

Oznaka poročila: ARRS-CRP-ZP-2019/8



ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH CILJNEGA RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra	V4-1622
Naslov	Pomen divjih opraševalcev pri opraševanju kmetijskih rastlin in trajnostno upravljanje v kmetijstvu za zagotovitev zanesljivega opraševanja
Vodja	21502 Al Vrezec
Naziv težišča v okviru CRP	3.2.3 Pomen divjih opraševalcev pri opraševanju kmetijskih rastlin in trajnostno upravljanje v kmetijstvu za zagotovitev zanesljivega opraševanja
Obseg učinkovitih ur raziskovalnega dela	239
Cenovna kategorija	B
Obdobje trajanja	10.2016 - 09.2018
Nosilna raziskovalna organizacija	105 Nacionalni inštitut za biologijo
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	401 Kmetijski inštitut Slovenije 406 Univerza v Ljubljani, Veterinarska fakulteta 2979 Biotehniški center Naklo 3019 Grm Novo mesto - center biotehnik in turizma
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	4 BIOTEHNIKA 4.03 Rastlinska produkcija in predelava 4.03.04 Naravovarstveno kmetijstvo
Družbeno-ekonomski cilj	08. Kmetijstvo
Raziskovalno področje po šifrantu FORD	4 Kmetijske vede in veterina 4.01 Kmetijstvo, gozdarstvo in ribištvo

2. Sofinancerji

	Sofinancerji	
1.	Naziv	
	Naslov	

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Povzetek raziskovalnega projekta¹

SLO

Opraševanje žuželk je ena najpomembnejših ekosistemskih storitev, pomembnih tako za delovanje ekosistemov kot kmetijsko pridelavo. Pri opraševanju je poleg medonosne čebele zelo pomembna tudi vloga divjih opraševalcev, ki so v primerjavi z medonosno čebelo v mnogih primerih celo bolj učinkoviti. Za zanesljivo opraševanje in s tem povezano stabilno pridelavo in ohranjanje biotske pestrosti je zato ključnega pomena ohranjanje pestrosti opraševalcev. Med divjimi opraševalci so najpomembnejše divje čebele. Doslej je bilo v Sloveniji najdenih 563 vrst divjih čebel, od tega 35 vrst čmrljev. Oprašujejo tudi muhe in metulji, nekateri hrošči in ose.

Zaradi sprememb v okolju populacije divjih opraševalcev hitro upadajo. Upadanje populacij divjih čebel opažamo tudi v Sloveniji. Zaradi upadanja populacij opraševalcev se ponekod po svetu že soočajo s krizo opraševanja. Zaradi podnebnih in drugih okoljskih sprememb, bo zanesljivost opraševanja v prihodnosti vse manjša, kar ogroža stabilno pridelavo hrane in s tem prehransko varnost. Pomen pestrosti opraševalcev bo v prihodnosti zato še večji.

Glavni cilji raziskovalnega projekta so bili (1) ugotoviti pomen divjih opraševalcev pri opraševanju kmetijskih rastlin (predvsem sadnega drevja in jagodičevja) v Sloveniji, (2) na podlagi ugotovitev pripraviti rešitve za boljšo izrabo in trajnostno rabo potenciala divjih opraševalcev v Sloveniji in predlagati ukrepe za izboljšanje le-tega, (3) predlagati ukrepe za zmanjšanje negativnega vpliva kmetijstva in (4) preveriti zdravstveno stanje najpomembnejših divjih opraševalcev na kmetijskih površinah.

Ugotovili smo, da se združbe opraševalcev na različnih rastlinah zelo razlikujejo. Na vseh rastlinah razen na ameriški borovnici je številčno prevladovala medonosna čebela. Čmrlji so prevladovali na borovnici in bili pogosti na črne ribezu. Zadružne opraševalce so se tekom cvetenja zelo spreminjale, domnevno zaradi vremena in razpoložljivosti alternativnih virov hrane. Čmrlji so bili dva- do štirikrat hitrejši kot medonosna čebela, zato je njihov prispevek k opraševanju veliko večji kot bi lahko sklepali samo na podlagi njihove številčnosti. Kompleksnost in dinamičnost združb opraševalcev in njihove dejavnosti, kažeta na velik pomen ohranjanje pestrosti opraševalcev. Pri čmrljih smo potrdili prisotnost številnih povzročiteljev bolezni: virusov deformiranih kril, kronične paralize, akutne paralize, črnih matičnikov in virusa mešičkaste zalege, *Nosema bombi*, *N. ceranae*, *N. apis*, *Apicystis bombi*, *Crithidia bombi*, *Crithidia mellifica* in *Lotmaria passim*.

Pričujoči dvoletni projekt je v Sloveniji na področju raziskav pestrosti opraševalcev v kmetijstvu in zdravstvenega stanja čmrljev oral ledino. Prispeval je dragoceno znanje o pomenu divjih opraševalcev za opraševanje v kmetijstvu, kot tudi možnosti za zmanjšanje negativnega vpliva kmetijstva. Oboje je potrebo za začetek trajnostnega upravljanja populacij divjih opraševalcev za stabilno kmetijsko pridelavo.

ANG

Insect pollination is one of the most important ecosystem services, vital both for the functioning of ecosystems as well as in agricultural production. The function of pollination is being carried out by the always-in-focus honeybees and multitude of often overlooked wild pollinators, which are in some cases even more efficient than honeybees. Stable production is therefore tightly interleaved with biodiversity of pollinators. The most important among the wild pollinators are wild bees. Currently, there are 563 species of wild bees and 35 species of bumblebees known in Slovenia. Pollinators are also flies, butterflies, some beetles and wasps.

Populations of wild pollinators are in decline due to the changes in environment, which is being noticed also in Slovenia. Decline in the pollinators' populations was noted in several parts of the world and linked to the so-called »crisis of pollination«. Models of long-term pollination stability predict decrease of pollination success because of the climate and other environmental changes which presents challenges to the stable food production and food safety. Importance of pollinators biodiversity will only increase in the future.

Main goals of the project were (1) to evaluate importance of wild pollinators for pollination in agriculture in Slovenia, (2) to suggest more efficient and sustainable management of wild pollinators (3), to prepare suggestions how to decrease the negative impact of agriculture on pollinators and (4) to do a check-up on wild pollinators' health on agricultural lands.

Great differences in pollinator communities between different plants were found. In general, the most numerous pollinator of all plants except blueberry was honeybee. Bumblebees were the main pollinator of blueberry and frequent pollinator of blackcurrant. Great differences in pollinator communities among days were observed presumably due to different weather conditions and the availability of alternative food sources. Bumblebees were two to four times faster than honeybee. Therefore the importance of bumblebees is much greater than could be concluded only on the basis of their numbers. The complexity and dynamics of pollinator communities and activities show the great importance of maintaining pollinator diversity. The presence of several pathogens in Slovenian populations of bumblebees was detected: deformed wing virus, chronic bee paralysis, acute bee paralysis, black queen cell and sacbrood virus, *Nosema bombi*, *N. ceranae*, *N. apis*, *Apicystis bombi*, *Crithidia bombi*, *Crithidia mellificae* and *Lotmaria passim*.

The research project was the first to tackle the situation of wild pollinators in the agriculture and their bumblebee health status in Slovenia in times where this knowledge is becoming important on global scale. It contributed importantly to the knowledge about the pollinations and how do decrease the negative effects of the intensive agriculture. Both is required for stable and reliable food production.

4. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela oz. ciljev raziskovalnega projekta²

Cilji projekta so bili doseženi. V nadaljevanju so po delovnih svežnjih predstavljene ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Podrobneje in grafično so rezultati predstavljeni v prilogi (Zaključno poročilo za Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano).

DS1: POMEN DIVJIH OPRAŠEVALCEV PRI OPRAŠEVANJU KMETIJSKIH RASTLIN

DS1: Cilji

1. Ugotoviti pomen divjih opráševalcev pri opráševanju ekonomsko najpomembnejših od opráševanja žuželk odvisnih kmetijskih rastlin.
2. Ugotoviti kateri divji opráševalci so pri opráševanju kmetijskih rastlin najpomembnejši.
3. Ugotoviti kako se dejavnost opráševalcev spreminja preko dneva in tekom cvetenja.
4. Ugotoviti vpliv vremena na dejavnost opráševalcev.
5. Primerjati hitrost opráševanja medonosne čebele in čmrljev.

DS1: Ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja in rezultati

- Na vseh opazovanih rastlinah smo opazili pestre združbe oprasovalcev, ki so se tekom cvetenja spreminjale. Spremembe so domnevno posledica spreminjana vremenskih pogojev in razpoložljivosti drugih pašnih virov v okolju.
- Opazili smo velike razlike tako med rastlinskimi vrstami kot tudi med lokacijami. Razlike med vrstami so domnevno posledica razlik v ekologiji oprasovalcev in razlik v izločanju medičine, razlike med lokacijami pa so posledica razlik v združbah oprasovalcev in razpoložljivosti drugih pašnih virov v okolju.
- Številčno je večinoma prevladovala čebela, vendar je bil zelo pomemben delež tudi divjih oprasovalcev, zlasti na jagodičevju in v slabših vremenskih pogojih. Čmrlji so bili npr. na ameriški borovnici dejavni že pri 3 °C.
- Pri upoštevanju prispevka posameznih skupin oprasovalcev je nujno potrebno upoštevati tudi njihovo učinkovitost. Čmrlji npr. v enakem času oprasijo (obiščejo) 2- do 4-krat toliko cvetov kot medonosna čebela. Ob obisku tudi odložijo več cvetnega prahu, cvet stresejo, dejavni so tudi v slabem vremenu... Prispevek čmrljev k oprasovanju je zato veliko večji kot bi sklepali zgolj po njihovi številčnosti.
- Čmrlji so večinoma najbolj dejavni zjutraj in dopoldne in zvečer, zato so potencialno bolj izpostavljeni pesticidom. Medonosna čebela in čebele samotarke so večinoma najbolj dejavne v osrednjem delu dneva.
- Pri čmrljih izrazito prevladujejo vrste, ki gnezdijo pod zemljo, kar kaže na velik pritisk kmetijstva na čmrlje. Delež vrst, ki gnezdijo na površini in so zato bolj izpostavljena obdelavi s stroji, pa je bilo zelo malo.
- Drugo leto smo opazili manj čmrljev, kar je posledica zmanjšanja njihove populacije zaradi neugodnih razmer v preteklem letu (pozeba in s tem zmanjšanje prehranskih možnosti v že sicer osiromašenem okolju). Medonosna čebela je na to manj občutljiva, ker jo čebelarji lahko hranijo).

DS1: Učinki raziskovalnega projekta in njihova uporaba ter sodelovanje s tujimi partnerji

- Raziskava je prvi vpogled v združbe oprasovalcev v sadovnjakih v Sloveniji. Predlagamo nadaljevanje raziskav in sicer uporabe divjih oprasovalcev v kmetijstvu, vplivov pesticidov na oprasovalce in reden monitoring izbranih vrst oprasovalcev.
- Kompleksnost in dinamičnost združb oprasovalcev in njihove aktivnosti kažejo na pomen ohranjanja pestrosti oprasovalcev kot edine strategije zagotavljanja zanesljivega oprasovanja. Zaradi podnebnih sprememb bo v prihodnosti to še bolj pomembno.
- Rezultati dejavnosti oprasovalcev so pomembni z vidika upravljanja zdravstvenega varstva rastlin, ki je sedaj prilagojeno le dejavnosti medonosne čebele.
- Raziskava se bo nadaljevala v okviru projekta »Potencialna izpostavljenost čmrljev in drugih divjih oprasovalcev pesticidom pri škropljenju zgodaj zjutraj in zvečer« (26. 9. 2018 – 25. 9. 2021), ki ga financira Evropska agencija za varnost hrane (EFSA). Glavni cilj projekta je poglobiti znanje o dejavnosti oprasovalcev v sadovnjakih in pridobiti podatke, ki so potrebni za boljše upravljanje varstva rastlin.
- V letu 2019 se bo NIB vključil v mednarodno raziskavo CliPS (Climate change and its effect on Pollination Services), v okviru katere bo potekalo vzorčenje oprasovalcev na jablani v povezavi s podnebnimi spremembami.

DS2: REŠITVE ZA ZMANJŠANJE NEGATIVNIH VPLIVOV KMETIJSTVA NA DIVJE OPRAŠEVALCE IN BOLJŠO IZRABO IN TRAJNOSTNO RABO DIVJIH OPRAŠEVALCEV V KMETIJSTVU

DS2: Cilji

1. Testirati različne tipe nadomestnih gnezdišč za čmrlje in čebele samotarke.
2. Raziskati možnosti izboljšanja prehranskih razmer divjih oprasovalcev v nasadih.
3. Pripraviti predlog ukrepov za zmanjšanje negativnega vpliva kmetijstva na divje oprasovalce in boljšo izrabo in trajnostno rabo divjih oprasovalcev v kmetijstvu

DS2: Ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja in rezultati

- Najprimernejše gnezdišče za čebele samotarke so luknje v lesu. Kartonske ceke so manj primerne, čeprav jih čebele samotarke tudi naseljujejo. Čebele samotarke so največ naseljevale 8 mm in 6 mm luknje v lesu. Med cevkami se je velika večina naselila v cevkah s premerom 7 mm.
- Z nameščanjem gnezdišč smo v sadovnjakih povečali populacije čebel samotark. Število zapolnjenih lukenj v lesu je bilo drugo leto 140 %, zapolnjenih cevk pa 200 % večje kot prvo leto. Predvidevamo, da bo število v naslednjih letih še naraščalo.
- Uporabili smo poseben tip gnezdišč narejen iz kanalčkov v lesu, ki omogoča čiščenje gnezdišč in s tem preprečevanje prenamnožitve zajedavcev čebele samotark. Kontrola zajedavcev je pri gojenju samotark za namene oprasovanja zelo pomembna.
- Tako pri nas kot v tujini opazamo, da zaradi podnebnih sprememb čas cvetenje sadnega drevja in dejavnost čebel dišavk (dejavne so največ nekaj tednov) pogosto nista optimalno sinhronizirana. To je slabo tako z vidika oprasovanja sadnega drevja kot tudi razmnoževanja čebel, saj niso dejavne v času, ko je največ hrane. Rešitev težave bi bil razvoj metode gojenja, ki bi sadjarjem omogočala uravnavanje aktivnosti čebel dišavk v skladu s cvetenjem sadnega drevja.
- Naseljenost gnezdišč za čmrlje je bila zelo nizka. Za varovanje čmrljev je zato ključno ohraniti njihov naravni gnezdilni habitat – pozno košene travnike. Oba tipa gnezdilnic sta namenjena vrstam, ki gnezdiijo nad zemljo, slaba zasedenost pa je posreden pokazatelj šibkosti populacij teh vrst, ki so še posebej občutljive na kmetijsko dejavnost. Njihova gnezda so namreč v primerjavi z vrstami, ki gnezdiijo pod zemljo veliko bolj izpostavljena. Da so vrste, ki gnezdiijo na površini zelo redke, se je pokazalo tudi pri spremljanju dejavnosti na cvetovih.
- Medovite rastline lahko deloma izboljšajo prehranske razmere tudi za divje oprasovalce. Čmrljem koristi predvsem sončnica, manj facelija; čebelam samotarkam in muham trepetavkam pa predvsem facelija in ajda.
- Za ohranjanje pestrih združb oprasovalcev medovite rastline niso dovolj. Potrebno je ohraniti dovolj površin cvetočih pozno košenih travnikov.
- Pomembno je izobraževanje kmetov o medovitih rastlinah in drugih ukrepih za izboljšanje prehranskih razmer za oprasovalce.
- Pestrost oprasovalcev je ključna pri zagotavljanju zanesljivega oprasovanja v kmetijstvu. Varovanje zgolj medonosne čebele z vidika oprasovanja ni dovolj, ukrepi za varovaje le-te pa za ohranitev pestrosti oprasovalcev ne zadostujejo.
- Za izvajanje ukrepov za zmanjšanje negativnega vpliva kmetijstva in boljšo izrabo in trajnostno rabo divjih oprasovalcev v kmetijstvu je ključen ustrezen prenos znanja od raziskav, preko kmetijske svetovalne službe do kmetov.

