiverzitete, ker ne pokaže časovnih in prostorskih sprememb v vrstnem obratu (Asiss in sod. 2018, Hillebrand in sod. 2018). V naši raziskavi smo pokazali, da tudi parametra število in odstotek skupnih vrst nista ustrezna pokazatelja podobnosti v sestavi favn, ker ne odražata

enakega vzorca kot koeficient podobnosti, ki upošteva prostorske in časovne spremembe v populacijskih gostotah vrst. Časovni vrstni obrat na poligonu Poček je med letoma 2007 in 2019 vključeval 23 vrst (12 vrst opaženih izključno v 2007 in 11 vrst opaženih izključno v 2019) in je deloma posledica razlik v poziciji transektov p4 in p5, ter v dodani transektni liniji p6 v letu 2019. Namreč, štiri od vrst, ki jih nismo našli v letu 2019, so bile v letu 2007 najdene izključno na transektih p4 in p5: *A. urticae*, *E. eumedon*, *P. brassicae* in *P. serratule*. V letu 2019 smo izključno na transektih p4, p5, p6 našli dve vrsti, ki zato verjetno nista bili zabeleženi v 2007: *P. alcon* in *A. io*. Tovrstno metodološko spremembo odražata tudi koeficient podobnosti v sestavi favne in število skupnih vrst, ki sta za transekt p4 in p5 znatno nižja kot pri treh transektih, na katerih je monitoring v obeh letih potekal na istih linijah (p1, p2, p3). Drugi vzrok, da določene vrste v posameznem letu niso bile zabeležene, je lahko tudi različna fenologija in posledično številčnost posamezne vrste v obeh primerjanih sezonah zaradi različnih klimatskih razmer in zaradi drugačne časovne razporeditve vzorčenj v posameznem letu.

Sprememba v velikosti in prostorski razporeditvi populacijskih gostot vrst med letoma je pomembnejši razlog za razliko v sestavi obeh favn kot časovni vrstni obrat, saj je bil prispevek posamezne vrste, ki se je pojavljala le v enem od vzorčenj, pri 21 vrstah (izjemi *P. idas* in *B. dia*) manjši od 1%, kumulativni prispevek vseh 23 vrst pa le 11,4 %, kar je enako kot je k različnosti med favnoma obeh let prispevala najštevilčnejša vrsta, *M. galathea*. K različnosti sestave obeh favn torej kumulativno največ (88,6 %) prispevajo vrste, ki so se na transektih pojavljale v obeh vzorčenjih (50 vrst). Glede na to, da (i) so med vrstami, ki se jim je populacijska gostota v 2019 zmanjšala v primerjavi z 2007 prevladovale take, ki so imele v 2007 največje gostote v obeh gozdnih vegetacijskih tipih (tj. 64 % upošteva 29 vrst z največjim prispevkom k različnosti) in (ii) da so med vrstami, ki so v 2019 dosegale višje populacijske gostote kot v 2007 prevladovale tiste, ki so bile najštevilčnejše na obeh tipih travnikov (78 % upošteva 29 vrst z največjim prispevkom k različnosti) sklepamo, da se s travniškimi površinami v osrednjem delu poligona Poček

ustrezno upravlja in da imajo velik naravovarstveni pomen.

V obeh letih je bilo v osrednjem delu poligona opaženih 11 ogroženih vrst, vrstni obrat med vzorčenjema je vključeval 5 vrst (*Z. polyxena*, *S. sertorius*, *E. eumedon*, *P. idas*, *H. fagi*). Vzroka razlik v prisotnosti ogroženih vrst med obema letoma sta v večini primerov sprememba v poziciji transektih p4, p5, p6) in različna časovna razporeditev vzorčenj v posameznem letu. Razširjenost in številčnost registriranih ogroženih vrst kaže na veliko naravovarstveno vrednost poligona Poček, saj visoke populacijske gostote nekaterih ogroženih vrst (npr. *L. achine*, *P. idas*, *E. aurinia*) predstavljajo pomemben delež celotne populacije posamezne vrste v Sloveniji.

