

Divje čebele Cerkniškega jezera

Blaž Koderman, Rok Šturm, Danijel Kablar, Andrej Gogala, Danilo Bevk

Uvod

Čebele (Hymenoptera: Anthophila) so med najpomembnejšimi opraševalci in tako nepogrešljive za delovanje kopenskih življenjskih združb kot jih poznamo. Ob omembi besede čebela se verjetno najprej spomnimo na medonosno čebelo (*Apis mellifera*), ki je v Sloveniji in svetu močno povezana s tradicijo čebelarjenja. A na svetu poznamo več kot 20 000 vrst čebel razvrščenih v 1200 rodov (Michez in sod., 2019), v Sloveniji pa je bilo poleg medonosne čebele najdenih že več kot 570 vrst divjih čebel (Gogala, 2014a). Raznolikost čebel ne kaže samo številčnost vrst, ampak se odraža tudi v širokem naboru oblik, barv, vedenj, interakcij z drugimi organizmi in izbiri habitatov. V tem poglavju vam bomo poskušali predstaviti prav to raznolikost divjih čebel na Cerkniškem jezeru.

Skupina čebel (Anthophila) velja za monofiletsko skupino znotraj kožekrilcev (Hymenoptera). Poseljujejo vsa kopenska življenjska okolja na planetu z izjemo polarnih puščav in območje trajno zmrznjenih tal (permafrosta) (Danforth in sod., 2013). Čebele sodijo med želate ose (Aculeata) za samice katerih je značilno želo, ki je pravzaprav preobražena leglica (ovipozitor), le-te pa med ozkopase ose (Apocrita), ki jih zaznamuje ozek »pas« med prvim in drugim členom zadka (Michez in sod., 2019). Čebele so tekom evolucijskega razvoja opustile plenjenje in začele z nabiranjem nektarja in peloda za prehrano sebe in svojega zaroda. Vedenjskim spremembam so sledile morfološke in tako so za potrebe nabiranja in transporta cvetnega prahu vsem čebelam skupne peresasto razvejane dlake, ki prekrivajo celotno telo in povečan bazitarzalni segment na zadnjih nogah. Prav tako je njihov jeziček (glosa) po navadi daljši kot pri osah grebačah. Čebele so se v geološki zgodovini najverjetneje pojavile sočasno s kritosemenkami v obdobju srednje krede (pred približno 100 milijoni let) (Grimaldi in Engel, 2005).

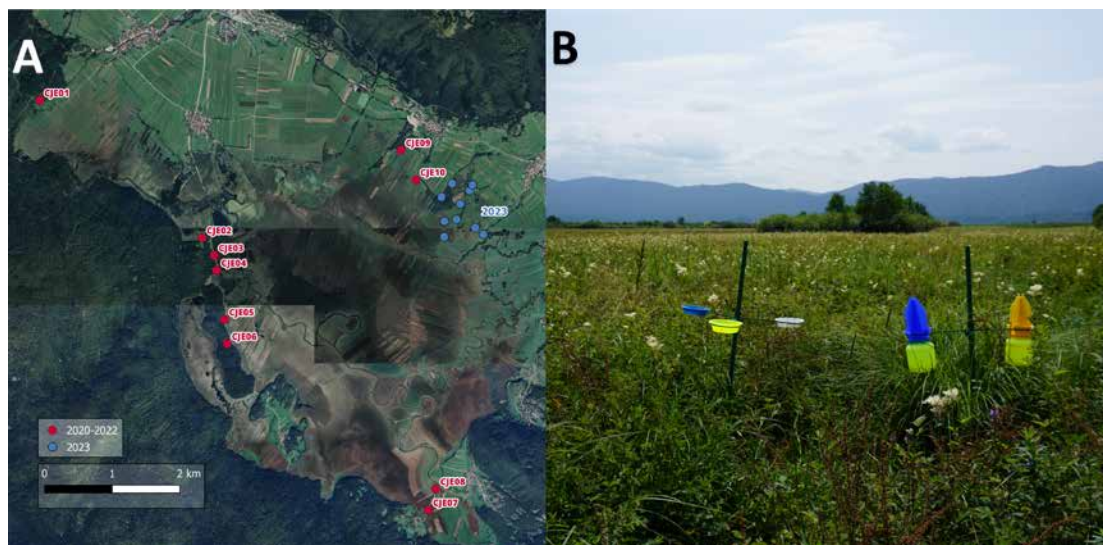
V Evropi in tudi Sloveniji najdemo šest družin čebel (Andrenidae, Apidae, Colletidae, Halictidae, Megachilidae in Melittidae). Zaradi človekovega tesnega stika z medonosno čebelo, le-te povezujemo s socialnim načinom življenja, vendar pa imajo v Evropi pravo eusocialno strukturo (plodna matica in sterilne delavke) pravzaprav le redki predstavniki iz družine Apidae in Halictidae. Najbolj znani predstavniki eusocialnih divjih čebel pri nas so čmrljih (rod *Bombus*). Večina vrst čebel živi popolnoma ali delno samotarsko življenje.

V zadnjem času vse bolj prepoznavamo pomen divjih čebel in drugih divjih opraševalcev za kmetijstvo. Pestrost opraševalcev je namreč ključna za zanesljivo pridelavo hrane (Garibaldi in sod., 2013; Bevk in Prešern, 2021). Vendar pa populacije in pestrost čebel hitro upadajo. V Evropi je dokumentirano ogroženih 9,2 % vrst čebel, vendar za 56,7 % vrst za oceno ogroženosti ni na voljo dovolj podatkov, tako da je delež ogroženih čebel verjetno precej večji. Pri čmrljih, ki so najbolj raziskani, je ogroženih 23,6 % vrst, populacije pa upadajo pri 45,6 % vrst. Glavni razlogi so pomankanje hrane, pesticidi, izguba mest za gnezdenje, podnebne spremembe in bolezni (Nieto in sod., 2014).

Raziskave čebel na Cerknškem jezeru

V zadnjih desetletjih je na območju Cerknškega jezera največ podatkov zbral dr. Andrej Gogala, od leta 2020 pa sodelavci Nacionalnega inštituta za biologijo (NIB) z monitoringom divjih čebel. Leta 2020 se je v okolici jezera začelo intenzivno vzorčenje divjih čebel, ki je potekalo v okviru dveh monitoringov. Prva tri leta smo vzorčenje izvajali na 10 lokacijah na širšem območju jezera in njegovim robom med Dolenjo vasjo in Gorenjim Jezerom, v letu 2023 pa na 10 lokacijah na območju Boričk in Černigolc pod vasjo Grahovo (slika 1A). Za vzorčenje smo uporabili modre, rumene in bele lovilne krožnike, prva tri leta tudi modre in rumene križne prestrezne pasti, napolnjene z vodo z dodatkom detergenta (slika 1B). Pasti čebele privabljajo z barvo. Prva tri leta smo vzorčili desetkrat letno, pasti pa so bile vsakokrat postavljene 48 ur. V letu 2023 smo vzorčili šestkrat, pasti pa so bile postavljene šest ur. Ulovljene divje čebele smo preparirali in jih shranili v suhi zbirki NIB.