DS2: Učinki raziskovalnega projekta in njihova uporaba ter sodelovanje s tujimi partnerji

- Rezultati bodo uporabljeni v okviru projekta Sadjarji za oprasovalce in oprasovalci za sadjarje. Projekt poteka v okviru Programa razvoja podeželja (14. 12. 2018 – 13. 12. 2021). Glavni cilji projekta so: (1) Izboljšati prenos znanja v prakso na področju divjih oprasovalcev v sadjarstvu. (2) Vzpostaviti dobre prakse varovanja oprasovalcev na vzorčnih kmetijskih gospodarstvih. (3) Izboljšati razmere za divje oprasovalce v sadovnjakih in s tem pripetati k varovanju biotske raznovrstnosti. (4). Povečati zanesljivost in kakovost oprasovanja. V sadovnjakih, ki so vključeni v projekt, bomo izboljšali prehranske in gnezdilne razmere za oprasovalce. Poleg tega bomo izvedli program usposabljanja za kmete, pripravili predavanja in delavnice, organizirali strokovni posvet, izdali priročnik in izobraževalne video vsebine.

DS3: ZDRAVSTVENO STANJE DIVJIH OPRAŠEVALCEV

DS3: Cilji

1. Pregled čmrljev na najpogostejše povzročitelje bolezni čmrljev
2. Pripraviti predlog ukrepov za izboljšanje zdravstvenega stanja čmrljev v Sloveniji.

DS3: Ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja in rezultati

- Čmrlji v Sloveniji so okuženi z virusom akutne paralize - ABPV, virusom črnih matičnikov - BQCV, virusom deformiranih kril - DWV in virusom mešičkaste zalege - SBV. Virus kronične paralize - CBPV pri čmrljih nismo ugotovili. Vsi ti virusi povzročajo okužbe pri medonosni čebeli.
- Prisotnost posameznih virusov se razlikuje glede na lokacijo in leto nabiranja.
- Razlike v prisotnosti virusov so tudi med vrstami čmrljev.
- Pri čmrljih v Sloveniji smo ugotovili tudi povzročitelje iz rodu *Nosema spp.* in sicer *Nosema bombi*, ki je značilna za čmrlje in *Nosema ceranae*, ki je tujerodna vrsta, ki parazitira na medonosni čebeli in se je k nam zanesla iz Azije.
- Poleg noseme smo potrdili tudi *Crithidia bombi* in *Apicystis bombi*, ki sta značilna za čmrlje. Z mikroskopsko preiskavo smo ugotovili tudi prisotnost vrteljcev, ki ne sodijo v prej omenjene vrste in predvidevamo, da pripadajo eni od vrst iz rodu *Crithidia*.
- Tudi pri okužbah s povzročitelji iz rodu *Nosema*, *Crithidia* in *Apicystis* smo ugotovili razlike glede na lokacijo. Z omenjenimi povzročitelji so bili v letu 2017 najbolj obremenjeni čmrlji iz lokacije Naklo, najmanj pa iz lokacije Grm. V letu 2018 je bilo na lokacijah Grm in Lukovica največ pozitivnih čmrljev na *Nosema ceranae* na lokaciji Grm, na *Nosema bombi* pa v Lukovici. *Crithidia bombi* je bila ugotovljena samo na lokaciji Grm.
- Ugotovili smo tudi razlike v okužbi s povzročitelji iz rodu *Nosema*, *Crithidia* in *Apicystis* glede na vrsto čmrlja. V letu 2017 je bilo največ pozitivnih pri vrsti *B. terrestris/lucorum*, pri vrsti *B. lapidarius* pa omenjenih povzročiteljev nismo potrdili, čeprav je bilo z mikroskopsko preiskavo pri tej vrsti največ pozitivnih na prisotnost drugih vrteljcev. V letu 2018 je bilo na *Nosema bombi* daleč največ pozitivnih čmrljev vrste *B. pascuorum*, največ različnih povzročiteljev pa je bilo ugotovljenih pri vrsti *B. terrestris/lucorum*. Pri vrsti *B. sylvarum* teh povzročiteljev nismo ugotovili.
- Ugotovili smo, da si čmrlji in medonosne čebele delijo številne povzročitelje bolezni. Pri čmrljih v raziskavi smo ugotovili prisotnost čebeljih virusov, *Nosema ceranae* in vrteljcev iz rodu *Crithidia*, ki ne pripadajo vrsti *Crithidia bombi*.
- Raziskava je bila opravljena na majhnem številu vzorcev, zato predstavlja omejen vpogled v zdravstveno stanje čmrljev v Sloveniji. Za boljšo sliko so potrebne nadaljnje raziskave in reden monitoring.

DS3: Učinki raziskovalnega projekta in njihova uporaba

- Raziskava je prvi vpogled v zdravstveno stanje čmrljev v Sloveniji. Pristnost bolezni, ki so sicer značilne za medonosno čebelo, je pokazala na nov, doslej povsem prezrt, vidik problematike zdravstvenega varstva čebel.

5. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev³

Program je bil v celoti realiziran.

V okviru raziskave smo preverjali naslednje hipoteze:

1. Združbe opravevalcev so na različnih vrstah jagodičja različne.
2. Čmrlji so bolj dejavni zjutraj, medonosna čebela pa v osrednjem delu dneva.
3. Vreme vpliva predvsem na dejavnost medonosne čebele, manj pa na dejavnost čmrljev.
4. Čmrlji so hitrejši in v enakem času obišejo več cvetov kot medonosna čebela.
6. Najprimernejše gnezdišče za čebele samotarke so luknje v lesu.
7. Naseljenost gnezdišč za čmrlje bo nizka.
8. Medovite rastline lahko izboljšajo prehranske razmere tudi za divje opravevalce.
9. Čmrlji v Sloveniji so okuženi z različnimi čebeljimi in čmrljimi patogeni.

Vse hipoteze smo potrdili.

6. Spremembe programa dela raziskovalnega projekta oziroma spremembe sestave projektne skupine⁴

Delo je potekalo v skladu z načrtovanim programom in cilji. Rezultati so v skladu s pričakovanji in hipotezami. Ni bilo sprememb.

7. Najpomembnejši dosežki projektne skupine na raziskovalnem področju⁵

		Dosežek	
1.	COBISS ID	4716410	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Medonosna čebela in čmrlji se okužujejo z istimi virusnimi sevi	
		<i>ANG</i> Honeybees and bumblebees are infected with the same strains of viruses	
		Upadanje števila različnih vrst opravevalcev je lahko med drugim tudi posledica bolezni in dovzetnosti na okužbe z različnimi RNA virusi. V zadnjih letih je vse več dokazov, da bi se nekatere vrste čebeljih virusov lahko prenašale med različnimi vrstami opravevalcev. V tej študiji smo z	

		Dosežek	
Opis	SLO	molekularnimi metodami izvedli genetsko tipizacijo pozitivnih vzorcev virusa akutne paralize čebel (ABPV), virusa črnih matičnikov (BQCV), virusa meščkaste zalege (SBV) in virusa Lake Sinai, ki smo jih ugotovili pri čebelah (<i>Apis mellifera carnica</i>) in čmrljih (<i>Bombus lapidarius</i> , <i>B. pascuorum</i> , <i>B. terrestris</i> , <i>B. lucorum</i>) v Sloveniji. Posamezno vrsto čebeljega virusa smo dokazovali s specifično metodo RT-PCR. V primeru pozitivnega rezultata smo produkte RT-PCR posameznega virusa direktno sekvencirali po Sangerju. S primerjavo od 408 do 783 nukleotidov dolgih odsekov virusnih genomov smo pri čebelah in čmrljih ugotovili od 98,5 do 100 % ujemanje nukleotidnega zaporedja, kar je nedvoumen dokaz, da isti sevi čebeljih virusov okužujejo obe skupini opráševalcev. Z izvedeno študijo v Sloveniji prvič dokazujemo, da so čebele in čmrlji okuženi z genetsko istimi sevi virusov ABPV, BQCV, SBV in virusom Lake Sinai. Vsekakor bo za uspešnejši nadzor virusnih okužb pri čebelah potrebno tovrstne študije razširiti tudi na druge vrste opráševalcev.	
	ANG	The decline of the number of different types of pollinators may be result of disease and susceptibility for infections with various RNA viruses. In recent years there has been growing evidence that certain types of honeybee viruses could be transmitted between different pollinators. In this study, sequencing of positive samples of acute bee paralysis virus (ABPV), black queen cell virus (BQCV), sacbrood bee virus (SBV) and Lake Sinai virus were carried out using molecular methods. Samples were collected and found positive in honeybees (<i>Apis mellifera carnica</i>) and bumblebees (<i>Bombus lapidarius</i> , <i>B. pascuorum</i> , <i>B. terrestris</i> , <i>B. lucorum</i>) in Slovenia. An individual type of bee virus was proven using a specific RT-PCR method. RT-PCR products of individual viruses were directly sequenced by Sanger method. By comparison 408 to 783 nucleotides of long fragments of viral genomes, we found 98,5 to 100% nucleotide identity in bees and bumblebees, which is clear evidence that the same strains of honeybee viruses are infecting both types of pollinators. This study, conducted in Slovenia, for the first time proves that bees and bumblebees are infected with genetically identical strains of ABPV, BQCV, SBV and Lake Sinai virus. For the successful control of viral infections in bees, further studies should also be extended to other types of pollinators.	
Objavljeno v		Slovensko akademsko čebelarsko društvo; Kmetijski inštitut Slovenije; Zbornik referatov; 2018; Str. 108-113; Avtorji / Authors: Toplak Ivan, Šimenc Laura, Pislak Metka, Bevk Danilo	
Tipologija		1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci	
2.	COBISS ID	4891215	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Razumevanje pomena opráševanja in pestrosti opráševalcev	
	ANG	Understanding of the importance of pollination and pollinator diversity	
Opis	SLO	V pričujoči raziskavi smo ocenili razumevanje pomena opráševanja in pestrosti opráševalcev v osnovni šoli in splošni javnosti. Podatke smo pridobili s pomočjo vprašalnika, ki s ga izpolnili devetošolci in spletnega vprašalnika za splošno javnost. Gre za prvo tovrstno raziskavo v Sloveniji. Ugotovili smo, da je zavedanje o pomenu opráševalcev in njihovi pestrosti pri devetošolcih in v splošni javnosti podobno. Obe ciljni skupini se zavedata pomena opráševanja in posledic izginjanja opráševalcev, slabše pa je bilo poznavanje pestrosti opráševalcev in njihove biologije.	
	ANG	In the present study, we made an assessment of the understanding of the importance of pollination and the diversity of pollinators in primary school pupils and the general public. The raw data were obtained by a questionnaire completed by pupils of the 9th grade of elementary school and an online questionnaire for the general public. This research is the first survey on understanding the importance of pollination and pollinator diversity in Slovenia. We have found that the awareness of the	

	Dosežek	
		importance of pollination and the pollinator diversity in the elementary school and the general public was similar. Both target groups were aware of the importance of pollination as well as of the consequences of the disappearance of pollinators. The knowledge about diversity and biology of pollinators was worse.
	Objavljeno v	Slovensko akademsko čebelarsko društvo; Kmetijski inštitut Slovenije; Zbornik referatov; 2018; Str. 75-82; Avtorji / Authors: Bevk Danilo, Furlani Martina
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
3.	COBISS ID	4099151 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Pestrost divjih čebel in njihov pomen za kmetijstvo in naravo
		<i>ANG</i> The diversity of wild bees and their importance for agriculture and nature
	Opis	<p><i>SLO</i> Predstavili smo pestrost divjih čebel in njihov pomen za kmetijstvo in naravo. Opraševalci spadajo med ključne vrste večine kopenskih ekosistemov. Kar 78 % divjih rastlin potrebuje opraševanje žuželk, od njihovega opraševanja pa je odvisnih tudi 84 % kmetijskih rastlin v Evropi. Vrednost opraševanja žuželk v kmetijstvu v Evropi in Sloveniji je ocenjena na 22 milijard EUR oziroma 120 milijonov EUR letno, kar predstavlja desetino dohodka od pridelave človeške prehrane. Med divjimi opraševalci prevladujejo divje čebele (čmrlji in čebele samotarke) in muhe trepetavke, medtem ko je prispevek metuljev, hroščev in drugih žuželk manjši. Pestrost opraševalcev povečuje količino in kakovost pridelka, zato je ohranjanje pestrosti opraševalcev pomembno tako za kmetijstvo kot naravne ekosisteme. V zadnjem času v številnih evropskih državah opazamo hitro upadanje pestrosti opraševalcev. Glede na Evropski rdeči seznam čebel, je ogroženih 9,2 % vrst. Med čmrlji, ki so najbolj raziskani, od 69 vrst, ki živijo v Evropi, izumrtje grozi kar 23,6 % vrst, populacije pa upadajo pri 45,6 % vrst. Glavni razlogi za upadanje populacij opraševalcev so izguba življenjskega prostora zaradi intenzivnega kmetijstva in urbanizacije in s tem povezane izgube prehranskih virov in gnezdišč, pesticidi, bolezni in podnebne spremembe. Slovenija ima še vedno razmeroma visoko pestrost divjih čebel (563 vrst), vendar po podatkih Rdečega seznama 14 % vrst grozi izumrtje. Geografske danosti in s tem povezana visoka gozdnatost preprečujejo razvoj intenzivnega kmetijstva na površinah, kot jih poznajo v zahodni Evropi. Potencial divjih opraševalcev je zato v Sloveniji še vedno razmeroma velik, a slabo izkoriščen. Brez strategije upravljanja populacij divjih opraševalcev ga lahko tudi hitro izgubimo.</p> <p><i>ANG</i> The diversity of wild bees and their importance for agriculture and nature was presented. Pollinators are the keystone species in most terrestrial ecosystems. 78 % of wildflowers need biotic pollination provided by insects and 84 % of European crops are directly dependent on insect pollination. The estimated value of crop pollination in Europe and Slovenia is around 22 billion EUR and 120 million EUR per year (10 % of the total economic value of agronomical output for human food). Wild pollinators are dominated by wild bees (bumblebees and solitary bees) and hoverflies while butterflies, beetles and other insects provide smaller contributions. The diversity of pollinators improves crop yield or fruit quality and thus restoring and maintaining pollinator diversity is thus very important for agriculture as well as for natural vegetation. In recent years a dramatic decline in wild pollinators has been documented in many European countries. According to the European Red list of bees 9.2 % of wild bee species are considered threatened. Bumblebees are the best studied group and of 69 European bumblebee species, 23.6% are threatened with extinction. Moreover, 45.6% of bumblebee species have declining population trend. The main identified reasons for pollinator decline are habitat loss due to agricultural intensification and urban sprawl (loss of floral resources and nesting sites), pesticides, diseases</p>