Vrsta olivni slezovček (*P. serratule*) se v Sloveniji pojavlja le na dveh lokalitetah, v vojaškem poligonu Poček in na Volovji rebri nad Ilirsko Bistrico (Verovnik in sod. 2012). V letu 2007 sta bila na Počku opažena le dva osebka na transektu p4 in v njegovi neposredni bližini, medtem ko v 2019 vrste nismo zabeležili. Kljub starejšim navedbam o prisotnosti vrste v Sloveniji, je bila ta zagotovo potrjena šele leta 2007. Zato vrsta še ni uvrščena v rdeči seznam slovenskih metuljev, ki je nastal leta 2002 (UL RS, 2002). Glede na razširjenost in ekološke potrebe vrste v Sloveniji, jo je v prihodnje smiselno uvrstiti na rdeči seznam kot prizadeto vrsto (Verovnik in sod. 2012).

S povečevanjem heterogenosti krajine se povečuje vrstna pestrost favne dnevnihi metuljev (Slancarova in sod. 2014, Loos in sod. 2014, van der Merwe in sod. 2019). Veliko število različnih habitatnih tipov v krajini (ti. *compositional heterogeneity*) ima pozitiven učinek na vrstno pestrost favne dnevnihi metuljev, s povečevanjem geometrijske heterogenosti (ti. *configurational heterogeneity*) – raznolikost v številu, velikosti in prostorski razporeditvi habitatnih krp – pa se povečuje funkcionalna pestrost v sestavi favne dnevnihi metuljev, ki zato vključuje tudi več ekološko specializiranih vrst (Perović in sod. 2015). Motnje (kot npr. vojaške aktivnosti) povečujejo heterogenost krajine in s tem pestrost združb, pri čemer je vrstna pestrost največja v krajini z optimalnim številom motenj; ta ugotovitev je osnova hipoteze o uravnovešeni frekvenci pojavljanja motenj (*intermediate disturbance hypothesis*,



Conell 1978). Z raziskavami biotske raznolikosti vojaških vadišč, kjer so motnje stalne, so Warren in sodelavci (2007) predlagali hipotezo o heterogeni frekvenci pojavljanja motenj (*heterogeneous disturbance hypothesis*), ki predpostavlja, da je biotska pestrost največja, kjer je frekvenca pojavljanja motenj zelo heterogena. To pomeni, da se različno v prostoru in času pojavljajo motnje, ki se razlikujejo po tipu, frekvenci, intenziteti, periodičnosti, obsegu in obliki ter trajanju. Glede na to, da se v zadnjih letih na vojaškem poligonu Poček vojaške aktivnosti (npr. streljanja s požiganjem, vožnja vojaških vozil) izvajajo redno, vendar časovno in prostorsko neenakomerno, ter da znotraj poligona ni kmetijskih površin (le na zelo majhnem deležu travnikov na obrobju poligona se izvaja ekstenzivna košnja), ugotavljamo, da vojaške aktivnosti predstavljajo heterogene motnje, ki vzdržujejo izjemno pester mozaik habitatnih tipov (suha travišča, strukturirani gozdni robovi, presvetljene gozdne poti, erodirane in ruderalne površine, omrežje kamnitih in peščenih cest), v katerem imajo največjo naravovarstveno vrednost obsežni ekstenzivno vzdrževani suhi kamniti kraški travniki in suhi travniki v zgodnjih fazah zaraščanja. Vojaške aktivnosti tako pomembno prispevajo k ohranjanju biotske in krajinske pestrosti območja.