Čebele smo določili do vrste po Fauna Helvetica 1–6 (Amiet in sod., 1999; 2001; 2004; 2007; 2010; 2017) in Entomologica Austriaca, Zeitschrift der Österreichischen Entomologischen Gesellschaft, Supplement 1, Illustrierte Bestimmungstabelle für die Arten der Gattung *Hylaeus* F. (Maskenbienen in Deutschland, Österreich und der Schweiz (Dathe in sod., 2016).



Slika 1. A) Območje Cerknškega jezera z označenimi točkami vzorčenja divjih čebel v letih 2020-2022 (rdeče točke) in v letu 2023 (modre točke). B) Pasti za divje čebele na lokaciji CJE09 na vlažnem travniku južno od vasi Martinjak. Levo so lovilni krožniki, desno pa prestrezne pasti (foto: slika A – Rok Šturm, slika B – Mojca Pibernik).

Pestrost čebel na Cerknškem jezeru

Pred letom 2020 je bilo na območju Cerknškega jezera z zaledjem znanih 69 vrst divjih čebel, z intenzivnim monitoringom pa je ta številka narasla na 163 vrst. Doslej je bilo torej najdenih kar 28 % v Sloveniji oziroma skoraj 8 % v Evropi poznanih vrst. Glede na to, da smo tudi v zadnjem letu (2023), kljub manjši intenzivnosti vzorčenja, še vedno dobili 8 novih vrst, lahko sklepamo, da seznam še ni popoln. Na območju Cerknškega jezera živijo predstavniki vseh šestih družin (preglednici 1 in 2).

Kar 24 vrst, ki so bile najdene pred letom 2020, z intenzivnim monitoringom nismo zaznali. Ne-katere od teh vrst so mogoče izginile, dobršen del razlage pa je lahko tudi v načinu vzorčenja. Vzorčenje s pastmi za vse vrste ni enako učinkovito. Primerno je predvsem za vrste, ki se hranijo na zelo različnih rastlinah, manj pa je primerno za vrste, ki so bolj specializirane. Te lažje najdemo z mreženjem po cvetovih.

Preglednica 1: Število zabeleženih vrst čebel na območju Cerkniškega jezera po družinah in njihov delež glede na število vseh vrst v Sloveniji (Divje čebele v Sloveniji, 2024) in Evropi (Nieto in sod., 2014, Rasmont in sod., 2017).

Družina	Št. vrst na območju Cerkniškega jezera	Št. vrst v Sloveniji	Delež glede na št. vrst v Sloveniji (%)	Št. vrst v Evropi	Delež glede na št. vrst v Evropi (%)
Andrenidae	28	131	20,4	489	5,7
Apidae	30	146	20,5	577	5,2
Colletidae	20	48	41,7	146	13,7
Halictidae	39	110	35,5	344	11,3
Megachilidae	39	130	30,0	456	8,6
Melittidae	7	11	63,6	39	17,9
Skupaj	163	576	28,6	2051	8,0

Preglednica 2: Seznam vrst najdenih na območju Cerkniškega jezera. Pri vsaki vrsti je označeno ali je bila najdena pred letom 2020 (opazovanje dr. A. Gogale) in po letu 2020, ko se je začel monitoring divjih čebel (NIB). *Pri vrstah, ki so bile najdenih v letih 2020–2023 je tudi podatek ali so bile ulovljene v gozdu oziroma na gozdnem robu ali mokrotnem travniku.

Družina	Vrsta	Pred 2020	Po 2020	Gozd/ gozdni rob *	Mokrotni travnik *
Andrenida	<i>Andrena bicolor</i> Fabricius 1775		X	X	X
	<i>Andrena bucephala</i> Stephens 1846		X	X	X
	<i>Andrena chrysosceles</i> (Kirby 1802)	X	X	X	
	<i>Andrena curvungula</i> Thomson 1870		X		X
	<i>Andrena dorsata</i> (Kirby 1802)		X		
	<i>Andrena flavipes</i> Panzer 1799		X	X	X
	<i>Andrena fulvago</i> (Christ 1791)		X	X	X
	<i>Andrena fulvata</i> Stoeckhert 1930		X	X	
	<i>Andrena fulvida</i> Schenck 1853		X	X	X
	<i>Andrena gravida</i> Imhoff 1832		X	X	X
	<i>Andrena haemorrhoa</i> (Fabricius 1781)	X	X	X	X
	<i>Andrena hattorfiana</i> (Fabricius 1775)	X	X		X
	<i>Andrena helvola</i> (Linnaeus 1758)		X	X	
	<i>Andrena humilis</i> (Imhoff 1832)	X	X	X	X
	<i>Andrena intermedia</i> Thomson 1872	X			
	<i>Andrena minutula</i> (Kirby 1802)	X	X	X	X

Andrenida	<i>Andrena nitida</i> (Müller 1776)		X		X
	<i>Andrena nitidiuscula</i> (Schenck 1853)	X			
	<i>Andrena pallitarsis</i> Pérez 1902	X			
	<i>Andrena paucisquama</i> Noskiewicz 1924		X	X	X
	<i>Andrena pontica</i> Warncke 1972	X			
	<i>Andrena praecox</i> (Scopoli 1763)	X	X		
	<i>Andrena schencki</i> Moraqitz 1866	X			
	<i>Andrena scotica</i> Perkins 1916		X	X	
	<i>Andrena subopaca</i> Nylande, 1848		X	X	X
	<i>Andrena trimmerana</i> (Kirby, 1802)		X		
	<i>Andrena viridescens</i> Viereck 1916	X			
	<i>Panurgus banksianus</i> (Kirby, 1802)		X	X	
Apidae	<i>Amegilla quadrifasciata</i> Villers 1789		X	X	
	<i>Anthophora furcata</i> (Panzer 1798)		X	X	X
	<i>Anthophora plumipes</i> (Pallas 1772)	X			
	<i>Bombus argillaceus</i> (Scopoli 1763)		X	X	
	<i>Bombus bohemicus</i> Seidl 1837		X	X	
	<i>Bombus haematurus</i> Kriechbaumer 1870		X	X	
	<i>Bombus hortorum</i> (Linnaeus 1761)		X	X	X
	<i>Bombus humilis</i> Illiger 1806	X	X	X	X
	<i>Bombus hypnorum</i> (Linnaeus 1758)		X	X	X
	<i>Bombus lapidarius</i> (Linnaeus 1758)		X	X	X
	<i>Bombus lucorum</i> (Linnaeus 1761)		X	X	X
	<i>Bombus pascuorum</i> (Scopoli 1763)	X	X	X	X
	<i>Bombus pratorum</i> (Linnaeus 1761)		X	X	X
	<i>Bombus ruderarius</i> (Müller, 1776)		X	X	X
	<i>Bombus sylvarum</i> (Linnaeus 1761)	X	X	X	X
	<i>Bombus terrestris</i> (Linnaeus 1758)		X	X	X
	<i>Ceratina callosa</i> (Fabricius 1794)		X		X
	<i>Ceratina chalybea</i> Chevrier 1872	X	X	X	X
	<i>Ceratina cucurbitina</i> (Rossi 1792)		X		
	<i>Ceratina cyanea</i> (Kirby 1802)	X	X	X	X
	<i>Epeoloides coecutiens</i> (Fabricius 1775)	X	X	X	X
	<i>Eucera longicornis</i> (Linnaeus 1758)		X	X	
	<i>Nomada castellana</i> Dusmet 1913		X		X
	<i>Nomada flavoguttata</i> (Kirby 1802)		X	X	
	<i>Nomada integra</i> Brullé 1832	X	X	X	
	<i>Nomada mutica</i> Morawitz 1872	X			