	Dosežek	
		and climate changes. At present, Slovenia still has a relatively high diversity of wild bees (563 species) but nevertheless, 14% of wild bees are considered threatened with extinction. Geography and related forest coverage prevent development of intensive agriculture on surfaces comparable to those in large parts of Western Europe. Therefore the potential of wild pollinators in Slovenia is still great, but largely ignored. Development of strategy for managing wild pollinators is therefore a short-term imperative.
	Objavljeno v	Slovensko akademsko čebelarsko društvo; Kmetijski inštitut Slovenije; Zbornik referatov; 2016; Str. 7-13; Avtorji / Authors: Bevk Danilo
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci

8. Najpomembnejši dosežek projektne skupine na področju gospodarstva, družbenih in kulturnih dejavnosti⁶

	Dosežek	
1.	COBISS ID	4565071 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Dejavnost oprasovalcev na jablani, črnem ribezu, jagodi, borovnici in malinah
		<i>ANG</i> Pollinators' activity on apple trees, blackcurrants, strawberries, blueberries and raspberries
	Opis	<i>SLO</i> 14 prispevkov na znanstvenih kongresih
		<i>ANG</i> 14 conference contributions
	Šifra	B.06 Drugo
	Objavljeno v	APIMONDIA; Abstract book; 2017; Str. 127; Avtorji / Authors: Bevk Danilo
	Tipologija	1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci
2.	COBISS ID	Vir: vpis v obrazec
	Naslov	<i>SLO</i> Potencialna izpostavljenost čmrljev in drugih divjih oprasovalcev pesticidom pri škropljenju zgodaj zjutraj in zvečer
		<i>ANG</i> Potential exposure of bumblebees and other wild pollinators to pesticides in spraying in the early morning and evening
	Opis	<i>SLO</i> Glavni cilj projekta je poglobiti znanje o dejavnosti oprasovalcev v sadovnjakih in pridobiti podatke, ki so potrebni za boljše upravljanje varstva rastlin. Vodja projekta je Nacionalni inštitut za biologijo, partner Kmetijski inštitut Slovenije. Projekt financira Evropska agencija za varnost hrane (EFSA). Trajanje: 26. 9. 2018 – 25. 9. 2021.
		<i>ANG</i> The main aim of the project is to provide a very detailed insight into the activity of pollinators in orchard and to provide data necessary for better management of plant protection. Project is led by National Institute of Biology, project partner is Agricultural Institute of Slovenia. Project is financed by European Food Safety Authority (EFSA). Duration: 26. 9. 2018 – 25. 9. 2021.
	Šifra	D.01 Vodenje/koordiniranje (mednarodnih in domačih) projektov
	Objavljeno v	http://www.nib.si/projektinib?view=project&id=309
	Tipologija	2.14 Projektna dokumentacija (idejni projekt, izvedbeni projekt)
3.	COBISS ID	Vir: vpis v obrazec
	Naslov	<i>SLO</i> SOOS: Sadjarji za oprasovalce in oprasovalci za sadjarje
		<i>ANG</i> Pollinators for fruit growers and fruit growers for pollinators
		Glavni cilji projekta so: (1) Izboljšati prenos znanja v prakso na področju divjih oprasovalcev v sadjarstvu. (2) Vzpostaviti dobre prakse varovanja

Dosežek		
Opis	SLO	opraševalcev na vzorčnih kmetijskih gospodarstvih. (3) Izboljšati razmere za divje opraševalce v sadovnjakih in s tem pripevati k varovanju biotske raznovrstnosti. (4). Povečati zanesljivost in kakovost opraševanja. Vodja projekta je Nacionalni inštitut za biologijo. Projekt financira Program razvoja podeželja 2014–2020 (80 % Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja, 20 % Republika Slovenija). Trajanje: 14. 12. 2018 – 13. 12. 2021.
	ANG	The main objectives of the project are: (1) To improve the transfer of knowledge into practice about wild pollinators in fruit growing. (2) Establish good practices for the protection of pollinators in orchards. (3) To improve conditions for wild pollinators and increase biodiversity in orchards. (4). Increase the reliability and quality of pollination. Project is led by National institute of Biology. Project is financed by Rural Development Programme 2014–2020 (80 % European Agricultural Fund for Rural Development, 20 % Republic of Slovenia). Duration: 14. 12. 2018 – 13. 12. 2021.
Šifra	F.17 Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
Objavljeno v	http://www.nib.si/projektinib?view=project&id=321	
Tipologija	2.14 Projektna dokumentacija (idejni projekt, izvedbeni projekt)	
4.	COBISS ID	4896079 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Pestrost opraševalcev za zanesljivo pridelavo hrane
	ANG	Pollinator diversity for reliable food production
Opis	SLO	Na Nacionalnem inštitutu za biologijo smo novembra 2018 organizirali javno predstavitev rezultatov projekta. Predstavitev se je udeležilo 80 udeležencev, med drugim tudi ministrica za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.
	ANG	Public presentation of results was organised at National institute of biology in November 2018. The event was attended by 80 participants including minister of agriculture, forestry and food.
Šifra	B.06 Drugo	
Objavljeno v	http://videlectures.net/nib_strokovni_posvet_oprasevalci/	
Tipologija	2.25 Druge monografije in druga zaključena dela	
5.	COBISS ID	4265551 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Divji opraševalci v kmetijstvu
	ANG	Wild pollinators in agriculture
Opis	SLO	12 predavanj (od tega 6 za kmete), 10 strokovnih in poljudnih člankov, 5 prispevkov na radiu in televiziji, 8 objav v tiskanih medijih in spletnih portalih, 1 samostojni sestavek v monografiji, 3 sodelovanj na mednarodnih delavnicah o opraševanju
	ANG	12 lectors (6 for farmers), 10 professional and popular articles, 5 radio and television broadcast, 8 publications in printed and electronic media, 1 chapter in a monograph, participation on 3 international workshops about pollination (Reading, Leiden, Brussels).
Šifra	B.06 Drugo	
Objavljeno v	2017; Avtorji / Authors: Bevk Danilo	
Tipologija	3.25 Druga izvedena dela	

9. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁷

Sodelovaje pri pripravi učnega načrta čebelarstvo: Član projektne skupine Danilo Bevk je sodeloval pri pripravi prenovljenega učnega načrta za izbirni predmet Čebelarstvo v osnovnih šolah. Prenovljen program ni namenjen samo medonosni čebeli ampak vključuje tudi pestrost oprasovalcev, biologijo divjih čebel, oprasovanje in ogroženost oprasovalcev. Program je dostopen na: http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/devetletka/predmeti_izbirni/Cebelarstvo_izbirni.pdf Program ukrepov za zmanjšanje ogroženosti medonosne čebele in divjih oprasovalcev: Dva člana projektne skupine sta bila člana projektne skupine za pripravo Programa ukrepov za zmanjšanje ogroženosti medonosne čebele in divjih oprasovalcev. Projektna skupina je delovala v okviru Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Program razvoja odličnosti v čebelarstvu: Trije člani projektne skupine so bili člani projektne skupine za pripravo Programa razvoja odličnosti v čebelarstvu. Projektna skupina je delovala v okviru Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Program vključuje tudi divje čebele. Svet za čebelarstvo: Trije člani projektne skupine so člani v Svetu za čebelarstvo Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Članstvo v SUPER-B (Sustainable Pollination in Europe: joint Research on Bees and other pollinators): Član projektne skupine, Danilo Bevk, je bil član Upravnega odbora projekta SUPER-B (2015-2018, ki je združeval raziskovalce, ki so vključeni v varovanje in trajnostno upravljanje ekosistemskih storitev v zvezi z oprasovanjem. Projekt je bil financiran v okviru COST (European Cooperation in Science and Technology). Sodelovanje študentov: V raziskave je bilo vključenih 9 študentov. Svetovni dan čebel Člani projektne skupine smo bili vključeni v aktivnosti v zvezi s svetovnim dnevom čebel, ki je bil razglašen na pobudo Slovenije.

10. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁸

10.1. Pomen za razvoj znanosti⁹

SLO

Projekt je v Sloveniji na področju raziskav pestrosti oprasovalcev v kmetijstvu in zdravstvenega stanja divjih oprasovalcev oral ledino. Prispeval je dragoceno znanje o prispevku divjih oprasovalcev k oprasovanju najpomembnejših kmetijskih rastlin, kot tudi možnostih za zmanjšanje negativnega vpliva kmetijstva na divje oprasovalce. Oboje je nujno za začetek trajnostnega upravljanja populacij divjih oprasovalcev ter za stabilno kmetijsko pridelavo. Pridobljeno znanje bo pomembno tudi za mednarodno znanost. Večina raziskav divjih oprasovalcev je bila namreč opravljenih v zahodni Evropi, torej na območjih, kjer prevladuje intenzivno kmetijstvo in je značilna nižja biotska pestrost. Nasprotno so v Sloveniji obdelovalne površine precej manjše, obdajajo pa jih razmeroma velike površine naravnih in pol-naravnih ekosistemov, kar omogoča preživetje pestrih združb oprasovalcev. Rezultati projekta bodo tako osvetlili pomen divjih oprasovalcev v razmerah, ki je značilno za naše kmetijstvo.

ANG

Project was the first in Slovenia to study biodiversity of wild pollinators in agriculture. This way we estimated the importance of wild pollinators in the process of pollination and possibilities of reducing the negative impact of agriculture on the populations of wild pollinators. Both is needed for a long-term and sustainable management of pollinators' population and stable agricultural production. There is expressed international interest on this topic, especially because most of up-to-date investigations were performed in western Europe, where the intensive agriculture is a dominant form and there is consequently lower biodiversity. Areas, dedicated to intensive agriculture in Slovenia are on the other hand smaller, embedded within relatively greater natural and natural-like ecosystems, which support the populations of wild pollinators. The results of the projects will therefore be important for both the regional agriculture and comparatively to western regions with their destroyed ecosystems.

10.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Pomen za kmetijstvo Predlagani projekt je kot prvi v Sloveniji obravnaval pomen pestrosti oprasovalcev v kmetijstvu. Oprasovanje je v določenih kmetijskih panogah, zlasti sadjarstvu in zelenjadarstvu, ena ključnih ekosistemskih storitev. Znanje pridobljeno s projektom bo ob prenosu v prakso kmetovalcem zato pomagalo povečati zanesljivost oprasovanja in s tem

povečati pridelavo kakovostne hrane, tudi v slabših pogojih pridelave (slabo vreme v času cvetenja) in bo prispevalo k bolj trajnostnemu kmetijstvu. Opraševalcem prijazna pridelava bo lahko tudi priložnost za trženje zdrave v Sloveniji pridelane hrane, kar bo izboljšalo konkurenčnost in dohodkovni položaj pridelovalcev. Pomen za varovanje naravne dediščine Opraševanje je kot ena ključnih ekosistemskih storitev nujno za ohranjanje pestrosti ekosistemov. Biotsko pestrost ekosistemov lahko zagotavljajo samo pestre združbe opraševalcev. Ker je kmetijstvo eden glavnih dejavnikov ogrožanja divjih opraševalcev, je bil eden pomembnejših ciljev projekta pripraviti predloge ukrepov, ki bodo negativen vpliv kmetijstva zmanjšali. Projekt tako pomembno prispeva k ohranjanju pestrosti opraševalcev v Sloveniji. Sodelovanje ustanov Predlagani projekt je okrepil sodelovanje ustanov, ki se ukvarjajo z raziskovanjem in varovanjem biotske pestrosti (NIB), ustanov, ki se ukvarjajo z raziskovanjem na področju kmetijstva (KIS, GRM, BC) in ustanove, ki deluje na področju raziskav bolezni živali (VF). Istočasno je okrepil tudi sodelovanje raziskovalnih (NIB, KIS, VF) in izobraževalnih ustanov (VF, GRM, BC) in s tem zagotovil prenos znanja h končnim uporabnikom.

ANG

Agriculture Project proposal tackled the pollinators' biodiversity in Slovenia like model rural environment for the first time. Pollination is key ecosystem service and absolutely vital in fruit and vegetable production. The knowledge obtained with this project will be transferred to the food producers to improve the reliability of pollinations even in challenging conditions like rainy weather in time of flowering. Pollinator friendly fruit and vegetable production is an opportunity to market healthy locally produced food, which will improve competitiveness and income status of producers. Nature protection Pollination is key ecosystem service which maintains the ecosystem diversity. Agriculture is often blamed for having negative impact on pollinators' populations. One of the main goals was to prepare set of instructions and advices for the fruit and vegetable producers which will support their goals and maintain the pollinators' populations as well. Inter-institutional collaboration Proposed project enhanced inter-institutional collaboration and bint together experts that are tasked with research and protection of biodiversity, agriculture and animal disease control. At the same time we enhanced collaboration between research institutions and institutions that provide dissemination to future experts. In this way, we will established an important pillar of vertical communication and ensure that our findings find their way to end-users.

11. Vpetost raziskovalnih rezultatov projektne skupine

11.1. Vpetost raziskave v domače okolje

Kje obstaja verjetnost, da bodo vaša znanstvena spoznanja deležna zaznavnega odziva?

- v domačih znanstvenih krogih
- pri domačih uporabnikih

Kdo (poleg sofinancerjev) že izraža interes po vaših spoznanjih oziroma rezultatih?¹¹

Evropska agencija za varnost hrane (EFSA): Na njihovo pobudo smo začeli raziskavo, ki je nadaljevanje in poglobitev dela raziskav, ki smo jih začeli v okviru CRP. Program razvoja podeželja: Financira projekt, ki je neposreden prenos znanja pridobljenega v okviru CRP v prakso. Gospodarstvo: Potekajo pogovori za začetek raziskovanega sodelovanja s podjetjem, ki razvija zeleno infrastrukturo za opraševalce.

11.2. Vpetost raziskave v tuje okolje

Kje obstaja verjetnost, da bodo vaša znanstvena spoznanja deležna zaznavnega odziva?