## Zaključek

S primerjavo pestrosti favne dnevnih metuljev med obema vzorčenjema nismo ugotovili razlik v vrstni pestrosti, povprečni populacijski gostoti vrst na posameznem transektu in povprečni populacijski gostoti vrst na poligonu. Favni sta se med letoma značilno razlikovali v sestavi; razlika je posledica vrstnega obrata (species turnover) ter sprememb v velikosti in prostorski razporeditvi populacijskih gostot vrst na transektih. R. različnosti sestave obeh favn kumulativno največ prispevajo pogoste vrste, ki so se na transektih pojavljale v obeh vzorčenjih. V obeh letih skupaj je bilo v osrednjem delu poligona opaženih 73 vrst (42 % vrst dnevnih metuljev, ki se pojavljajo v Sloveniji), med njimi 11 ogroženih vrst, med katerimi nekatere (npr. *L. achine*, *E. aurinia*) dosegajo populacijske gostote, ki predstavljajo pomemben delež celotne populacije posamezne vrste v Sloveniji. Med

vrstami, ki se jim je populacijska gostota v 2019 zmanjšala v primerjavi z 2007 so prevladovala take, ki so imele v 2007 največje gostote v obeh gozdnih vegetacijskih tipih; med vrstami, ki so v 2019 dosegale višje populacijske gostote kot v 2007 so prevladovala tiste, ki so bile najštevilčnejše na obeh tipih travnikov. To pomeni, da se s traviščnimi površinami v osrednjem delu poligona Poček ustrezno upravlja in da imajo velik naravovarstveni pomen. Redne, vendar časovno in prostorsko neenakomerne vojaške aktivnosti predstavljajo heterogene motnje, ki vzdržujejo izjemno pester mozaik habitatnih tipov in tako pomembno prispevajo k ohranjanju biotske in krajinske pestrosti območja.

## Summary

By comparing the butterfly fauna diversity between the two sampling years, we found no differences in species richness, average population density of species at each transect, and average population density of species in the Poček military area. The fauna varied significantly in composition over the years; the difference is due to species turnover and changes in the size and spatial distribution of the population densities of species at a given transect. The cumulative difference in the faunas is mostly due to the changes in common species that were present at the transects in both sampling years. In both years together, 73 species (42 % of the species of butterflies occurring in Slovenia) were observed in the central part of the military area, including 11 endangered species, some of which (eg. *L. achine*, *E. aurinia*) reach population densities representing a significant proportion of the total population of each species in Slovenia. Among the species whose population density decreased in 2019 compared to 2007, those with the highest densities in both forest vegetation types in 2007 were predominant. Among the species that reached higher population densities in 2019 than in 2007, those that were most abundant in both types of meadows in 2019 prevailed. This means that the grasslands in the central part of the Poček military area are managed properly and are of high conservation importance. Regular, but temporally and spatially uneven military activities represent heterogeneous disturbances that maintain

an extremely diverse mosaic of habitat types and thus significantly contribute to the conservation of the biodiversity and landscape diversity of the area.

## Zahvala

Raziskava je bila financirana v okviru projektov „Naravovarstveno ovrednotenje izbranih vojaških območij v Sloveniji: primerjalna študija z referenčnimi območji“, CRP: Znanje za varnost in mir 2006-2010, M1-0148 (leto 2007) in „Obratovalni monitoring na osrednjem vadišču slovenske vojske (OSVAD), POSTOJNA – MORS 186/2015-ODP“ (leto 2019). Zahvaljujemo se predstavnikom Slovenske vojske na vojaškem poligonu Poček, ki so poskrbeli, da so naši popisi dnevnih metuljev tekom sezone 2019 vedno potekali varno in brez zapletov.