Apidae	<i>Tetraloniella salicariae</i> (Lepeletier 1841)	X	X	X
	<i>Xylocopa iris</i> (Christ 1791)		X	
	<i>Xylocopa valga</i> Gerstaecker 1872		X	X
	<i>Xylocopa violacea</i> (Linnaeus 1758)		X	X
Colletidae	<i>Colletes daviesanus</i> Smith 1846	X		
	<i>Colletes hederæ</i> Schmidt & Westrich 1993	X		
	<i>Hylaeus angustatus</i> (Schenck 1861)		X	X
	<i>Hylaeus brevicornis</i> Nylander 1852		X	X
	<i>Hylaeus communis</i> Nylander 1852	X	X	X
	<i>Hylaeus confusus</i> Nylander 1852	X	X	X
	<i>Hylaeus difformis</i> (Eversmann 1852)		X	X
	<i>Hylaeus dilatatus</i> (Kirby 1802)		X	X
	<i>Hylaeus gibbus</i> Saunders 1850		X	X
	<i>Hylaeus gredleri</i> Förster 1871	X	X	X
	<i>Hylaeus hyalinatus</i> Smith 1842	X	X	X
	<i>Hylaeus incongruus</i> Förster 1871		X	X
	<i>Hylaeus intermedius</i> Förster 1871		X	X
	<i>Hylaeus leptocephalus</i> (Morawitz 1870)		X	X
	<i>Hylaeus moricei</i> (Friese 1898)	X		
	<i>Hylaeus nigritus</i> (Fabricius 1798)		X	X
	<i>Hylaeus pfankuchi</i> (Alfken 1919)	X	X	X
	<i>Hylaeus punctatus</i> (Brullé 1832)		X	X
	<i>Hylaeus sinuatus</i> (Schenck 1853)		X	X
	<i>Hylaeus styriacus</i> Förster 1871		X	X
Halictidae	<i>Duforea dendiventris</i> (Nylander 1848)		X	X
	<i>Halictus maculatus</i> Smith 1848		X	X
	<i>Halictus scabiosae</i> (Rossi 1790)		X	X
	<i>Halictus sexcinctus</i> (Fabricius 1775)	X	X	X
	<i>Halictus simplex</i> Blüthgen 1923		X	X
	<i>Halictus subauratus</i> (Rossi 1792)		X	X
	<i>Halictus tumulorum</i> (Linnaeus 1758)	X	X	X
	<i>Lasioglossum albipes</i> (Fabricius 1781)		X	X
	<i>Lasioglossum angusticeps</i> (Perkins 1895)		X	X
	<i>Lasioglossum bluethgeni</i> Ebmer 1971		X	X
	<i>Lasioglossum calceatum</i> (Scopoli 1763)	X	X	X
	<i>Lasioglossum costulatum</i> (Kriechbaumer 1873)	X	X	X
	<i>Lasioglossum discum</i> (Smith 1853)		X	X
	<i>Lasioglossum fulvicorne</i> (Kirby 1802)	X	X	X

Halictidae	<i>Lasioglossum glabriusculum</i> (Morawitz 1872)	X	X	X
	<i>Lasioglossum interruptum</i> (Panzer 1798)	X		X
	<i>Lasioglossum leave</i> (Kirby 1802)	X	X	
	<i>Lasioglossum laevigatum</i> (Kirby 1802)	X	X	X
	<i>Lasioglossum laticeps</i> (Schenck 1868)	X	X	X
	<i>Lasioglossum lativentre</i> (Schenck 1853)		X	X
	<i>Lasioglossum leucozonium</i> (Schränk 1781)	X	X	X
	<i>Lasioglossum majus</i> (Nylander 1852)	X	X	X
	<i>Lasioglossum malachurum</i> (Kirby 1802)	X		
	<i>Lasioglossum morio</i> (Fabricius 1793)	X	X	X
	<i>Lasioglossum nigripes</i> (Lepelletier 1841)		X	X
	<i>Lasioglossum nitidulum</i> (Fabricius 1793)		X	X
	<i>Lasioglossum parvulum</i> (Schenck 1853)		X	
	<i>Lasioglossum pauxillum</i> (Schenck 1853)	X	X	X
	<i>Lasioglossum politum</i> (Schenck 1853)		X	X
	<i>Lasioglossum puncticolle</i> (Morawitz 1872)		X	
	<i>Lasioglossum villosulum</i> (Kirby 1802)		X	X
	<i>Lasioglossum zonulum</i> (Smith 1848)	X	X	X
	<i>Rophites quinquespinosus</i> Spinola 1808	X		
	<i>Rophitoides canus</i> (Eversmann 1852)	X		
	<i>Sphecodes ephippius</i> (Linnaeus 1767)	X	X	X
	<i>Sphecodes longulus</i> Hagens 1882		X	
	<i>Sphecodes pelludicus</i> Smith 1845		X	X
	<i>Sphecodes reticulatus</i> Thomson 1870		X	X
	<i>Sphecodes scabricollis</i> Wesmäl 1835	X		
Megachilidae	<i>Anthidiellum strigatum</i> (Panzer 1805)	X	X	X
	<i>Anthidium manicatum</i> (Linnaeus 1758)		X	X
	<i>Anthidium oblongatum</i> (Illiger 1806)	X		
	<i>Chelostoma campanularum</i> (Kirby 1802)	X	X	X
	<i>Chelostoma distinctum</i> Stöckert 1929		X	
	<i>Chelostoma florissomne</i> (Linnaeus 1758)		X	X
	<i>Chelostoma foveolatum</i> (Morawitz 1868)		X	
	<i>Chelostoma rapunculi</i> (Lepelletier 1841)	X	X	X
	<i>Coelioxys alata</i> Förster 1853		X	
	<i>Coelioxys conoidea</i> (Illiger 1806)		X	
	<i>Coelioxys echinata</i> Förster 1853		X	
	<i>Coelioxys inermis</i> (Kirby 1802)	X	X	X
	<i>Coelioxys rufescens</i> Lepelletier 1825		X	