- v mednarodnih znanstvenih krogih
- pri mednarodnih uporabnikih

Navedite število in obliko formalnega raziskovalnega sodelovanja s tujini raziskovalnimi inštitucijami:¹²

Sodelovanje na področju divjih opraševalcev: Član projektne skupine, Danilo Bevk, je bil član upravnega odbora COST projekta SUPER-B (2015-2018, ki je združeval raziskovalce, ki so vključeni v varovanje in trajnostno upravljanje ekosistemskih storitev v zvezi z opraševanjem. V letu 2019 se je NIB vključil v mednarodno raziskavo CliPS (Climate change and its effect on Pollination Services), ki poteka pod vodstvom »Université libre de Bruxelles« in Univerzo v Gentu.

Kateri so rezultati tovrstnega sodelovanja:¹³

V okviru projekta SUPER-B smo sodelovali v štirih mednarodnih raziskavah: 1. Razumevanje pomena opraševanja in pestrosti opraševalcev pri osnovnošolcih (raziskava pod vodstvom NIB). 2. Pogled sadjarjev in čebelarjev na opraševanje (pod vodstvom Univerze v Readingu). 3. Uporabnost kmetijsko okoljskih shem z vidika opraševalcev (pod vodstvom Scotland's Rural College) 4. Razumevanjem pomena različnih vrst opraševalcev pri sadjarjih ocenjevali (pod vodstvom The New Zealand Institute for Plant & Food Research). Rezultat vsake raziskave bo vsaj ena znanstvena objava.

12. Označite, katerega od navedenih ciljev ste si zastavili pri projektu, katere konkretne rezultate ste dosegli in v kakšni meri so doseženi rezultati uporabljeni

Cilj		
F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE

	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE

	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="Uporabljen bo v naslednjih 3 letih"/>
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="Delno"/>
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.32	Mednarodni patent	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.34	Svetovalna dejavnost	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

Komentar**13. Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja**

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visokošolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.06.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete					
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj					
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

G.07.03.	Energetska infrastruktura						
G.07.04.	Drugo:						
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva						
G.09.	Drugo:						

Komentar

14. Naslov spletne strani za projekte, odobrene na podlagi javnih razpisov za sofinanciranje raziskovalnih projektov za leti 2016 in 2017¹⁴

<http://www.nib.si/projektinib?view=project&id=263>

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni;
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja in obdelavo teh podatkov za evidence ARRS;
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki (v primeru, da poročilo ne bo oddano z digitalnima podpisoma);
- so z vsebino zaključnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta;
- bomo sofinancerjem istočasno z zaključnim poročilom predložili tudi elaborat na zgoščenki (CD), ki ga bomo posredovali po pošti, skladno z zahtevami sofinancerjev.

Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba
raziskovalne organizacije:*

in

vodja raziskovalnega projekta:

Nacionalni inštitut za biologijo

Al Vrezec

ŽIG

Datum:

Oznaka poročila: ARRS-CRP-ZP-2019/8

¹ Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku). [Nazaj](#)

² Navedite cilje iz prijave projekta in napišite, ali so bili cilji projekta doseženi. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

³ Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

⁴ Navedite morebitna bistvena odstopanja in spremembe od predvidenega programa dela raziskovalnega projekta, zapisanega v prijavi raziskovalnega projekta. Navedite in utemeljite tudi spremembe sestave projektne skupine v zadnjem letu izvajanja projekta. Če sprememb ni bilo, navedite »Ni bilo sprememb«. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁵ Navedite dosežke na raziskovalnem področju (največ deset), ki so nastali v okviru tega projekta.

Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'. [Nazaj](#)

⁶ Navedite dosežke na področju gospodarstva, družbenih in kulturnih dejavnosti (največ pet), ki so nastali v okviru tega projekta.

Dosežek iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka, sistem nato sam izpolni podatke, manjkajoče rubrike o dosežku pa izpolnite.

Dosežek na področju gospodarstva, družbenih in kulturnih dejavnosti je po svoji strukturi drugačen kot znanstveni dosežek. Povzetek znanstvenega dosežka je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.

Povzetek dosežka na področju gospodarstva, družbenih in kulturnih dejavnosti praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato ni enoznačen izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. prehod mlajših sodelavcev v gospodarstvo na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovitev podjetja kot rezultat projekta ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)

⁷ Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 7 in 8 (npr. v sistemu COBISS rezultat ni evidentiran). Največ 2.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

⁸ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/> za posamezen projekt, ki je predmet poročanja. [Nazaj](#)

⁹ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹⁰ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹¹ Največ 500 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹² Največ 500 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹³ Največ 1.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹⁴ Izvajalec mora za projekte, odobrene na podlagi Javnega razpisa za izbiro raziskovalnih projektov Ciljnega raziskovalnega programa »CRP 2016« v letu 2016, Ciljnega raziskovalnega programa »CRP 2017« v letu 2017 in Javnega razpisa za izbiro raziskovalnih projektov Ciljnega raziskovalnega programa »Zagotovimo.si hrano za jutri« v letu 2016, na spletnem mestu svoje RO odpreti posebno spletno stran, ki je namenjena projektu. Obvezne vsebine spletne strani so: vsebinski opis projekta z osnovnimi podatki glede financiranja, sestava projektne skupine s povezavami na SICRIS, faze projekta in njihova realizacija, bibliografske reference, ki izhajajo neposredno iz izvajanja projekta ter logotip ARRS in drugih sofinancerjev. Spletna stran mora ostati aktivna še 5 let po zaključku projekta. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-CRP-ZP/2019 v1.00
3E-DB-EC-51-9F-CB-3E-CB-92-D4-D4-47-C2-19-88-15-F2-20-DB-57



Nacionalni inštitut za biologijo
Večna pot 111
1000 Ljubljana

Zaključno poročilo o rezultatih opravljenega raziskovalnega dela na
projektu:

Pomen divjih opraševalcev pri opraševanju kmetijskih rastlin in trajnostno upravljanje v kmetijstvu za zagotovitev zanesljivega opraševanja

CRP V4-1622

1. 10. 2016 – 30. 9. 2018



Poročilo za Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano

dr. Danilo Bevk (NIB), dr. Janez Prešeren (KIS) in dr. Metka Pislak Ocepek (VF),

dr. Mateja Colarič Bajc (GRM Novo mesto) in dr. Marija Gregori (BC Naklo),

dr. Al Vrezec (NIB)

Ljubljana, 12. oktober 2018

1 PODATKI O PROJEKTU

1. Šifra (ARRS) ter naziv izvajalca in soizvajalcev projekta (raziskovalne organizacije):

2.

105	Nacionalni inštitut za biologijo
401	Kmetijski inštitut Slovenije
406	Univerza v Ljubljani, Veterinarska fakulteta
3019	Grm Novo mesto – center biotehnike in turizma
2079	Biotehniški center Naklo

2. Šifra projekta:

V4-1622, pogodba št. 2330-16-000192

3. Naslov projekta

3.1. Naslov projekta v slovenskem jeziku:

Pomen divjih oprasovalcev pri oprasovanju kmetijskih rastlin in trajnostno upravljanje v kmetijstvu za zagotovitev zanesljivega oprasovanja

3.2. Naslov projekta v angleškem jeziku:

The importance of wild pollinators for crop pollination and sustainable management in agriculture to ensure reliable pollination

3.3. Ključne besede projekta v slovenskem jeziku

oprasovanje kmetijskih rastlin, divji oprasovalci, čmrlji, čebele samotarke, medonosna čebela, pestrost oprasovalcev, bolezni

3.4. Ključne besede v angleškem jeziku

pollinating crops, wild pollinators, bumblebees, solitary bees, honeybee, pollinator diversity, diseases

4. Šifra ter ime in priimek vodje projekta:

21502	doc. dr. Al Vrezec
-------	--------------------

Datum: 12. 10. 2018

Vodje projekta:

doc. dr. Al Vrezec

Urednik poročila:

doc. dr. Danilo Bevk

Podpis in žig izvajalca:

izr. prof. dr. Matjaž Kuntner,
direktor

KAZALO

1	PODATKI O PROJEKTU	3
2	POVZETEK.....	5
3	UVOD	7
3.1	Opraševanje žuželk	7
3.2	Pestrost divjih čebel	7
3.3	Pomen pestrosti opraševalcev.....	8
3.4	Posebnosti opraševanja divjih čebel.....	8
3.5	Ogroženost divjih čebel	9
3.6	Bolezni divjih čebel.....	10
3.7	Varovanje divjih čebel za zagotovitev opraševanja	11
4	REZULTATI IN RAZPRAVA.....	12
4.1	DS1: Pomen divjih opraševalcev pri opraševanju kmetijskih rastlin	12
4.1.1	DS1.1: Kvantitativno spremljanje dejavnosti opraševalcev na jablani, jagodah, borovnicah, malinah in ribezu (NIB, KIS, GRM, BC Naklo).....	12
4.1.2	DS1.2: Kvalitativno spremljanje dejavnosti opraševalcev (NIB, KIS, GRM)	35
4.1.3	DS1.3: Spremljane dejavnosti opraševalcev s pomočjo kamere (KIS)	38
4.2	DS2: Rešitve za zmanjšanje negativnih vplivov kmetijstva na divje opraševalce in boljšo izrabo in trajnostno rabo divjih opraševalcev v kmetijstvu	42
4.2.1	DS2.1: Nadomestna gnezdišča za divje opraševalcev v sadovnjakih (NIB, KIS, GRM, BC Naklo).....	42
4.2.2	DS2.2: Izboljšanje prehranskih možnosti divjih opraševalcev v nasadih in okolici (NIB, BC Naklo, GRM, KIS).....	49
4.2.3	Predlog ukrepov za zmanjšanje negativnega vpliva kmetijstva in boljšo izrabo in trajnostno rabo divjih opraševalcev v kmetijstvu (NIB).....	50
4.3	DS3: Zdravstveno stanje divjih opraševalcev	56
4.3.1	DS3.1: Laboratorijske preiskave čmrljev na virusne povzročitelje z metodo RT-PCR in povzročitelje iz rodov <i>Nosema</i> , <i>Crithidia</i> in <i>Apicystis</i> z mikroskopsko preiskavo in z metodo PCR (VF, NIB).....	56
4.3.1	Predlog ukrepov za izboljšanje zdravstvenega stanja čmrljev v Sloveniji (VF, NIB).....	66
5	DISEMINACIJA	68
6	BIBLIOGRAFSKI IN DRUGI DOSEŽENI REZULTATI PROJEKTNE SKUPINE NA TEMO PROJEKTA	70
7	ZAHVALA	77
8	LITERATURA	78

2 POVZETEK

OZADJE

- Opraševanje žuželk je **nepogrešljiva ekosistemska storitev**, v Sloveniji samo v kmetijstvu ovrednotena na okrog 120 milijonov EUR letno. Za Evropo znaša ocena 22 milijard EUR, za svet vsaj 153 milijard EUR letno (zgolj pri pridelavi hrane).
- **Od opraševanje je odvisnih približno 4/5 kmetijskih in divjih rastlin, pestrost opraševalcev je ključna za zanesljivo pridelavo hrane in ohranjanje biotske pestrosti.**
- **Od opraševanja ni odvisna samo količina, ampak tudi kakovost** (oblika, obstojnost, hranilna vrednost) pridelka. **Hrana pridelana z opraševanjem žuželk je ključen vir določenih vitaminov** in s tem nepogrešljiva za zdravje ljudi. Zaradi naraščanja števila prebivalcev **potrebe po opraševanju naraščajo.**
- Poleg medonosne čebele so **za opraševanje ključnega pomena tudi divji opraševalci**, ki v kmetijstvu prispevajo vsaj polovico, so celo bolj učinkoviti in zaradi boljše oprašitve zagotavljajo kakovostnejši pridelek.
- Zaradi sprememb v okolju bo zanesljivost opraševanja v prihodnosti vse manjša, ponekod po svetu se zato že soočajo s **krizo opraševanja**. Zaradi neupoštevanja potreb divjih opraševalcev v kmetijstvu in drugih sprememb v okolju, **populacije in pestrost divjih opraševalcev upadajo**, zaradi česar je dolgoročno **ogrožena tudi stabilna pridelava hrane in s tem prehranska varnost.**
- **Medonosna čebela divjih opraševalcev ne more nadomestiti**, zato varovanje zgolj nje ne zadostuje. Zaradi podnebnih sprememb, ki se kažejo tudi kot neugodno vreme v času cvetenja, ko medonosna čebela lahko povsem odpove, bo v prihodnosti vloga divjih opraševalcev, zlasti čmrljev, ki so dejavni tudi v dežju, mrazu in vetru, še večja.
- V Sloveniji je bilo doslej najdenih **563 vrst divjih čebel** (čmrljev in čebel samotark). Zaradi naravnih danosti je **potencial divjih opraševalcev razmeroma velik, a slabo izkoriščen** in brez strategije trajnostnega upravljanja, ga že izgubljam.

CILJI PROJEKTA

- Ugotoviti **pomen divjih opraševalcev pri opraševanju** ekonomsko najpomembnejših, od opraševanja odvisnih, kmetijskih rastlin (predvsem sadnega drevja in jagodičevja) v Sloveniji.
- Pripraviti **rešitve za boljšo izrabo in trajnostno rabo potenciala divjih opraševalcev v Sloveniji** in predlagati ukrepe za izboljšanje le-tega.
- Predlagati **ukrepe za zmanjšanje negativnega vpliva kmetijstva.**
- **Preveriti zdravstveno stanje** najpomembnejših divjih opraševalcev na kmetijskih površinah.

REZULTATI

- **Na sadnem drevju in jagodičju smo opazili pestre združbe opraševalcev, ki so se tekom cvetenja spreminjale.** Opazili smo velike razlike tako med rastlinskimi vrstami kot tudi med lokacijami.