## Literatura

- Asiss, D.S., Santos, I.A.D., Ramos, F.N., Barrios-Rojas, K.E., Majer, J.D., Vilela, E.F., 2018. Agricultural matrices affect ground ant assemblage composition inside forest fragments. *PLoS ONE*, 13(5), e0197697.
- Braü, M., Dolek, M., 2013. *Phengaris alcon* (Dennis & Schiffermüller 1775). V: Braü M., Bolz R., Kolbeck H., Nunner A., Voith J., Wolf W. (ur.): Tagfalter in Bayern. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, pp. 266–272.
- Conell, J.H. 1978. Diversity in tropical forest and coral reef. *Science*, 24, 1302–1310.
- Čelik, T., Verovnik, R., Gomboc, S., Lasan, M., 2005. Natura 2000 v Sloveniji: Metulji (Lepidoptera). Založba ZRC, ZRC SAZU, Ljubljana, 288 pp.
- Direktiva Sveta 92/43/EGS. Direktiva o ohranjanju naravnih habitatov ter prostoživečih živalskih in rastlinskih vrst. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1992L0043:20070101:SL:PDF>
- Čarni, A., Marinček, L., Seliškar, A., Zupančič, M., Puncer, I., Marinček, L., Wraber, M., Prešeren, M., Žagar, V., Accetto, M., Tregubov, V., Dakskobler, I., Mršič, N., Jarnjak, M., 2002. Vegetacijska karta gozdnih združb Slovenije (s komentarjem), merilo 1:400.000. Biološki inštitut Jovana Hadžija ZRC SAZU, Ljubljana.
- Čelik, T., 2019. Monitoring dnevnih metuljev na osrednjem vadišču slovenske vojske – poligona Poček in Bač. Končno poročilo. Biološki inštitut Jovana Hadžija ZRC SAZU, Ljubljana, 23 pp.
- Hillebrand, H., Blasius, B., Borer E.T., Chase, J.M., Downing, J.A., Eriksson, B.K., Filstrup, C.T., Harpole, W.S., Hodapp, D., Larsen, S., Lewandowska, A.M., Seabloom, E.W., Van de Waal, D.B., Ryabov, A.B., 2018. Biodiversity change is uncoupled from species richness trends: Consequences for conservation and monitoring. *Journal of Applied Ecology*, 55, 169–184.
- Kitahara, M., Yumoto, M., Kobayashi, T., 2008. Relationship of butterfly diversity with nectar plant species richness in and around the Aokigahara primary woodland of Mount Fuji, central Japan. *Biodiversity and Conservation*, 17, 2713–2734.
- Kudrna, O., 1986. Butterflies of Europe. Vol. 8, Aspects of the conservation of butterflies in Europe. Aula Verlag, Wiesbaden, 323 pp.
- Loos, J., Dorresteyn, I., Hanspach, J., Fust, P., Rakosy, L., Fischer, J., 2014. Low-intensity agricultural landscapes in Transylvania support high butterfly diversity: Implications for conservation. *PLoS ONE*, 9(7), e103256.
- Maes, D., Verovnik, R., Wiemers, M., Brosens, D., Beškov, S., Bonelli, S., Buszko, J., Cantú-Salazar, L., Cassar, L.F., Collins, S., in sod. (69 avtorjev), 2019. Integrating national Red Lists for prioritising conservation actions for European butterflies. *Journal of Insect Conservation*, 23, 301–330.