Megachilidae	<i>Heriades crenulatus</i> Nylander 1856		X	X	X
	<i>Heriades rubicola</i> Pérez 1890		X	X	
	<i>Heriades truncorum</i> (Linnaeus 1758)	X	X	X	X
	<i>Hoplitis adunca</i> (Panzer 1798)	X			
	<i>Hoplitis claviventris</i> (Thomson 1872)		X	X	
	<i>Hoplitis leucomelana</i> (Kirby 1802)		X	X	
	<i>Hoplitis mitis</i> (Nylander 1852)		X		
	<i>Hoplitis praestans</i> (Morawitz 1894)		X	X	
	<i>Megachile alpicola</i> Alfken 1924		X		X
	<i>Megachile centuncularis</i> (Linnaeus 1758)	X	X	X	X
	<i>Megachile ericetorum</i> Lepeletier 1841	X			
	<i>Megachile ligniseca</i> (Kirby 1802)		X	X	X
	<i>Megachile rotundata</i> (Fabricius 1784)	X			
	<i>Megachile versicolor</i> Smith 1844	X	X		X
	<i>Osmia aurulenta</i> (Panzer 1799)	X			
	<i>Osmia bicolor</i> (Schrank 1781)	X	X	X	
	<i>Osmia bicornis</i> (Linnaeus 1758)		X	X	X
	<i>Osmia caerulescens</i> (Linnaeus 1758)	X	X	X	
	<i>Osmia niveata</i> (Fabricius 1804)		X	X	
	<i>Osmia spinulosa</i> (Kirby 1802)	X			
	<i>Pseudoanthidium nanum</i> (Mocsáry 1880)		X		
	<i>Stelis breviscula</i> (Nylander 1848)		X	X	
	<i>Stelis odontopyga</i> Noskiewicz 1925	X			
	<i>Stelis phaeoptera</i> (Kirby 1802)		X	X	
	<i>Stelis punctulatissima</i> (Kirby 1802)	X			
	<i>Trachusa byssina</i> (Panzer 1805)	X	X		X
Melittidae	<i>Dasypoda hirtipes</i> (Fabricius 1793)		X	X	X
	<i>Macropis europaea</i> Warncke 1973	X	X	X	X
	<i>Macropis fulvipes</i> (Fabricius 1804)	X			
	<i>Melitta haemorrhoidalis</i> (Fabricius 1775)	X	X	X	X
	<i>Melitta leporina</i> (Panzer 1799)	X	X	X	
	<i>Melitta nigricans</i> Alfken 1905	X	X	X	
	<i>Melitta tricincta</i> Kirby 1802	X			

Monitoring divjih čebel v letih 2020–2022 je potekal še na štirih drugih območjih v Sloveniji, kjer je bilo število najdenih vrst občutno manjše. Velika pestrost čebel ob Cerkniškem jezeru kaže na to, da jezero s svojo dinamiko ustvarja raznolika okolja, ki omogoča življenje številnim čebeljim vrstam.

Družina **peščinskih čebel (Andrenidae)** je na območju Cerkniškega jezera zastopana z 28 vrstami. Čebele iz te družine so kratkorile, talno gnezdeče, prisotne in relativno pogoste na celotnem območju Evrope (Gogala, 2019; Michener, 2000; Michez in sod., 2019), kjer je prepoznanih 489 vrst (Nieto in sod., 2014; Michez in sod., 2019). V Sloveniji je bilo najdenih 131 vrst (Gogala, 2019). Petina teh vrst je prisotna tudi na območju Cerkniškega jezera. Vse z izjemo vrste *Panurgus banksianus* so iz rodu *Andrena*.

Peščinarke (*Andrena*) v Evropi, so rod čebel z največjim številom vrst. Med seboj se morfološko zelo razlikujejo, saj lahko dosegaajo od 5 do 18 mm. Tudi obarvanost in odlačenost variira med živimi rdečimi, rjavimi ali sivimi in črnimi odtenki. Živijo samotarsko, nekatere vrste v skupnih kolonijah za katere uporabljajo isti vhod, a vsaka vrsta skrbi le za svojo zalego. Vse peščene čebele gnezdiijo v tleh, vendar imajo različne vrste raje tudi različne podlage, kot so različni tipi zemlje ali peska (Gogala, 2014a).



Slika 2: Levo *Andrena praecox* na cvetu vrbe (*Salix* spp.), desno *Andrena haemorrhoa* na cvetovih gloga (*Crataegus monogyna*) (foto: Blaž Koderman).

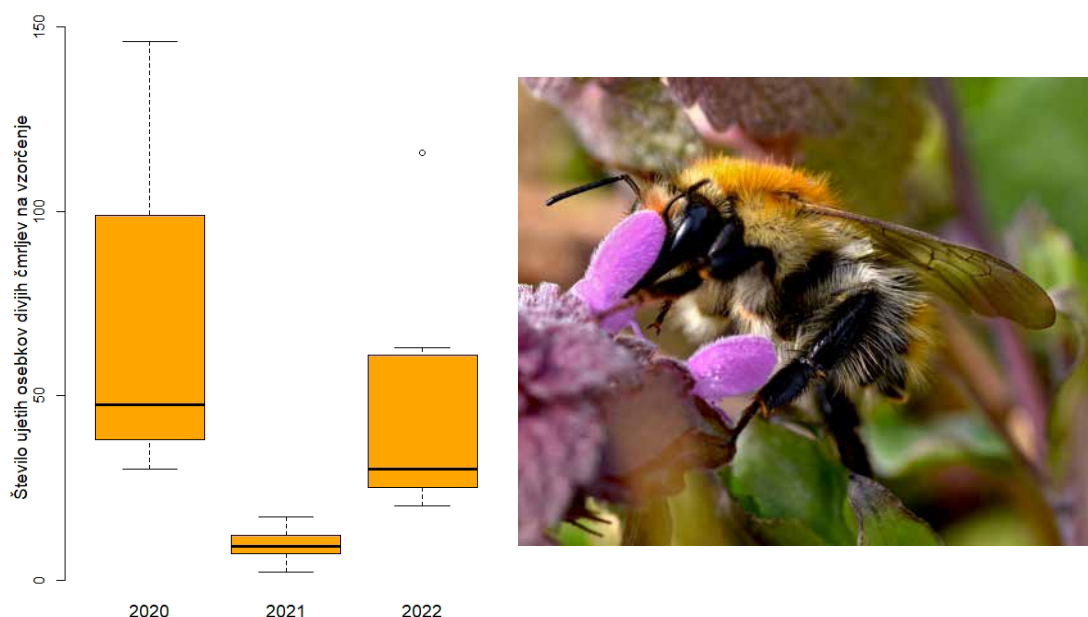
Med drugim na Cerkniškem jezeru živi peščinarke vrste *Andrena praecox* (slika 2). Njeno latinsko ime se nanaša na zgodnost njenega začetka aktivnosti (Scheuchl in Willner, 2016). Zgodnje vrste divjih čebel postanejo dejavne po prvi močnejši pomladanski otoplitvi. Po zimski hibernaciji si morajo čimprej nabrati dovoljšno zalogo energije, da pričnejo z gnezdenjem. Tako so takšne vrste močno povezane z zgodaj spomladi cvetočimi rastlinami, ki so v tem času razmeroma redke in maloštevilne. Omenjena "zgodnja" peščinarke, je skozi svojo evolucijo razvila posebno navezanost na cvetove vrb (*Salix* spp.) in jo tako lahko najdemo le na njihovih cvetovih. Vrstam, ki so specializirane na le eno vrsto ali rod rastlin pravimo malobralne ali oligolektične vrste (Gogala, 2014a).