- **Kompleksnost in dinamičnost združb opráševalcev in njihove aktivnosti kažejo na pomen ohranjanja pestrosti opráševalcev kot edine strategije zagotavljanja zanesljivega opráševanja.** Zaradi podnebnih sprememb bo v prihodnosti to še bolj pomembno.
- **Številčno je večinoma prevladovala medonosna čebela, vendar je bil zelo pomemben delež tudi divjih opráševalcev,** zlasti na jagodičevju in v slabših vremenskih pogojih.
- **Pri upoštevanju prispevka posameznih skupin opráševalcev je nujno upoštevati tudi njihovo učinkovitost.** Čmrlji npr. v enakem času oprášijo (obiščejo) 2- do 4-krat toliko cvetov kot medonosna čebela. Upoštevati je treba tudi, da ob obisku odložijo več cvetnega prahu, cvet stresejo, dejavni so tudi v slabem vremenu... **Prispevek divjih opráševalcev k opráševanju je zato veliko večji kot bi sklepali zgolj po njihovi številčnosti.**
- **Čmrlji so večinoma najbolj dejavni zjutraj in dopoldne in zvečer, zato so potencialno bolj izpostavljeni pesticidom.** Medonosna čebela in čebele samotarke so večinoma najbolj dejavne v osrednjem delu dneva.
- **Pri čmrljih izrazito prevladujejo vrste, ki gnezdijo pod zemljo, kar kaže na velik pritisk kmetijstva na čmrlje.** Delež vrst, ki gnezdijo na površini in so zato bolj izpostavljena obdelavi s stroji, pa je bilo zelo malo.
- **Ukrepi za varovaje medosne čebele za ohranitev pestrosti opráševalcev ne zadoščajo.**
- **Z nameščanjem gnezdišč lahko povečamo populacije čebel samotark.** Najprimernejše nadomestno gnezdišče so luknje v lesu.
- **Medovite rastline lahko deloma izboljšajo prehranske razmere tudi za divje opráševalce, vendar za ohranjanje pestrih združb opráševalcev to ni dovolj.** Potrebno je ohraniti dovolj površin cvetočih pozno košenih travnikov.
- Za izvajanje ukrepov za zmanjšanje negativnega vpliva kmetijstva in boljšo izrabo in trajnostno rabo divjih opráševalcev v kmetijstvu je **ključen ustrezen prenos znanja od raziskav, preko kmetijske svetovalne službe do kmetov.**
- **Prva raziskava zdravstvenega stanja čmrljev v Sloveniji je pokazala, da so čmrlji so okuženi z virusom akutne paralize - ABPV, virusom črnih matičnikov - BQCV, virusom deformiranih kril - DWV in virusom mešičkaste zalege - SBV.** Vsi ti virusi povzročajo okužbe pri medonosni čebeli. Prisotnost posameznih virusov se razlikuje glede na lokacijo, kjer so bili čmrlji nabrani in leto nabiranja. Razlike v prisotnosti virusov so tudi med vrstami čmrljev.
- **Pri čmrljih v Sloveniji smo ugotovili tudi povzročitelje iz rodu *Nosema spp.*** in sicer *Nosema bombi*, ki je značilna za čmrlje in *Nosema ceranae*, ki je tujerodna vrsta, ki parazitira na medonosni čebeli in se je k nam zanesla iz Azije, *Crithidia bombi* in *Apicystis bombi*, ki sta značilna za čmrlje. Tudi pri teh povzročiteljih so razlike med lokacijami in vrstami.
- **Ugotovili smo, da si čmrlji in medonosne čebele delijo številne povzročitelje bolezni.** Pri čmrljih v raziskavi smo ugotovili prisotnost čebeljih virusov, *Nosema ceranae* in vrteljcev iz rodu *Crithidia*, ki ne pripadajo vrsti *Crithidia bombi*.
- **Raziskava je prvi vpogled v združbe opráševalcev v sadovnjakih in zdravstveno stanje čmrljev pri nas.** Predlagamo nadaljevanje raziskav in sicer uporabe divjih opráševalcev v kmetijstvu in vplivov pesticidov in bolezni na opráševalce ter reden monitoring izbranih vrst in bolezni divjih opráševalcev.
- **Pestrost opráševalcev v Sloveniji pada, a je še vedno razmeroma visoka. Ob hitrem ukrepanju in ustreznem upravljanju bi Slovenija lahko postala model trajnostnega upravljanja pestrosti opráševalcev za stabilno pridelavo hrane in ohranjanje biodiverzitete.**

3 UVOD

3.1 OPRAŠEVANJE ŽUŽELK

Opraševanje žuželk je **ena najpomembnejših ekosistemskih storitev, pomembnih tako za delovanje naravnih kot kmetijskih ekosistemov**. Opraševanje žuželk namreč potrebuje kar 78 % divjih rastlin, vsaj deloma pa je od njega odvisnih 84 % kmetijskih rastlin, ki se pridelujejo v Evropi (Potts in sod. 2015). Opraševanje žuželk je pomembno tako z vidika ohranjanja biotske pestrosti kot kmetijske pridelave. K ekonomski vrednosti kmetijstva prispeva približno 10 %. Na svetovni ravni je tako vrednost opraševanja žuželk zgolj pri pridelavi hrane ocenjena na 153 milijard EUR letno (Gallai in sod. 2009), za Evropo pa ocena znaša 22 milijard EUR letno (Potts in sod. 2015). Za Slovenijo 10 % kmetijske proizvodnje pomeni približno 120 milijonov EUR letno.

Od opraševanja ni odvisna samo količina ampak tudi kakovost pridelka (Hoehn in sod. 2008, Garratt s sod. 2014), oboje pa vpliva na kakovost prehrane in s tem na zdravje ljudi (Smith in sod. 2015). Čeprav večino človeške prehrane predstavljajo vetrocvetke, pa je hrana, ki je pridelana s pomočjo opraševanja žuželk ključen vir določenih vitaminov, maščob in mineralov.

Potrebe po opraševanju naraščajo. V svetovnem merilu je v zadnje pol stoletja število gojenih čebeljih družin naraslo za 45 %, potreba po opraševanju kmetijskih rastlin pa se je povečala za kar 300 % (Aizen in Harder 2009).

Šele v zadnjem času se je izkazalo, da je **poleg medonosne čebele zelo pomembna tudi vloga divjih opraševalcev**, ki so v primerjavi z medonosno čebelo v mnogih primerih celo bolj učinkoviti (Garibaldi in sod. 2013). Zaradi večje učinkovitosti je njihov prispevek k opraševanju tako lahko večji, kot bi lahko sklepali zgolj po njihovi številčnosti. Za zanesljivo opraševanje in s tem povezano stabilno pridelavo in ohranjanje biodiverzitete je zato ključnega pomena ohranjanje pestrosti opraševalcev (Garibaldi in sod. 2011, 2013, Winfree in sod. 2007).

3.2 PESTROST DIVJIH ČEBEL

Med divjimi opraševalci so najpomembnejše divje čebele, torej čmrlji in čebele samotarke. Doslej je bilo v Sloveniji najdenih 563 vrst divjih čebel (Gogala 2014), od tega 35 vrst čmrljev (Grad in sod. 2010). Pomembne so tudi muhe trepetavke (de Groot in Bevk 2012, Orford in sod. 2015), ostale žuželke npr. metulji, nekateri hrošči in ose, pa k opraševanju prispevajo manjši delež (Abrol 2012).

Podobno kot medonosna čebela tudi čmrlji živijo v skupnostih (družinah), ki jih sestavljajo matica in od nekaj deset do nekaj sto delavk. Družine nastanejo vsako pomlad na novo in trajajo le nekaj mesecev. Zimo namreč preživijo le v preteklem letu izglele matice. Prezimijo otrple v tleh in spomladi ob prvi močnejši otoplitvi postanejo dejavne, kmalu za tem pa pričnejo gnezditi. Gnezdo je lahko pod zemljo v opuščeni gnezdi glodavcev, na površini v mahu ali šopu trav, nekatere vrste gnezdijo tudi višje, npr. v duplih, na podstrešjih itd.. Matica v gnezdu sama poskrbi za prvo generacijo delavk. Te potem pomagajo pri nabiranju hrane in skrbi za zarod, zato matica preneha zapuščati gnezdo in

družina se sčasoma povečuje. Proti koncu poletja, pri nekaterih vrstah že prej, se izležejo troti (samci) in nove matice. Matice se po parjenju odpravijo na prezimovanje in družina postopoma propade (Grad in sod. 2010).

V nasprotju s čmrlji večina ostalih vrst divjih živi samotarsko, zato jim pravimo tudi čebele samotarke. So zelo raznolike, saj najmanjše merijo samo 3 mm, največje pa kar 25 mm in so večje od čmrljev. Za samotarske vrste je značilno, da vsaka samica sama poskrbi za svoj zarod. Gnezda so od vrste do vrste različna. Gnezdijo lahko v luknjah v lesu, v votlih steblih, v zemlji na tleh ali celo v polžjih hiškah. V gnezdo odložijo jajčeca in jih oskrbijo s pelodom, nato pa ga zaprejo z blatom, kamenčki ali koščki listja. Skrb za potomstvo je s tem zaključena. Iz jajčec se izležejo ličinke, ki se hranijo s pelodom in nato zabubijo ter večinoma šele naslednjo pomlad izletijo kot odrasle čebele (Gogala 2014).

3.3 POMEN PESTROSTI OPRAŠEVALCEV

Divji opráševalci so zelo učinkoviti in za zanesljivo opráševanje je pestrost opráševalcev ključnega pomena. V obsežni raziskavi, ki je analizirala podatke s 600 polj in vključevala 41 kmetijskih rastlin, so ugotovili, da je **učinek na povečanje pridelka pri divjih opráševalcih dvakrat večji kot pri medonosni čebeli**, kar kaže na boljšo kakovost opráševanja. **Divji opráševalci povečajo pridelek tudi, če je medonosnih čebel veliko**, kar pomeni, da medonosna čebela divje opráševalce dopolnjuje, ne more pa jih nadomestiti (Garibaldi in sod. 2013).

Pri opráševanju jabolk se z večanjem pestrosti divjih čebel pridelek povečuje (Martins in sod. 2015, Mallinger in Gratton 2015), medtem ko pri povečevanju števila medonosnih čebel v sadovnjaku tega niso opazili (Mallinger in sod. 2015). Tudi pri opráševanju buč so ugotovili, da je število semen v pozitivni korelaciji z vrstno pestrostjo čebel, medtem ko število obiskov čebel na število semen ni imelo vpliva (Hoehn in sod. 2015). Posredno so vpliv pestrosti opráševalcev na pridelek pokazali tudi v raziskavi Anderssona in sod. (2012), kjer so primerjali uspešnost opráševanja v nasadih jagod na konvencionalnih in ekoloških kmetijah. Ugotovili so, da je bil delež popolnoma oprášenih jagod na ekoloških kmetijah 2,6-krat večji, razlika pa je bila opazna že dve do štiri leta po prehodu na ekološko kmetovanje. Večji pridelek bi lahko bil posledica večjega števila in/ali pestrosti opráševalcev pri ekološkem kmetovanju, čeprav tega niso spremljali.

3.4 POSEBNOSTI OPRAŠEVANJA DIVJIH ČEBEL

Pomen pestrosti opráševalcev lahko razložimo kot posledico razlik v morfologiji, ekologiji, vedenju in življenjskih ciklih. Prednost medonosne čebele kot opráševalke je, da živi v velikih družinah in tudi prezimuje v velikem številu, poleg tega pa prideluje čebelje pridelke, zato je privlačna za gojenje. Vendar ima na primer v primerjavi s čmrlji tudi določene pomanjkljivosti. V nasprotju z njimi ni dejavna v dežju, mrazu in vetru, takšno vreme pa je pomladi v času cvetenja sadnega drevja zelo pogosto (Goulson 2012).

Medonosna čebela ima v primerjavi s čmrlji krajši jeziček, zato ne more obiskovati cvetov, ki imajo medovnike skrite globoko v cvetnem vratu (Goulson 2012). Še daljše jezičke imajo metulji (Herrera 1989). Prav tako ne more oprahiti cvetov, ki imajo cvetni prah v prašnikih (npr. paradižnik) in se sprostijo samo ob močnem stresanju značilnem za čmrlje, ne pa tudi za medonosno čebelo («buzz pollination»). Stresanje cvetov pripomore tudi k oprahitvi borovnice in kivija (Goulson 2012). **Čmrlji so v primerjavi z medonosno čebelo hitrejši** in lahko v enakem času obišejo dvakrat toliko cvetov kot medonosna čebela (Herrera 1989). V naših raziskavah so bili še hitrejši. V enakem času so obiskali do štirikrat toliko cvetov kot medonosna čebela.

Opraševalci se razlikujejo tudi po učinkovitosti prenosa cvetnega prahu. Najboljše prenašalke cvetnega prahu so čebele (samotarke, čmrlji, medonosna čebela), medtem ko muhe, hrošči in metulji ob obisku odložijo precej manj cvetnega prahu (Orford in sod. 2015). Čmrlji na brazdi pestiča jabolane odložijo več pelodnih zrn kot medonosna čebela (Thomson in Goodell 2001). Čmrlji pri obisku cveta na brazdo odložijo 1,5-krat, čebela samotarka iz rodu *Melandrena* pa kar 2,5-krat več cvetnega prahu več kot medonosna čebela (Park in sod. 2016). Mnoge samotarke shranjujejo cvetni prah na trebušni strani zadka in v suhi obliki kar izboljša stik z brazdo pestiča. V nasprotju z njimi ga medonosna čebela in čmrlji shranjujejo zlepljenega v koških zadnjih nog, kar je z vidika opraševanja slabše (Thorpe 2000).

Medonosna čebela raje obiskuje jabolane z visoko gostoto cvetov, medtem ko pri divjih čebelah tega niso opazili (Mallinger in Gratton 2015). Poleg tega se lahko zgodi, da lahko zbirajo samo določen cvetni prah in povsem opustijo druge. To se lahko zgodi tudi med cvetenjem sadnega drevja, ko v bližini zacveti oljna ogrščica, katere cvetni prah je bolj privlačen kot cvetni prah sadnega drevja (Poklucar 1998).

3.5 OGROŽENOST DIVJIH ČEBEL

Populacije opraševalcev v zadnjih desetletjih upadajo. Najbolje je dokumentirano gibanje števila čebeljih družin. V Evropi se je v letih 1965 – 1985 število čebeljih družin povečalo za 16,2 %, v letih 1985 – 2005 pa zmanjšalo za 16,1 %, vendar ne povsod. V mediteranskem delu je naraslo za 13,3 %, v Srednji Evropi in Skandinaviji pa upadlo za 24,7 % in 14,1 % (Potts in sod. 2010a). V ZDA, kjer medonosna čebela sicer ni avtohtona, je bil upad veliko večji, in sicer v letih 1947 – 2002 kar za 67 % (Potts in sod. 2010b).

Podatkov o stanju divjih opraševalcev je veliko manj. V Evropi je dokumentirano ogroženih 9,2 % čebel, vendar za 56,7 % vrst ni na voljo dovolj podatkov, zato delež ogroženih znaša med 4 % (če so vse vrste s pomanjkljivimi podatki ne-ogrožene) in 60,7 % (če so vse vrste s pomanjkljivimi podatki ogrožene). **Pri čmrljih, ki so najbolj raziskani, v Evropi izumrtje grozi 23,6 %, populacije pa upadajo pri 45,6 % vrstah** (Nieto in sod. 2014).

Med pomembnejšimi razlogi za upadanje populacij in pestrosti opraševalcev je izguba življenjskega prostora zaradi spremenjene rabe prostora, zlasti intenzivnega kmetijstva, zaradi katerega se slabšajo prehranske razmere in možnosti za gnezdenje (Goulson 2012).