- Perović, D., Gámez-Virués, S., Börschig, C., Klein, A.M., Krauss, J., Steckel, J., Rothenwöhrer, C., Erasmi, S., Tscharncke, T., Westphal, C., 2015. Configurational landscape heterogeneity shapes functional community composition of grassland butterflies. *Journal of Applied Ecology*, 52, 505–513.
- Polak, S., 1997. Okoljevarstvene ocene za vadbišče Bile – živalstvo. Elaborat. Notranjski muzej Postojna, 21 pp.
- Rebeušek, F., 2006. Mravljiščarji Slovenije – razširjenost, ekologija, varstvo. Center za kartografijo favne in flore Slovenije, Miklavž na Dravskem polju, 14 pp.
- Settele, J., Shreeve, T., Konvička, M., Van Dyck, H., 2009. *Ecology of Butterflies in Europe*. Cambridge University Press, 513 pp.
- Slancarova, J., Benes, J., Kristynek, M., Kepka, P., Konvicka, M., 2014. Does the surrounding landscape heterogeneity affect the butterflies of insular grassland reserves? A contrast between composition and configuration. *Journal of Insect Conservation*, 18, 1–12.
- Smith, M.A., Turner, M.G., Rusch, D.H., 2002. The effect of military training activity on eastern lupine and the Karner blue butterfly at Fort McCoy, Wisconsin, USA. *Environmental Management*, 29, 102–115.
- Thomas, J.A., 2005. Monitoring change in the abundance and distribution of insects using butterflies and other indicator groups. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 360, 339–357.
- Uradni list RS, 82, 2002. Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam. Uradni list Republike Slovenije (24. 9. 2002). Uredbe, 82, 8893–8975.
- Uradni list RS, 46, 2004. Uredba o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah. Uradni list Republike Slovenije (30.4.2004), 5933–6016.
- Van der Merwe, L.J., Pryke, J.S., Samways, M.J., 2019. Well-managed grassland heterogeneity promotes butterfly conservation in a corridor network. *Journal of Environmental Management*, 238, 382–395.
- Van Nieuwerkerken, E.J., Kaila, L., Kitching, I.J., Kristensen, N.P., Lees, D.C.,...in sod., 2011. Order Lepidoptera Linnaeus, 1758. V: Zhang Z.-Q. (ed.): *Animal biodiversity. An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness*. *Zootaxa*, 3148: 212–221.
- Van Sway, C.A.M., Warren, M.S., Loïs, G., 2006. Biotope use and trends of European butterflies. *Journal of Insect Conservation*, 10 (2), 189–209.
- Van Sway, C.A.M., Van Strien, A.J., 2008. The European butterfly indicator for grassland species 1990–2007. Report VS2008.022. De Vlinderstichting, Wageningen.
- Van Swaay, C.A.M., Cuttelod, A., Collins, S., Maes, D., López Munguira, M., Šašić, M., Settele, J., Verovnik, R., Verstrael, T., Warren, M., Wiemers, M., Wynhof, I., 2010. *European Red list of butterflies*. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 47 pp.
- Van Sway, C.A.M., 2010. The European grassland butterfly indicator. Newsletter No 1 (September 2010), Butterfly Conservation Europe.
- Verovnik, R., 2008. Dnevni metulji. V: Tome D. (ur.): *Naravovarstveno ovrednotenje izbranih vojaških območij v Sloveniji: primerjalna študija z referenčnimi območji*, CRP Znanje za varnost in mir 2006–2010. Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana, pp. 150–178.
- Verovnik, R., 2019. Prenovljeni seznam dnevnih metuljev (Lepidoptera: Papilionidea) Slovenije. *Acta Entomologica Slovenica*, 27, 5–15.
- Verovnik, R., Rebeušek, F., Jež, M., 2012. Atlas dnevnih metuljev (Lepidoptera: Rhopalocera) Slovenije. Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju, 456 pp.
- Warren, S.D., Büttner, R., 2008. Active military training areas as refugia for disturbance-dependent endangered insects. *Journal of Insect Conservation*, 12, 671–676.
- Warren, S.D., Holbrook, S.W., Dale, D.A., Whelan, N.L., Elyn, M., Grimm, W., Jentsch, A., 2007. Biodiversity and the heterogeneous disturbance regime on military training lands. *Restoration Ecology*, 15, 606–612.
- Wiemers, M.W., Balleto, E., Dinca, V., Fric, Z.F., Lamas, G., Lukhtanov, V., Munguira, M.L., van Sway, C.A.M., Vila, R., Vliegenthart, A., Wahlberg, N., Verovnik, R., 2018. An updated checklist of the European Butterflies (Lepidoptera, Papilionoidea). *ZooKeys*, 811, 9–45.