Iz družine **Apidae** smo našli 30 vrst. V to družino spada širok nabor dolgorilih vrst, ki se med seboj močno razlikujejo po izgledu, velikosti in vedenjskih vzorcih. Jezički predstavnikov skupine lahko segajo tudi preko svojih telesnih dolžin (Michez in sod., 2019). Čeprav se je znotraj družine v dveh rodovih razvilo pravo socialno vedenje (*Bombus*, *Apis*), večina vrst živi samotarsko. Za Slovenijo je znanih 146, za Evropo 577 vrst.

Med rodovi vrstno prevladujejo čmrlji (*Bombus*) s 13 vrstami od skupno 35 znanimi v Sloveniji (Gogala, 2014a). So eusocialne čebele, a je struktura njihovih družin manj kompleksna kot pri medonosni čebeli (Rasmont in sod., 2021). Po prvi pomladni otoplitvi se matice, ki edine prezimijo, prebudijo iz zimske hibernacije in prično z iskanjem hrane. Kmalu začnejo z gnezdenjem. Matica sama naredi voščene lončke, kamor spravlja zalogo hrane za prvo generacijo delavk

(Rasmont in sod., 2021). Ko se izleže dovolj delavk, matica preneha z izletavanjem na pašo (Grad in sod., 2010). V zadnji fazi življenja družine se razvijejo tudi spolni osebki, torej mlade matice in samci. Mlade matice po parjenju poiščejo mesta za prezimovanje (ne prezimijo v gnezdih), gnezda pa propadejo. Čmrlji lahko gnezdijo pod zemljo (npr. v opuščenih gnezdih malih sesalcev) ali nad zemljo (na tleh, v gosti vegetaciji, v duplih), odvisno od vrste. V čmrljih družinah je nekaj deset do nekaj sto osebkov.

Na območju Cerkniškega jezera smo opazili izjemno visoko gostoto čmrljev v primerjavi z drugimi območji v Sloveniji, kjer je potekal monitoring divjih čebel. Število čmrljev na Cerkniškem jezeru je bilo za najmanj štirikrat večje. Najpogostejši je rjavi čmrlj (*Bombus pascuorum*). Ker so čmrlji velike čebele, ki potrebujejo veliko hrane od pomladi do jeseni, njihovo veliko število kaže na to, da Cerkniško jezero zagotavlja dovolj bogate prehranske vire skozi celotno leto. Tako kot drugod v Sloveniji smo tudi na tem območju v letih 2020–2022 zaznali veliko nihanje števila čmrljev, ki se je kazalo kot upad števila v letu 2021 (slika 3). Zaradi kratkotrajnosti monitoringa ne vemo, ali je bil upad v okviru običajnih populacijskih nihanj, ali je šlo za izjemen pojav. Domnevamo, da je bil posledica zelo deževne pomladi, zaradi katere je mnogo čmrljih gnezd propadlo.



Slika 3: Levo število ujetih čmrljev na Cerkniškem jezeru po letih. Število v letu 2021 je značilno nižje kot v letih 2020 in 2022 ($p < 0,001$; Wilcoxonov test). Desno rjavi čmrlj (*Bombus pascuorum*) na mrtvi koprivi (*Lamium sp.*) (foto: Blaž Koderman).

V družini **opnark (Colletidae)** smo našli 20 vrst in sicer iz rodov *Colletes* in *Hylaeus*. Rodova sta si med seboj zelo različna. Medtem ko je za prvega značilna močna odlachenost in talno gnezdenje, čebele drugega rodu praktično nimajo dlak in gnezdijo v steblih (Michez in sod., 2019). Skupen pa jima je način premazovanja sten zarodnih celic z izločki Duforjevih žlez. Ko se izloček posuši ustvari opnasto vrečko, ki zalogo hrane ščiti pred vlago (Gogala, 2014a; Michez in sod., 2019).

Rod *Colletes* je bil zabeležen le z dvema vrstama. Vrste so malobralne, torej vezane na specifične hranilne rastline (Gogala, 2014a), zato je njihovo prisotnost težko potrditi s splošnim monitoringom s pastmi. Precej več predstavnic je bilo zabeleženih iz rodu zakrinkanih čebel (*Hylaeus*) (slika 4). To so drobne, črne čebele, velike večinoma le med 5–7 mm. Na obrazu imajo pogosto

izražene bele oziroma rumene lise ali obrazno masko po kateri so tudi dobile ime. Peloda ne prenašajo na telesu, temveč ga shranjujejo in prenašajo v golši (Gogala, 2014a). Zanimiva najdba v omenjeni skupini je zagotovo vrsta *Hylaeus pfankuchi*, do sedaj v Sloveniji najdena le na Cerkniškem jezeru in v Dragi pri Igu. Za vrsto je značilno gnezdenje v steblih trstičja.



Slika 4: Levo čebela opnarka (*Colletes* sp.) na cvetu ivanjščice (*Leucanthemum* sp.), desno zakrinkana čebela (*Hylaeus gibbus*) z značilno obrazno masko (foto: Blaž Koderman).

Družina **brazdark (Halictidae)** je zastopana z 39 vrstami iz rodu *Lasioglossum* in *Halictus*. Brazdarke so široka družina kratkorilih in povečini talno gnezdečih čebel, v katerih se je pri nekaterih vrstah razvilo eusocialno življenje. Na Cerkniškem jezeru je največ vrst iz rodu *Lasioglossum*, kjer najdemo tako vrste, s pravo socialno strukturo, kot tudi popolnoma samotarske čebele (Michez, 2019). Drugi najbolj zastopan rod v tej kategoriji je rod *Halictus*. Rodova si delita slovenski imeni (brazdarke in vitke čebele), saj sta bila ločena šele nedavno (Gogala, 2014a).

Znotraj čebel **znosk (Megachilidae)** je bilo najdenih 39 vrst. Najbolj pestra sta rodova listorezk (*Megachile*) in dišavk (*Osmia*), poleg njiju pa smo potrdili prisotnost tudi rodov *Anthidiellum*, *Anthidium*, *Chelostoma*, *Coelioxys*, *Heriades*, *Hoplitis*, *Pseudoanthidium*, *Stelis* in *Trachusa*. Morda najbolj presenetljiva najdba znotraj te skupine predstavlja vrsta *Hoplitis mitis*, ki je poznana kot gorska vrsta. Čebele znoske spadajo med dolgorile čebele (skupaj z družino Apidae). Krtačka (organ za prenašanje peloda) se pri njih nahaja na spodnji strani zadka. Vse vrste so samotarske ali kleptoparazitske (socialni paraziti). Prve za gradnjo gnezd uporabljajo najrazličnejše materiale, ali mešanico le-teh. Najpogostejši materiali so blato, pesek, rastlinski material, smola (Gogala, 2014ab; Michez, 2019).