Z intenzivnim kmetijstvom je povezana tudi uporaba pesticidov. Pri divjih čebelah je glede na telesno maso srednji smrtni odmerek (LD₅₀) v povprečju večji kot pri medonosni čebeli, vendar obstajajo tudi

izjeme (Arena in Sgolastra 2014). Divji oprasovalci imajo pogosto precej drugačne in raznolike življenjske kroge, tudi drugačno dnevno aktivnost in pašno vedenje, zato so izpostavljeni drugačnim odmerkom. Iz Velike Britanije so tako znani primeri, ko so v bližini tretiranih nasadov čmrlji umirali, medonosne čebele pa so bile neprizadete (Thompson in Hunt 2009, Thompson 2001). Največ raziskav je opravljenih na neonikotinoidih. Tako je bil dokazan negativen vpliv neonikotinoidov na pašno vedenje (Mommaerts in sod. 2010, Gill in sod. 2012), število zalege in delavk (Gill in sod. 2012), rast družine in produkcijo matic čmrljev (Whitehorn in sod. 2012), uspešnost razmnoževanja čebele samotarke rdeče dišavke (Sandock in sod. 2014) in upadanje pestrosti divjih čebel (Woodcock B.A. in sod. 2016).

Podnebje je eden najpomembnejših dejavnikov, ki vpliva na razširjenost vrst, zato so tudi podnebne spremembe pomemben dejavnik ogrožanja. V Evropi bodo spremembe za večino vrst čmrljev neugodne. Glede na predvidene podnebne spremembe se pričakuje, da bo do leta 2100 lahko skoraj polovica vrst čmrljev izgubila 50 % do 80 % sedanjega območja razširjenosti (Rasmont in sod. 2015).

Divje oprasovalce ogrožajo tudi številne bolezni. Mnoge bolezni so razširjene tako pri medonosni čebeli kot pri divjih čebelah in celo drugih kožekrilcih (Meeus in sod. 2011, Evison in sod. 2012, Fürst in sod. 2014, Goulson in Hughes 2015). Nekatere med njimi se širijo tudi zaradi trgovine s čmrlji in čebelarjenja. V Veliki Britaniji so ugotovili, da je bilo kar 77 % družin uvoženih čmrljev, ki so bile sicer deklarirane kot zdrave, okuženih z vsaj enim od parazitov in sicer z *Apicystis bombi* (neogregarina), *Crithidia bombi* (tripanosoma), *Nosema bombi*, *N. ceranae* ali virusom deformiranih kril (Graystock in sod. 2013). Čeprav se čmrlji praviloma uporabljajo v rastlinjakih, je bilo ugotovljeno, da je zdravstveno stanje prostoživečih čmrljev, ki živijo v okolici rastlinjakov, ki uporabljajo čmrlje za oprasovanje, slabše kot v okolici rastlinjakov, kjer čmrljev ne uporabljajo, kar kaže na to, da gojeni čmrlji prihajajo v stik z divje živečimi (Graystock in sod. 2014). Uvoz čmrljev sicer predstavlja tveganje tudi z vidika genetskega onesnaženja, ki je bilo v Sloveniji tudi že potrjeno (Kozmus 2007).

3.6 BOLEZNI DIVJIH ČEBEL

Divje oprasovalce ogrožajo tudi številne bolezni. Mnoge bolezni so razširjene tako pri medonosni čebeli kot pri divjih čebelah in celo drugih kožekrilcih (Meeus in sod. 2011, Evison in sod. 2012, Fürst in sod. 2014, Goulson in Hughes 2015). Nekatere med njimi se širijo tudi zaradi trgovine s čmrlji in čebelarjenja. V Veliki Britaniji so ugotovili, da je bilo kar 77 % družin uvoženih čmrljev, ki so bile sicer deklarirane kot zdrave, okuženih z vsaj enim od parazitov in sicer z *Apicystis bombi* (neogregarina), *Crithidia bombi* (tripanosoma), *Nosema bombi*, *N. ceranae* ali virusom deformiranih kril (Graystock in sod. 2013). Čeprav se čmrlji praviloma uporabljajo v rastlinjakih je bilo ugotovljeno, da je zdravstveno stanje prostoživečih čmrljev, ki živijo v okolici rastlinjakov, ki uporabljajo čmrlje za oprasovanje, slabše kot v okolici rastlinjakov, kjer čmrljev ne uporabljajo, kar kaže na to, da gojeni čmrlji prihajajo v stik z divježivečimi (Graystock in sod. 2014).

3.7 VAROVANJE DIVJIH ČEBEL ZA ZAGOTOVITEV OPRAŠEVANJA

Za zagotovitev zanesljivega opravevanja je pomembno upravljanje na način, ki omogoča preživetje opravevalcem in ohranjanje njihove pestrosti. To vključuje ohranjanje ali obnovo naravnih ali polnaravnih površin med nasadi, povečevanje heterogenosti rabe prostora, zagotavljanje prehranskih virov in gnezdilnih mest (Garibaldi in sod. 2013).

Cvetoče kmetijske rastline za kratek čas lahko predstavljajo pomemben vir hrane za opravevalce, po drugi strani pa kratek čas cvetenja, nizka pestrost, pomanjkanje mest za gnezdenje in uporaba pesticidov ne omogočajo razvoja raznolikih in močnih populacij opravevalcev (Garibaldi in sod. 2011). Za razvoj stabilnih populacij opravevalcev so zato velikega pomena naravne in pol-naravne površine, ki so vir opravevalcev za kmetijske rastline. Ugotovili so, da z oddaljenostjo od takih površin upada tako število kot pestrost opravevalcev (Martins in sod. 2015). V raziskavi Rickettsa in sod. (2008) se njihovo število razpolovi 600 m, pestrost pa 1500 m od naravnih površin. Garibaldi in sod. (2011) so ugotovili, da z oddaljenostjo od naravnih površin število medonosnih čebel ne upada, upadata pa število divjih opravevalcev in količina pridelka.

Izboljšanje opravevanja se lahko doseže že s preprostimi ukrepi. V raziskavi Blaauwa in Isaacs (2014) so v nasadih ameriških borovnic prehranske možnosti za opravevalce izboljšali s sajenjem 15 različnih vrst avtohtonih trajnic in štiri leta spremljali število opravevalcev in pridelek. Ugotovili so, da ukrep ni vplival na število medonosnih čebel, medtem ko se je število divjih čebel in muh trepetavk iz leta v leto povečevalo. Že tri leta po ukrepu se je v primerjavi s kontrolnimi nasadi povečal tudi pridelek, naložba pa se je ob povprečni ceni pridelka povrnila v štirih letih. Število in pestrost opravevalcev lahko povečamo tudi s povečanjem pestrosti travnikov v okolici nasadov (Orford in sod. 2016).

4 REZULTATI IN RAZPRAVA

4.1 DS1: POMEN DIVJIH OPRAŠEVALCEV PRI OPRAŠEVANJU KMETIJSKIH RASTLIN

Cilji:

- Ugotoviti pomen divjih oprasovalcev pri oprasovanju ekonomsko najpomembnejših od oprasovanja žuželk odvisnih kmetijskih rastlin.
- Ugotoviti kateri divji oprasovalci so pri oprasovanju kmetijskih rastlin najpomembnejši.
- Ugotoviti kako se dejavnost oprasovalcev spreminja preko dneva in tekom cvetenja.
- Ugotoviti vpliv vremena na dejavnost oprasovalcev.
- Primerjati hitrost oprasovanja medonosne čebele in čmrljev.

4.1.1 DS1.1: Kvantitativno spremljanje dejavnosti oprasovalcev na jablani, jagodah, borovnicah, malinah in ribezu (NIB, KIS, GRM, BC Naklo)

Želeli smo ugotoviti sestavo oprasovalskih združb na sadnem drevju in jagodičju in ugotoviti ali se tekom dneva in tekom cvetenja spreminja.

Dejavnost oprasovalcev smo spremljali na jablani (tri lokacije), jagodah (dve lokaciji), ameriških borovnicah, malinah in ribezu. V vseh primerih je bil čebelnjak v nasadu ali v neposredni bližini.

Preglednica 1: Opis lokacij opazovanj

LOKACIJA	OPIS	ČEBELNJAK
Brdo pri Lukovici	Upravlja KIS. Obsega 16,8 ha, od katerih je 14,9 ha nasadov jablane, 0,5 ha hrušk, 0,3 češenj in 0,3 ha sliv. V sadovnjaku je tudi kolekcija več kot 400 različnih sort jablan, hrušk, češenj, sliv, lupinarjev in jagodičja.	v nasadu in bližini
Sevno	Sadovnjak Grm Novo mesto. Med drugim obsega 3 ha jablan, 0,42 ha breskev, 0,31 ha češenj, 0,22 ha hrušk, 0,22 ha sliv in 0,08 ha jagod ter manjše površine ostalega sadnega drevja in jagodičja.	v neposredni bližini
Strahinj	Ekološki sadovnjak BIC Naklo, ki obsega 0,61 ha jablan in manjše površine ostalega sadnega drevja in jagodičja.	v sadovnjaki
Straža pri Raki	Nasad jagod površine 15 arov.	v neposredni bližini

Pri vsaki rastlinski vrsti smo oprasovalce šteli na vnaprej določenih štirih vzorčnih mestih. Šteli smo osebkje najpomembnejših skupin divjih oprasovalcev in medonosne čebele. Začetek je bil prilagojen začetku dejavnosti najzgodnejših oprasovalcev, konec pa prenehanju njihove dejavnosti. V

CRP Pomen divjih oprasovalcev pri oprasovanju kmetijskih rastlin in trajnostno upravljanje v kmetijstvu za zagotovitev zanesljivega oprasovanja

pomladanskem času so opazovanja potekala med 7. in 20. uro, v poletnem času (cvetenje maline) med 5. in 20. uro. Opraševalce smo šteli vsako drugo uro (npr. 7.00-8.00, 9.00-10.00,...,19.00-20.00) in sicer vsako opazovalno uro desetkrat na vsakem od vzorčnih mest. Skupaj to pomeni 7 opazovalnih ur dnevno oziroma 70 štetij dnevno na vsakem vzorčnem mestu oziroma 280 štetij na rastlinsko vrsto dnevno. Pri malinah smo prve tri in zadnje ure šteli neprekinjeno, kar pomeni 10 opazovalnih ur, 100 štetij na vzorčno mesto oziroma 400 štetij dnevno.

Merili smo tudi hitrost opraševanja medonosne čebele in različnih vrst čmrljev, tako da smo šteli število cvetov, ki jih posamezen opraševalec obišče v določenem času (30 s).

Dejavnost opraševalcev smo spremljali v različnih vremenskih razmerah, zato smo beležili osnovne vremenske parametre. V splošnem je bilo prvo leto vreme v času cvetenja razmeroma hladno, drugo pa vroče.

Prvo leto smo opravili 51 celodnevni opazovanj. Drugo leto je bil začetek cvetenja kasnejši, obdobje cvetenja pa krajše, zato smo opravili manj opazovanj in sicer 39. Opazovanja so potekala pod vodstvom NIB v sodelovanju s KIS, BC Naklo in GRM Novo mesto.

Preglednica 2: Opravljena opazovanja v okviru kvantitativnega spremljanja opraševalcev

SADNA VRSTA	LOKACIJA	ŠTEVILO OPAZOVALNIH DNI		POPISOVALEC
		Prvo leto	Drugo leto	
Jablana	Brdo pri Lukovici	10	9	NIB
	Sevno	6	5	GRM in NIB
	Strahinj	4	5	BC Naklo in NIB
Jagoda	Brdo pri Lukovici	5	3	NIB
	Straža pri Raki	6	0	GRM in NIB
A. borovnica	Brdo pri Lukovici	5	5	NIB
Malina	Brdo pri Lukovici	10	7	NIB
Ribez	Brdo pri Lukovici	5	5	NIB
Skupaj celodnevnih opazovanj		51	39	