Žagorožke (*Melitta*), oljarke (*Macropis*) (slika 5) in hlačarke (*Dasypoda*) združujemo v družino **Melittidae**. Največ vrst je iz prvih dveh rodov. Samice oljark so oligolektične in obiskujejo le cvetove pijavčnic (*Lysimachia* spp.). Njihova značilnost je tudi ta, da svoje zarodne celice impregnirajo s cvetnimi olji, s katerimi se, namesto z medičino, tudi prehranjujejo. Svoja gnezda gradijo na podoben način kot peščinske čebele. Gnezda same izkopljejo na nasipih ali previsih in so pogosto skrita pod šopi trave.

Pokazatelj velike pestrosti čebel je tudi prisotnost **kukavičjih čebel** (slika 6). Skupina kukavičjih čebel je parafiletska, kar pomeni, da združuje več rodov in družin, ki si med seboj niso sorodne, a jih združujemo v skupino, saj so se pri njih razvili podobni vedenjski vzorci – socialni parazitizem. Na območju Cerkniškega jezera smo našli kar 20 parazitskih vrst čebel (preglednica 3).

Ker nabirajo hrano le za lastno oskrbo, ne pa tudi za oskrbo potomcev, jih je težje opaziti na cvetovih. Manj se tudi lovijo v pasti. Večino časa in energije porabijo za iskanje primernih gostiteljskih vrst. Kukavičje čebele navadno parazitirajo le na majhnem številu gostiteljskih vrst na katere so se evolucijsko prilagodile (Michener, 2006; Gogala, 2014). Prisotnost določenih vrst kukavičjih čebel tako posredno govori tudi o prisotnosti gostiteljskih vrst.



Slika 5: Levo samec oljarke (*Macropis* sp.) na cvetovih špajke (*Valeriana* sp.), desno listorezka (*Megachile* sp.) s pelodno krtačko na spodnji strani zadka (foto: Blaž Koderman).



Slika 6: Kukavičji čebeli, levo *Stelis* sp. na navadnem glavincu (*Centaurea jacea*), desno *Sphecodes* sp. na poljskem osatu (*Cirsium arvense*) (foto: Blaž Koderman).

Koničaste čebele (*Coelioxys*) tako najpogosteje napadajo gnezda listorezk (*Megachile*), čebele pohajkovalke (*Nomada*) večinoma parazitirajo peščinske čebele (*Andrena*) in krvave čebele (*Sphecodes*) na vitkih čebelah (*Halictus*, *Lasioglossum*).

Na parazitski tip življenja so prilagojene tudi morfološko. Pri koničastih čebelah (*Coelioxys*) tako lahko opazimo stožčasto, koničasto oblikovan zadek, ki jim omogoča odlaganje jajčec v zarodne celice gostiteljskih čebel, njihove ličinke pa so opremljene s srpastimi čeljustmi, najverjetneje namenjene uničenju ličink gostiteljske vrste v zarodni celici (Michener, 2006). Zaradi prisotnosti vrste *Nomada mutica* tako v okolici Cerkniškega jezera lahko pričakujemo vsaj eno od vrst *Andrena ferox*, ali *A. spinigera*, zaradi *Coelioxys conoidea* pa lahko pričakujemo tudi prisotnost *Megachile maritima* ali *M. lagopoda*.

Preglednica 3: Seznam parazitskih vrst čebel najdenih na območju Cerkniškega jezera in njihove gostiteljske vrste (Divje čebele v Sloveniji, 2024, Scheuchl in Willner, 2016).

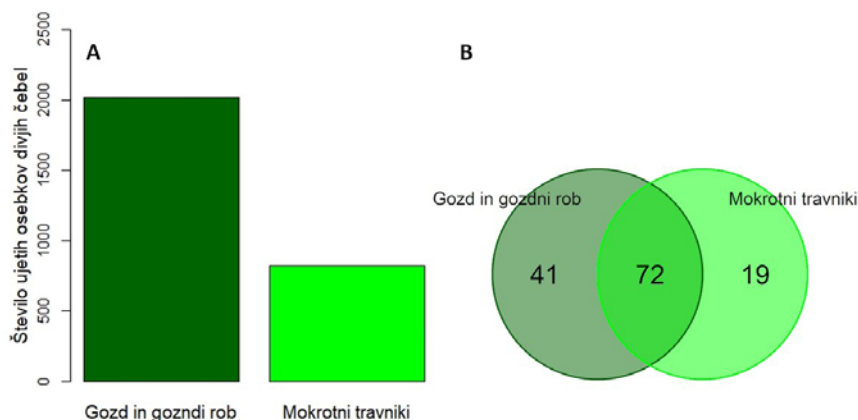
Družina	Rod	Vrsta	Znane gostiteljske vrste
Apidae	Bombus	<i>B. bohemicus</i>	<i>Bombus lucorum</i> , <i>B. terrestris</i> , <i>B. cryptarum</i> , <i>B. magnus</i>
	Epeoloides	<i>E. coecutiens</i>	<i>Macropis europaea</i>
	Nomada	<i>N. castellana</i>	<i>Andrena (Microandrena) spp.</i>
		<i>N. flavoguttata</i>	<i>Andrena minutula</i>
		<i>N. integra</i>	<i>Andrena humilis</i>
		<i>N. mutica</i>	<i>Andrena ferox</i> , <i>A. spinigera</i>
Halictidae	Sphecodes	<i>S. ephippius</i>	<i>Andrena spp.</i> , <i>Halictus spp.</i> , <i>Lasioglossum spp.</i>
		<i>S. longulus</i>	<i>Lasioglossum spp.</i>
		<i>S. pelludicus</i>	<i>Andrena spp.</i> , <i>Lasioglossum spp.</i>
		<i>S. reticulatus</i>	<i>Andrena argentata</i> , <i>A. barbilabris</i> , <i>A. wilkella</i> <i>Lasioglossum prasinum</i>
		<i>S. scabricollis</i>	<i>Lasioglossum leucozonium</i> , <i>L. majus</i> , <i>L. zonulum</i>
Megachilidae	Coelioxys	<i>C. alata</i>	<i>Megachile ligniseca</i> , <i>Anthophora furcata</i>
		<i>C. conoidea</i>	<i>Megachile maritima</i> , <i>M. lagopoda</i>
		<i>C. echinata</i>	<i>Megachile rotundata</i>
		<i>C. inermis</i>	<i>Megachile centuncularis</i> , <i>M. versicolor</i>
		<i>C. rufescens</i>	<i>Anthophora spp.</i>
		<i>S. breviscula</i>	<i>Heriades truncorum</i>
	Stelis	<i>S. odontopyga</i>	<i>Osmia spinulosa</i>
		<i>S. phaeoptera</i>	<i>Osmia leaiana</i> , <i>O. niveata</i>
		<i>S. punctulatissima</i>	<i>Anthidium spp.</i> , <i>Osmia spp.</i>

Primerjava združb čebel gozdnega roba in mokrotnih travnikov

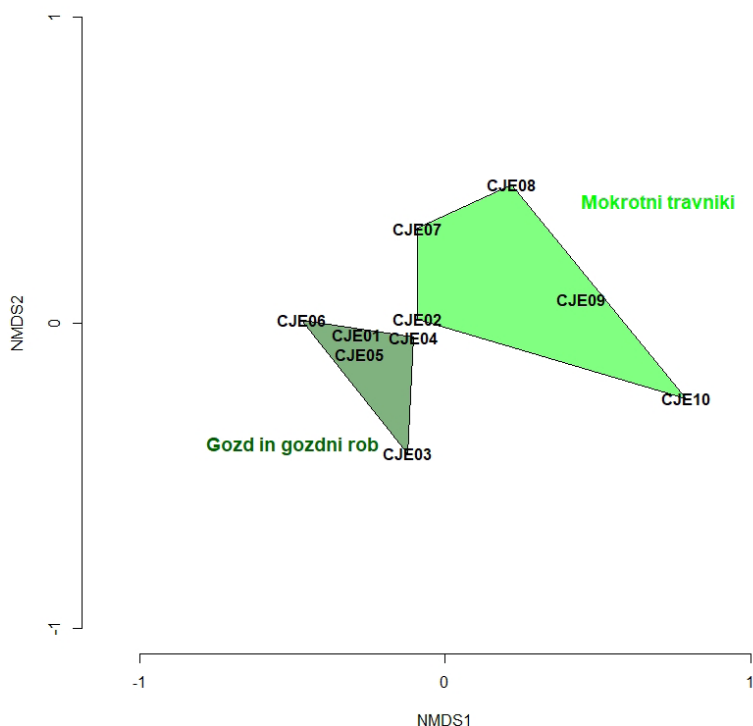
Na območju monitoringa čebel, ki je potekal v letih 2020–2023, prevladujeta dva habitatna tipa in sicer gozd z gozdnim robom in mokrotni travniki. Gozdni rob je nad jezerom na južni strani Cerkniškega polja, med Dolenjo vasjo in vasjo Otok (vzorčna mesta CJE01, CJE03, CJE04, CJE05, CJE06; slika 1A), mokrotni travniki pa med vasjo Martinjak in vasjo Gornje Jezero (CJE02, CJE07, CJE08, CJE09, CJE10 in vsa vzorčna mesta v letu 2023). Travniki, na območju kjer smo vzorčili, med leti 2020 in 2022, so ekstenzivni in košeni le enkrat, pozno v letu, če sploh.

Združbi čebel obeh habitatnih tipov se precej razlikujeta. To je bilo slutiti že med terenskim delom, saj se je v gozdu in na gozdnem robu ulovilo več kot dvakrat toliko čebel kot na mokrotnih travnikih (slika 7A), prav tako pa so bile gozdne združbe vrstno bolj pestre kot tiste na mokrotnih travnikih (slika 7B). Od skupno 132 vrst, ki smo jih ujeli od leta 2020 do 2022, je bila le dobra polovica (72) prisotnih v obeh habitatnih tipih, kar 41 vrst pa smo našli le v gozdu in na gozdnem robu, polovico manj (19) pa samo na mokrotnih travnikih.

Združbi smo primerjali s pomočjo multivariatne analize nMDS, ki jasno prikaže razliko v populacijah divjih čebel gozda z gozdnim robom in mokrotnega travnika (slika 8).



Slika 7: Primerjava populacij divjih čebel gozdnega roba in mokrotnih travnikov. A) Število ulovljenih osebkov, B) Vennov diagram števila zabeleženih vrst.



Slika 8: nMDS analiza abundanc osebkov divjih čebel na različnih vzorčnih mestih. ($k = 3$, stress value = 0,06, R; "vegan") kaže ločene združbe divjih čebel v gozdnem sestoji in na mokrotnih travnikih.

Analiza vključuje podatke o abundanci vsake vrste na posamezni lokaciji. Lokacija CJE02 tvori jasno ločen poligon območij mokrotnih travnikov, a je vseeno najbližje poligonu gozdnih lokacij. Kot je bilo že omenjeno, je bilo mesto vzorčenja na mokrotnem travniku, a zelo blizu gozdnih vzorčnih mest (slika 1A).

Ker travniki veljajo za najpomembnejši življenjski prostor čebel, so rezultati, torej večja pestrost čebel v gozdu in na gozdnem robu, nekoliko presenetljivi. Mogoče je del razlage v poplavljanju travnikov, kar je z vidika gnezdenja v tleh gnezdečih vrst neugodno. Zanimivo bi bilo raziskati še združbe suhih travnikov in jih primerjati z mokrotnimi. Vsekakor pa rezultati kažejo, da je tudi gozd pomemben življenjski prostor številnih vrst čebel.

Zaključki

Cerkniško jezero je eno od bolj raziskanih območij čebelje favne v Sloveniji. Doslej je bilo najdenih 163 vrst čebel, od tega več kot polovica od leta 2020 naprej, ko se je začel intenziven monitoring čebel. Našli smo predstavnike vseh šestih v Sloveniji in Evropi živečih družin čebel. V primerjavi z ostalimi, sicer maloštevilnimi, podobno raziskanimi območji v Sloveniji, se Cerkniško jezero ponaša z največjo pestrostjo čebel. Nadaljnje raziskave bi gotovo prinesle še dodatne vrste.

Ker v preteklosti na tem območju ni bilo intenzivnih vzorčenj čebel, ne vemo, koliko so se na tem območju v zadnjih desetletjih spremenile čebelje združbe, še manj kakšni so populacijski trendi. Monitoringi v zadnjih letih so tako izhodiščno stanje za prihodnje ocene. Poznanje stanja združb je ključno za spremljanje vpliva človekovih posegov, načrtovanje naravovarstvenih ukrepov in spremljanje njihove učinkovitosti. Zato upamo, da se bo monitoring nadaljeval.

Zanimivi so tudi rezultati primerjave dveh prevladujočih habitatnih tipov in sicer gozda z gozdnim robom in mokrotnih travnikov. Več kot polovica vrst je sicer prisotnih v obeh habitatnih tipih, od ostalih pa več v gozdu kot na mokrotnih travnikih. Zanimivo bi bilo proučiti še združbe suhih travnikov v zaledju.

Pomembno je, da se naravovarstveni ukrepi na območju Cerkniškega jezera ohranijo oziroma še okrepijo. Z vidika čebel je pomembno ohranjanje mozaične krajine, ki različnim vrstam zagotavlja prehranske vire od pomladi do jeseni in možnosti gnezdenja.