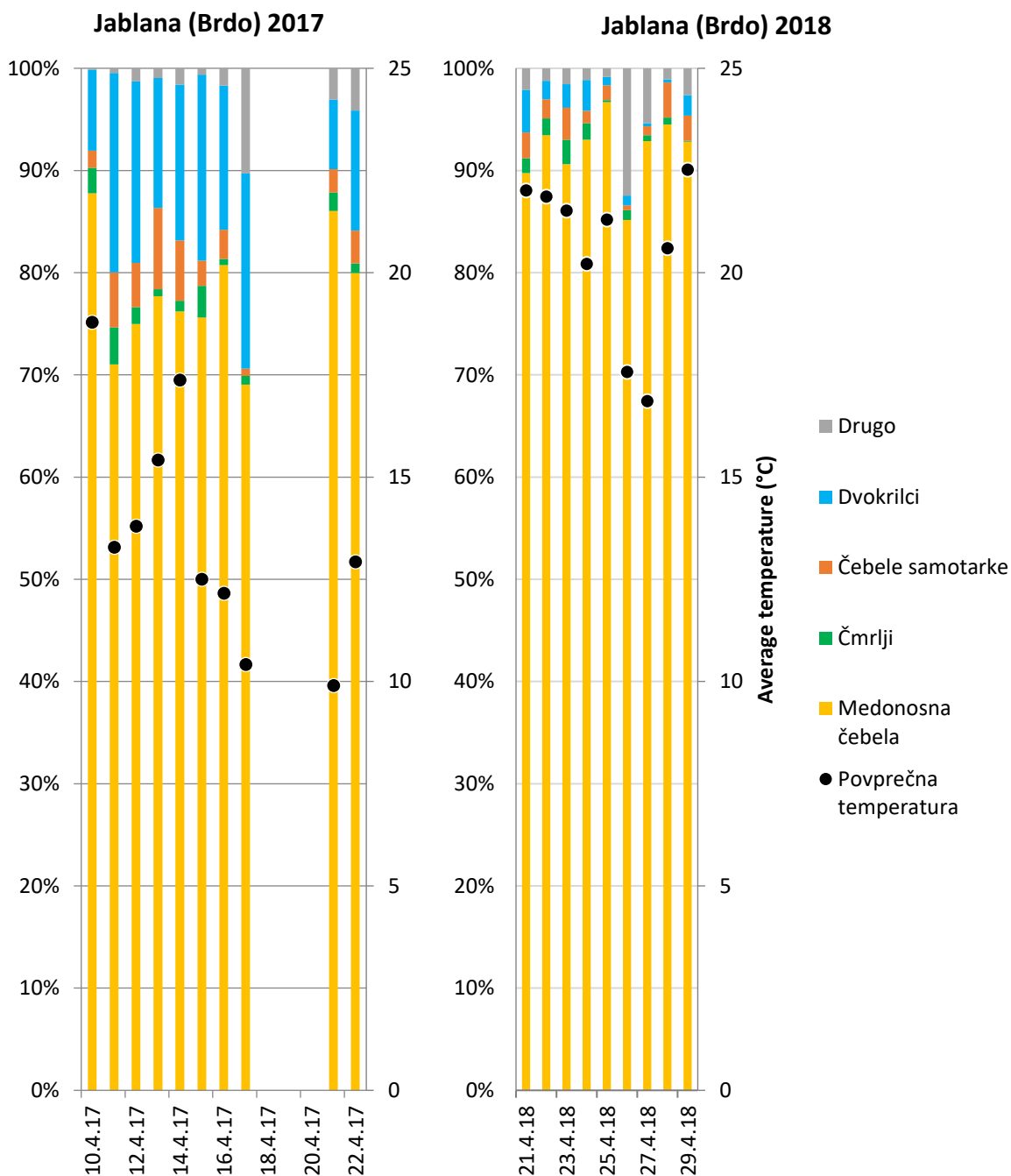


Slika 1: Štetje opraševalcev na jablani. Foto: Danilo Bevk

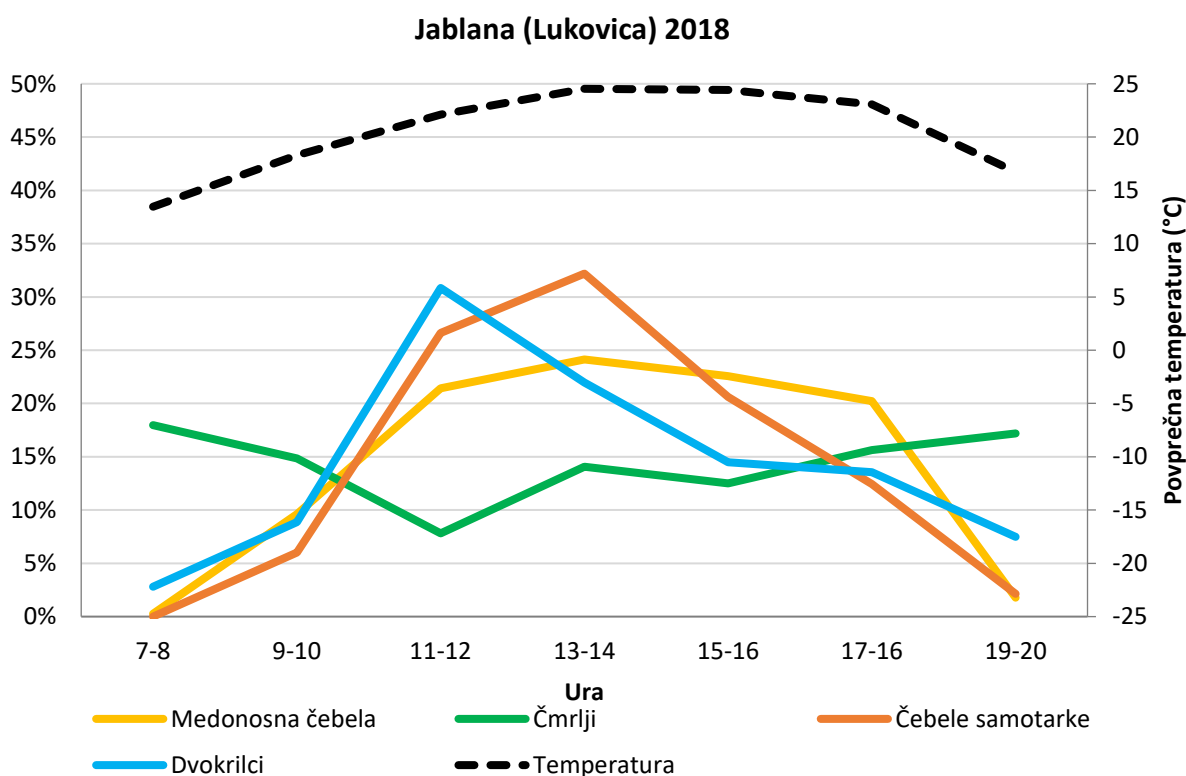
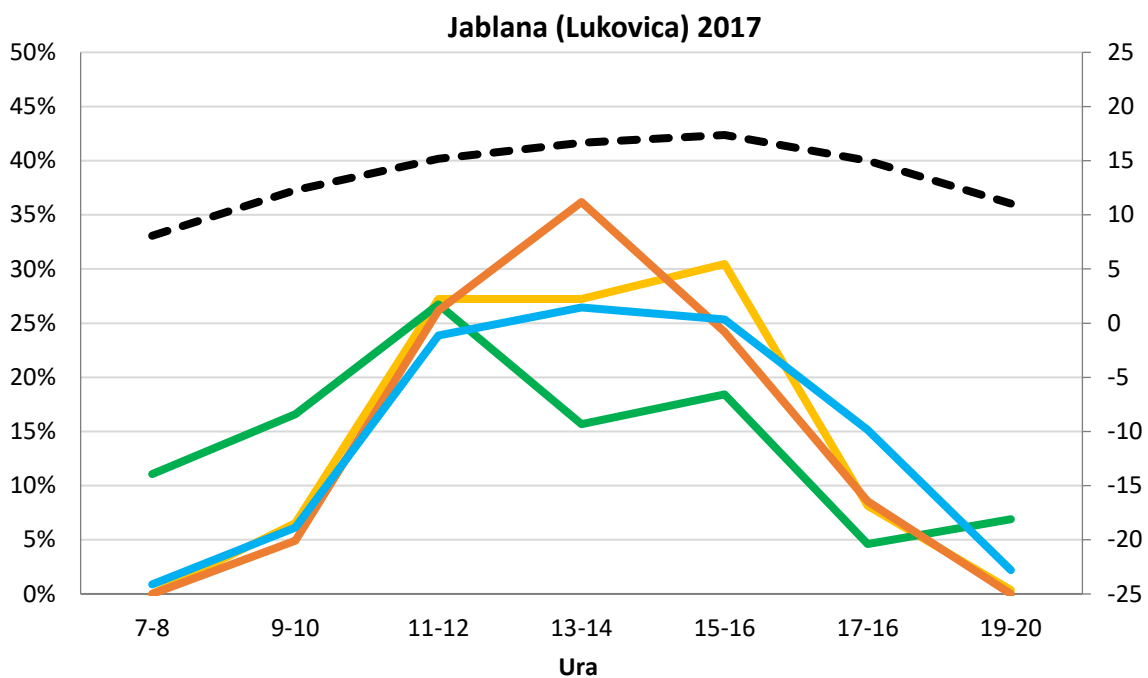


Slika 2: Štetje opraševalcev na črnem ribezu. Čmrlji so bili dejavni tudi v dežju. Foto: Danilo Bevk

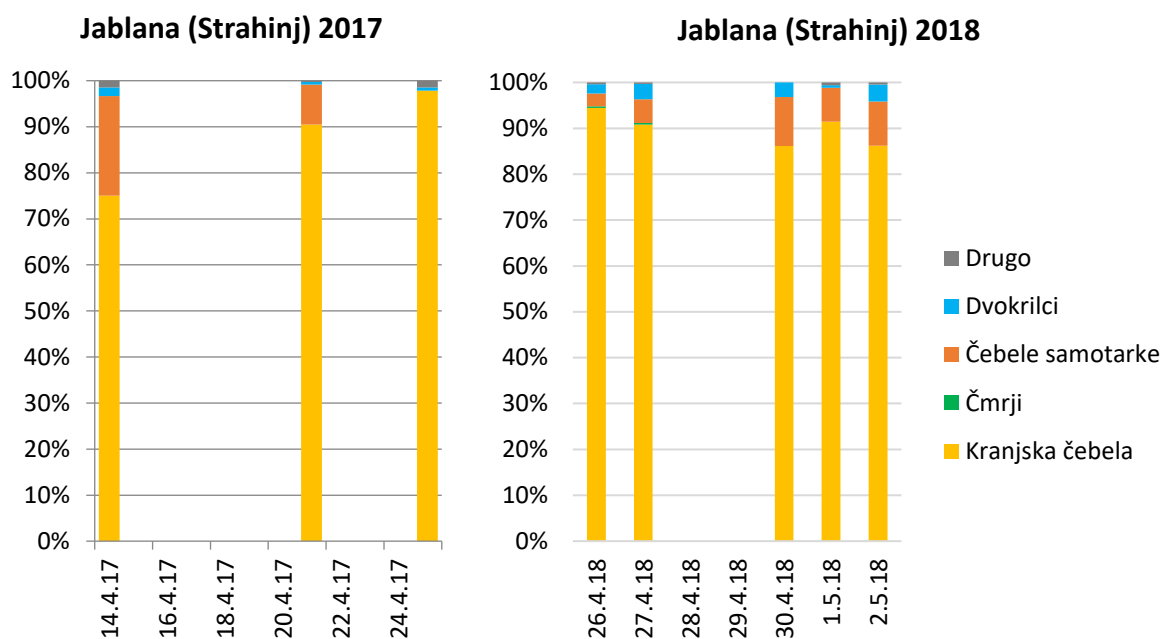
4.1.1.1 Jablana



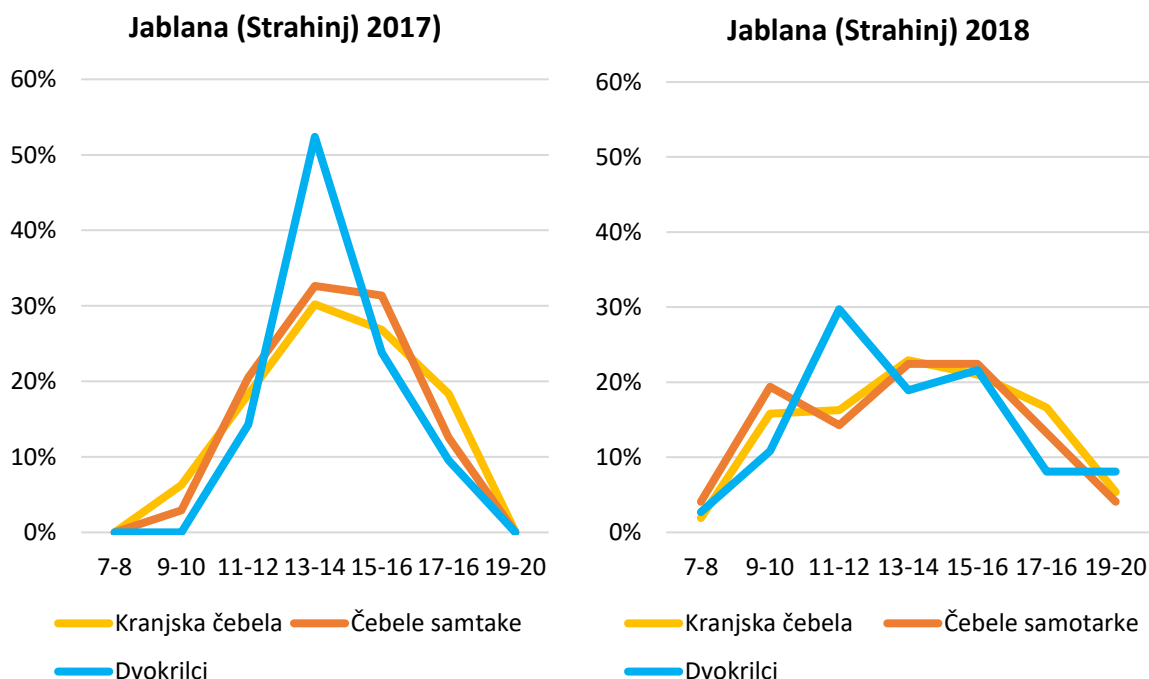
Slika 3: Sestava združb opraševalcev na jablani in povprečna temperatura na lokaciji Brdo pri Lukovici. Obe leti je številčno prevladovala medonosna čebela (v sadovnjaku je čebelnjak), zlasti prvo leto je bilo veliko tudi dvokrilcev (muh trepetavk in drugih muh), opraševali so tudi čmrlji in čebele samotarke.



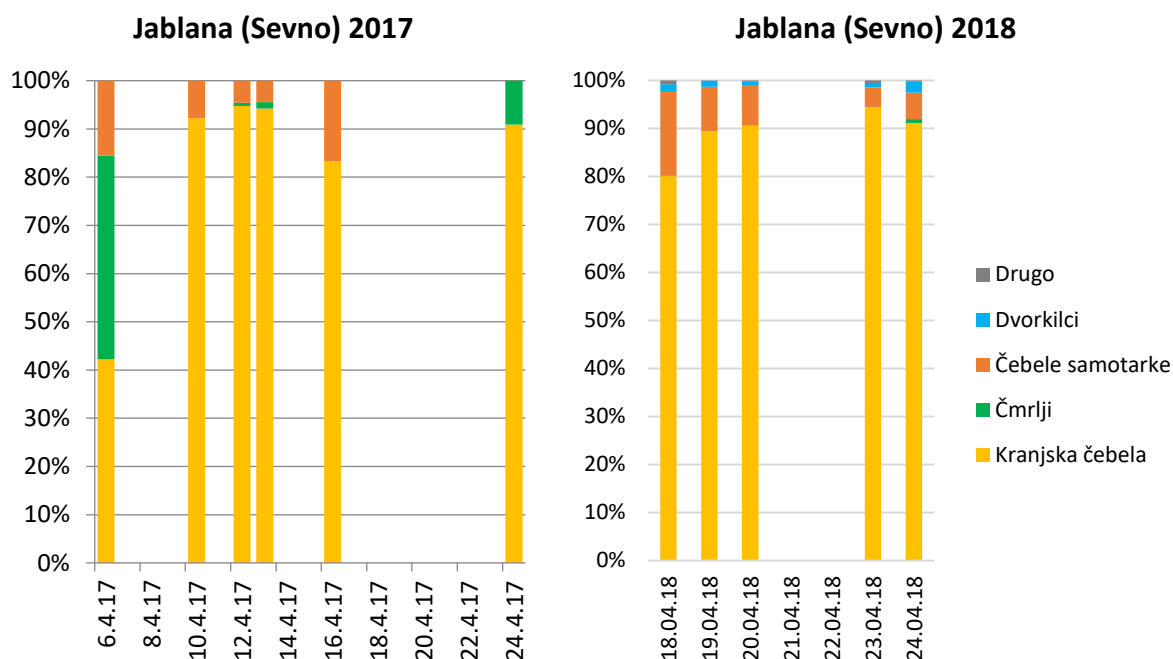
Slika 4: Dejavnost opraševalcev preko dneva na jablani in povprečna temperatura na lokaciji Brdo pri Lukovici. Medonosna čebela in čebele samotarke so bile zlasti prvo leto dejavne predvsem v osrednjem delu dneva (izogibanje nizkim temperaturam), drugo leto, ko so bile temperature višje, pa je bila dejavnost bolj razpotegnjena. Čmrilji so bili obe leti dejavni od jutra to večera. Prvo leto je bil višek dejavnosti dopoldne, drugo leto pa zjutraj in zvečer (izogibanje visokim temperaturam). Dvokrilci so bili prvo leto najbolj dejavni v osrednjem delu dneva, drugo leto pa dopoldne.