Summary

Wild bees of Lake Cerknica

Lake Cerknica is a Slovenian biodiversity hotspot for wild bees. Studies of wild bees in the area have begun in the last decades by dr. Andrej Gogala, who collected and observed specimens and recorded their occurrences. He recorded 69 species. Later, between years 2020–2023, with the intensive monitoring conducted by the National Institute of Biology, the number of found species has increased to 163. This accounts for 28% of all species in Slovenia, or about 8% of Europe's wild bee fauna. Intensive monitoring was done by passive colour traps (vane traps and pan traps). The observed specimens belong to all 6 family trees that are found in Europe. Halictidae and Megachilidae being the most diverse ones, with both containing 39 species. Next biggest family is Apidae, with 30 species, followed by Andrenidae with 28 and Colletidae with 20. The lowest species richness was recorded in Melittidae with only 7 species, which was to be expected. Among all the families, 20 species of cuckoo bees were found, which indicates a healthier environment that protected areas can achieve. Bumblebee population density is at least 4 times greater than at any other sampling site in Slovenia we encountered. Therefore, it is reasonable to assume, that Lake Cerknica offers higher diversity of plants, that supply food for pollinators (including large bees such as bumblebees) throughout the whole season. Distinct difference was also observed between species caught on wet meadows and the edge of the forest.

Zahvala

Notranjskemu regijskemu parku se zahvaljujemo za pomoč pri izbiri lokacij monitoringa. Projekt Zasnova metodologije monitoringa divjih opraševalcev v Sloveniji (V1-1938) so sofinancirali Javna agencija za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost Republike Slovenije, Ministrstvo za naravne vire in prostor in Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano iz državnega proračuna. Monitoring divjih čebel v letu 2023 je bil financiran iz sklada za podnebne spremembe.

Viri

Amiet, F., Krebs, A. 2014. Bienen Mitteleuropas Gattungen, Lebensweise, Beobachtung, 2. izd., Wiebelsheim, Haupt Berne

Amiet, F., Müller, A., Neumeyer, R. 1999. APIDAE 2. Centre suisse de cartographie de la faune (CSCF).

Amiet, F., Herrmann, M., Müller, A., Neumeyer R. 2001 APIDAE 3. Centre suisse de cartographie de la faune (CSCF).

Amiet, F., Herrmann, M., Müller, A., Neumeyer R. 2004. APIDAE 4. Centre suisse de cartographie de la faune (CSCF).

Amiet, F., Herrmann, M., Müller, A., Neumeyer R. 2007. APIDAE 5. Centre suisse de cartographie de la faune (CSCF).

Amiet, F., Herrmann, M., Müller, A., Neumeyer R. 2010. APIDAE 6. Centre suisse de cartographie de la faune (CSCF).

Amiet, F., Müller, A., Praz, C. R. 2017. APIDAE 1 (2. Izd.), Centre suisse de cartographie de la faune (CSCF).

Bevk, D., Prešern, J. 2021. Pollinators communities differ across years and crops. *Plant, Soil and Environment*, 67, 10, str. 600-607.

Danforth, B. N., Cardinal, S. 2013. Bees diversified in the age of eudicots, *Proceedings of the royal society B*, 280, 1755.

Dathe, H. H., Scheuchl, E., Ockermüller, E. 2016. Illustrierte Bestimmungstabelle für die Arten der Gattung *Hylaeus* F. (Maskenbienen) in Deutschland, Österreich und der Schweiz, *Entomologica Austriaca Zeitschrift*, Supplement 1, Dunaj, der Österreichischen Entomologischen Gesellschaft.

Divje čebele v Sloveniji, Bee Fauna of Slovenia: Checklist of Species (Hymenoptera: Apoidea), <https://www2.pms-lj.si/andrej/cebele.htm>, Datum: 22. 1. 2024

Garibaldi, L. A., Steffan-Dewenter, I., Winfree, R., Aizen, M. A., Bommarco, R., Cunningham, S. A., Kremen, C., Carvalheiro, L. G., Harder, L. D., Afik, O., Bartomeus, I., Benjamin, F., Boreux, V., Cariveau, D., Chacoff, N. P., Dudenhöffer, J. H., Freitas, B. M., Ghazoul, J., Greenleaf, S., Hipólito, J., Holzschuh, A., Howlett, B., Isaacs, R., Javorek, S. K., Kennedy, C. M., Krewenka, K. M., Krishnan, S., Mandelik, Y., Mayfield, M. M., Motzke, I., Munyuli, M., Nault, B. A., Otieno, M., Petersen, J., Pisanty, G., Potts, S. G., Rader, R., Ricketts, T. H., Rundlöf, M., Seymour, C. L., Schüepp, C., Szentgyörgyi, H., Taki, H., Tscharntke, T., Vergara, C. H., Viana, B. F., Wanger, T. C., Westphal, C., Williams, N., Klein, A. M. 2013. Wild Pollinators Enhance Fruit Set of Crops Regardless of Honey Bee Abundance, *Science*, 339 str. 1608-1611.

Gogala, A. 2014a. Čebele Slovenije, Slovenija, Založba ZRC, Biološki inštitut Jovana Hadžija, 179 str.

Gogala, A. 2014b. Čebele znoske v Sloveniji, *Scopolia*, Št. 80, Ljubljana, Prirodoslovni muzej Slovenije, 195 str.

Gogala, A. 2019. Peščinske čebele v Sloveniji, Št. 96, Ljubljana, Prirodoslovni muzej Slovenije, 189 str.

Grad, J. 2010. Življenjski krog čmrljev, V D. Bevk, J. Grad, P. Kozmus (ur.) *Čmrlji v Sloveniji*, Lukovica, Čebelarstva zveza Slovenije, 32–51.

- Grimaldi, D., Engel, M. S. 2005. *Evolution of the Insects*, Cambridge University Press, England
- Michener, C. D. 2006. *The Bees of the World*, 2. izd. Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 953 str.
- Michez, D., Rasmont, P., Terzo, M., Vereecken, N. J. 2019. *Bees of Europe, Hymenoptera of Europe 1*, Francija, N.A.P. Editions, 547 str.
- Nieto, A., Roberts, S. P. M., Kemp, J., Rasmont, P., Kuhlmann, M., Criado, M. G., Biesmeijer, J. C., Bogusch, P., Dathe, H. H., De la Rua, P., De Meulemeester, T., Dehton, M., Dewulf, A., Oritz-Sánchez, F. J., Lhomme, P., Pauly, A., Potts, S. G., Praz, C., Quarata, M., Radchenko, V. G., Scheuchl, E., Smit, J., Straka, J., Terzo, M., Tomozii, B., Window, J., Michez, D. 2014: *European Red List of Bees*, European Commission, Belgium.
- Rasmont, P., Devalez, J., Pauly, A., Michez, D., Radchenko, V. G. 2017. Addition to the checklist of IUCN European wild bees (Hymenoptera: Apoidea), *Annales de la Société entomologique de France*, Vol. 53, No. 1, 17-32.
- Rasmont, P., Ghisbain, G., Terzo, M. 2021. *Bumblebees of Europe and neighbouring regions, Hymenoptera of Europe 3*, Francija, N.A.P. Editions, 631 str.
- Scheuchl, E., Willner W. 2016. *Taschenlexikon der Wildbienen Mitteleuropas*, Nemčija, Quelle & Meyer Verlag Wiebelsheim, 917 str.