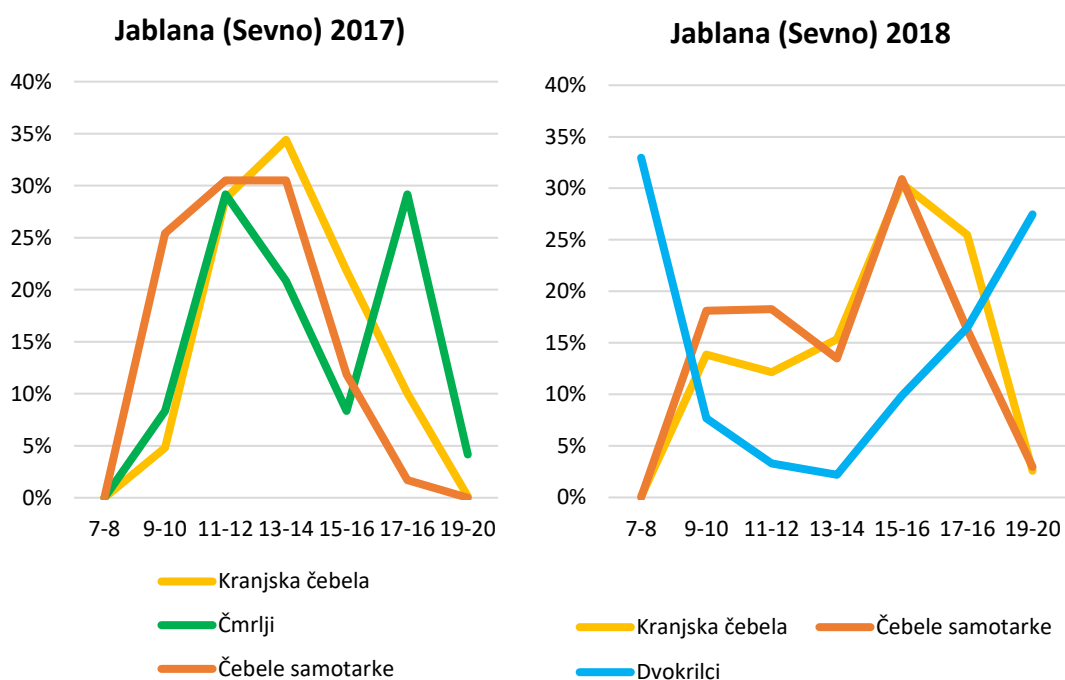
Slika 5: Sestava združb oprasovalcev na jablani na lokaciji Strahinj. Popis je bil tudi 18. 4. 2017, vendar zaradi slabega vremena ni bilo oprasovalcev. Obe leti je številčno prevladovala medonosna čebela (v sadovnjaku je čebelnjak), bilo je tudi precej čebel samotark. Oprasovali so tudi dvokrilci. Čmrlijev skoraj ni bilo, čeprav gre za ekološki nasad. Domnevamo da čmrlijev ni, ker je okolica posestva zelo intenzivno obdelana.



Slika 6: Dejavnost oprasovalcev preko dneva na Jablani na lokaciji Strahinj. Vsi oprasovalci so bili prvo leto izrazito dejavni predvsem v osrednjem delu dneva (izogibanje nizkim temperaturam), drugo leto, ko so bile temperature višje, pa je bila dejavnost razpotegnjena preko celega dneva. Čmrliji zaradi majhnega števila niso vključeni.



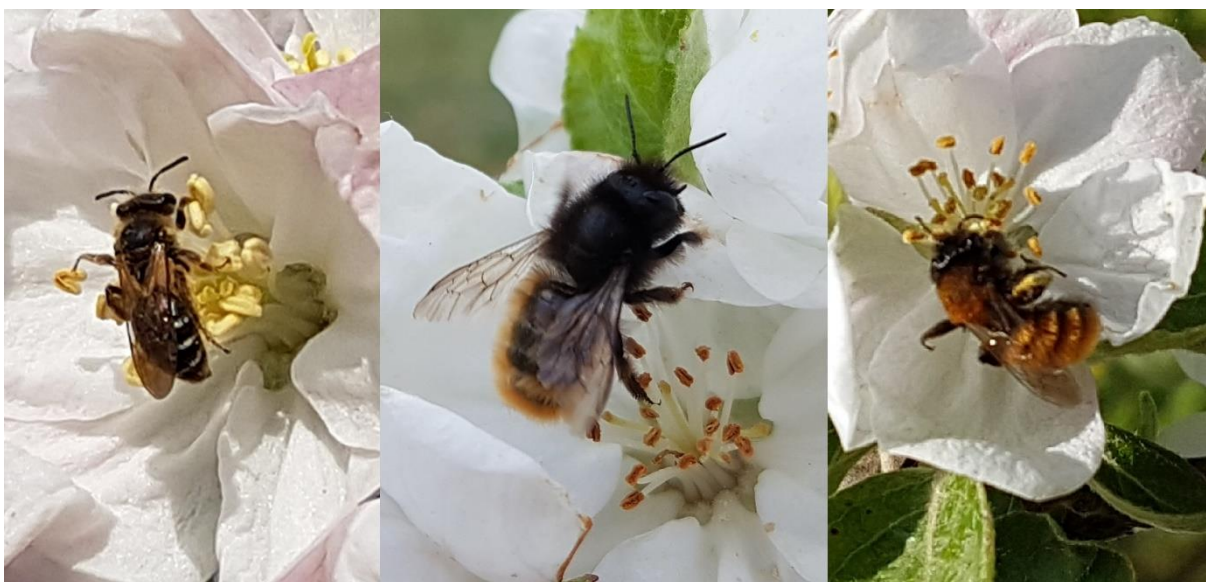
Slika 7: Sestava združb oprasovalcev na jablani na lokaciji Sevno. Obe leti je večino dni številčno prevladovala medonosna čebela (v bližini sadovnjaka je več čebelnjakov), bilo je tudi precej čebel samotark, prvo leto tudi čmrljev. Prvi dan so čmrlji celo prevladovali.



Slika 8: Dejavnost oprasovalcev preko dneva na jablani na lokaciji Sevno. Medonosna čebela je bila prvo leto najbolj dejavna v osrednje delu dneva, drugo leto pa popoldne. Zelo podoben vzorec so imele tudi čebele samotarke. Čmrlji so bili (prvo leto) dejavni predvsem dopoldne in pozno popoldne (za drugo leto je premalo podatkov). Dvorkilci so bili (drugo leto) dejavni predvsem zjutraj in zvečer.

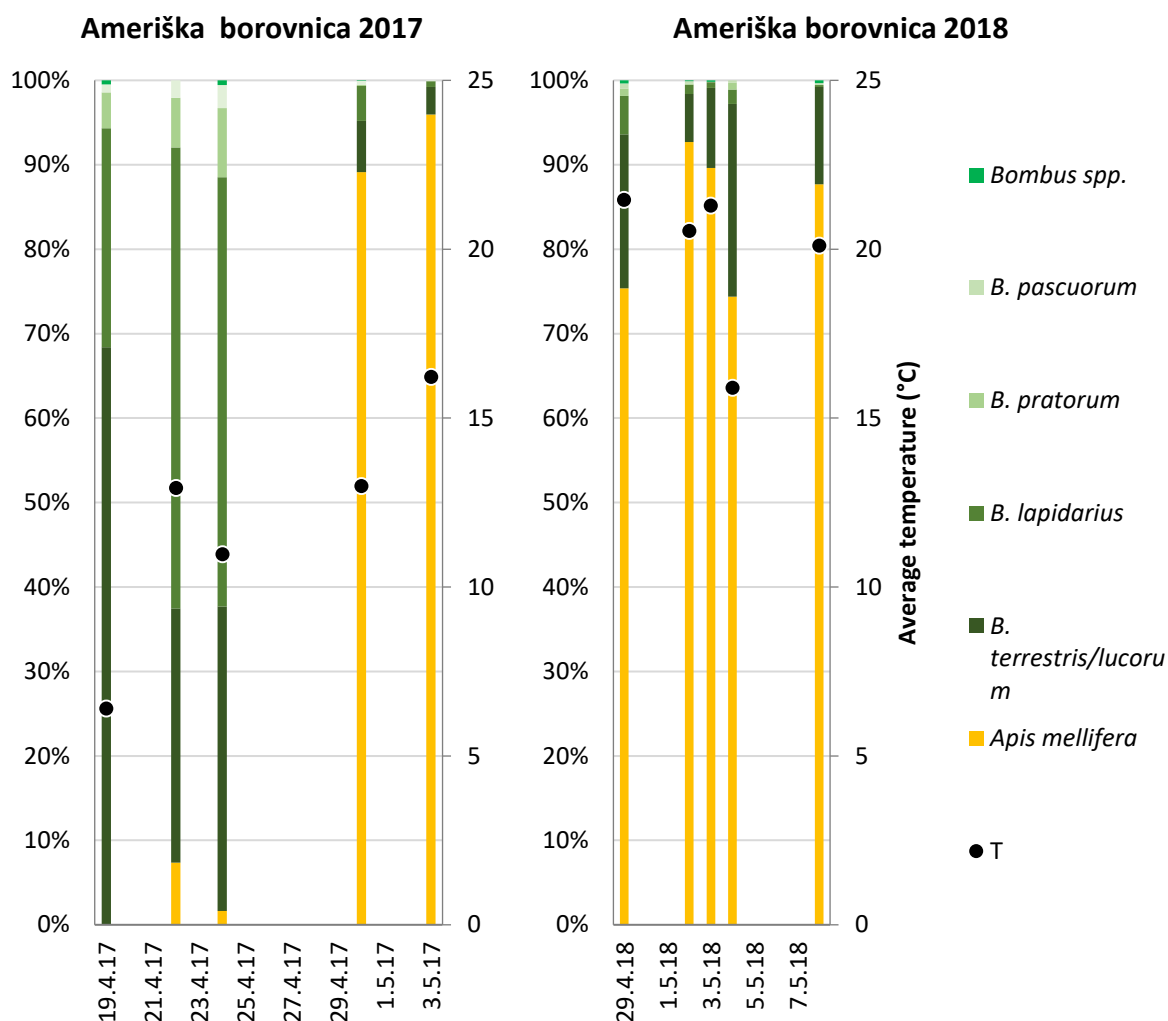


Slika 9: Veliki črno-rdeči čmrlj (matica) na cvetu jablane. Foto: Danilo Bevk

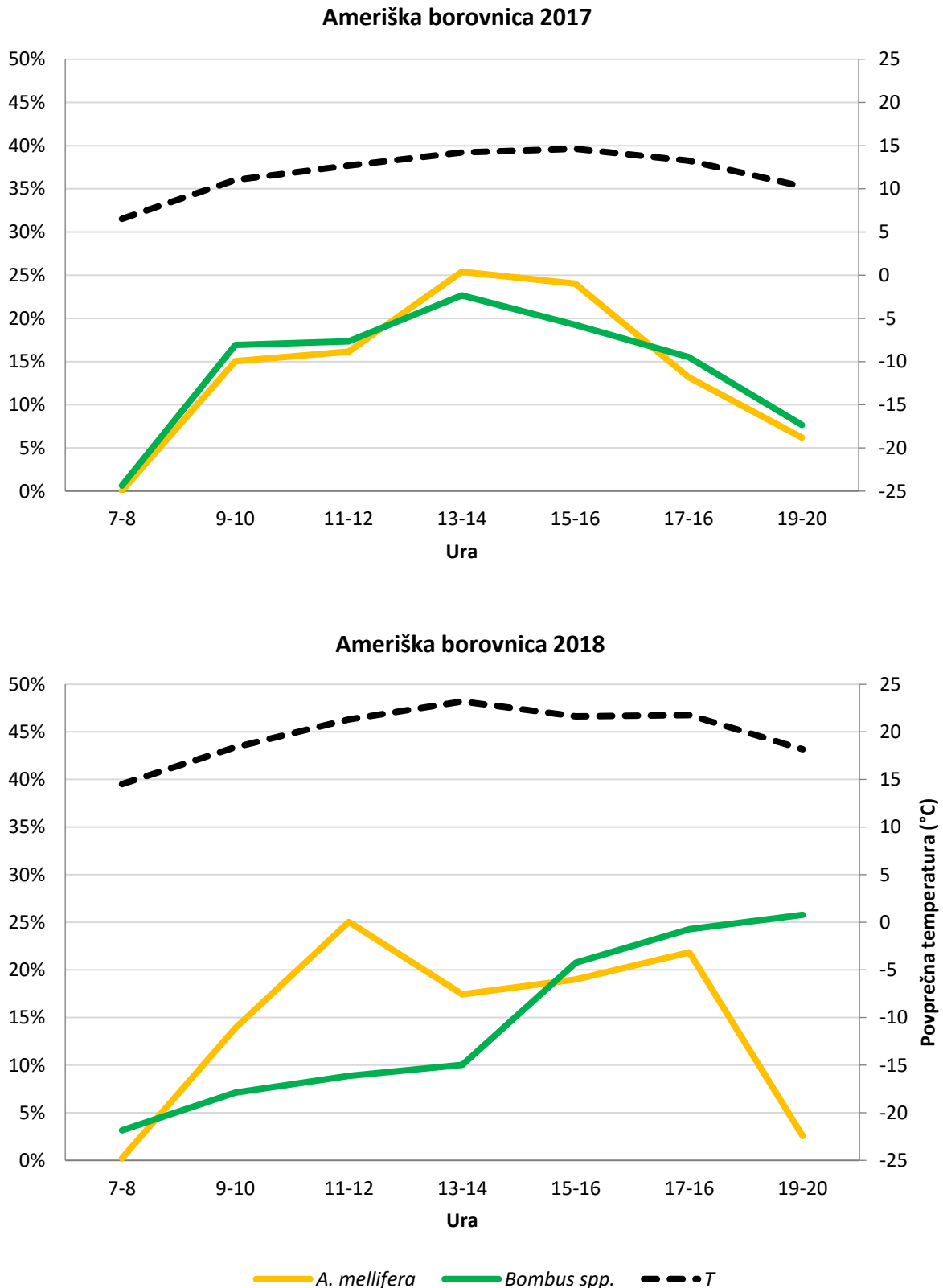


Slika 10: Različne vrste divjih čebel na jablani. Foto: Barbara Nemec

4.1.1.2 Ameriška borovnica



Slika 11: Sestava združb opraševalcev na ameriški borovnici in povprečna temperatura na lokaciji Brdo pri Lukovici. Prvo leto je so na začetku opraševali skoraj izključno samo čmrlji (nizke temperature), proti koncu pa je prevladovala medonosna čebela. Najpogostejši vrsti sta bila temni in svetli zemeljski čmrlj (*Bombus terrestris/lucorum*) in veliki črno-rdeči čmrlj (*Bombus lapidarius*). Drugo leto je bilo čmrljev manj, a je bil delež še vedno pomemben. Potrebno je tudi upoštevati, da ameriška borovnica potrebuje opraševanje s stresanjem (*buzz pollination*), ki je značilno za čmrlje. Za medonosno čebelo ni značilno, zato je slaba opraševalka ameriške borovnice.



Slika 12: Dejavnost oprasovalcev preko dneva na ameriški borovnici in povprečna temperatura na lokaciji Brdo pri Lukovici. Prvo (hladnejše) leto je bila dejavnost čmrljev in medonosne čebele zelo podobna. Drugo leto je bil vzorec povsem različen. Medonosna čebela je bila še vedno najbolj dejavna v osrednjem delu dneva (z rahlim padcem zgodaj popoldan), čmrlji pa so bili dejavni cel dan z izrazitim viškom popoldne in zvečer.

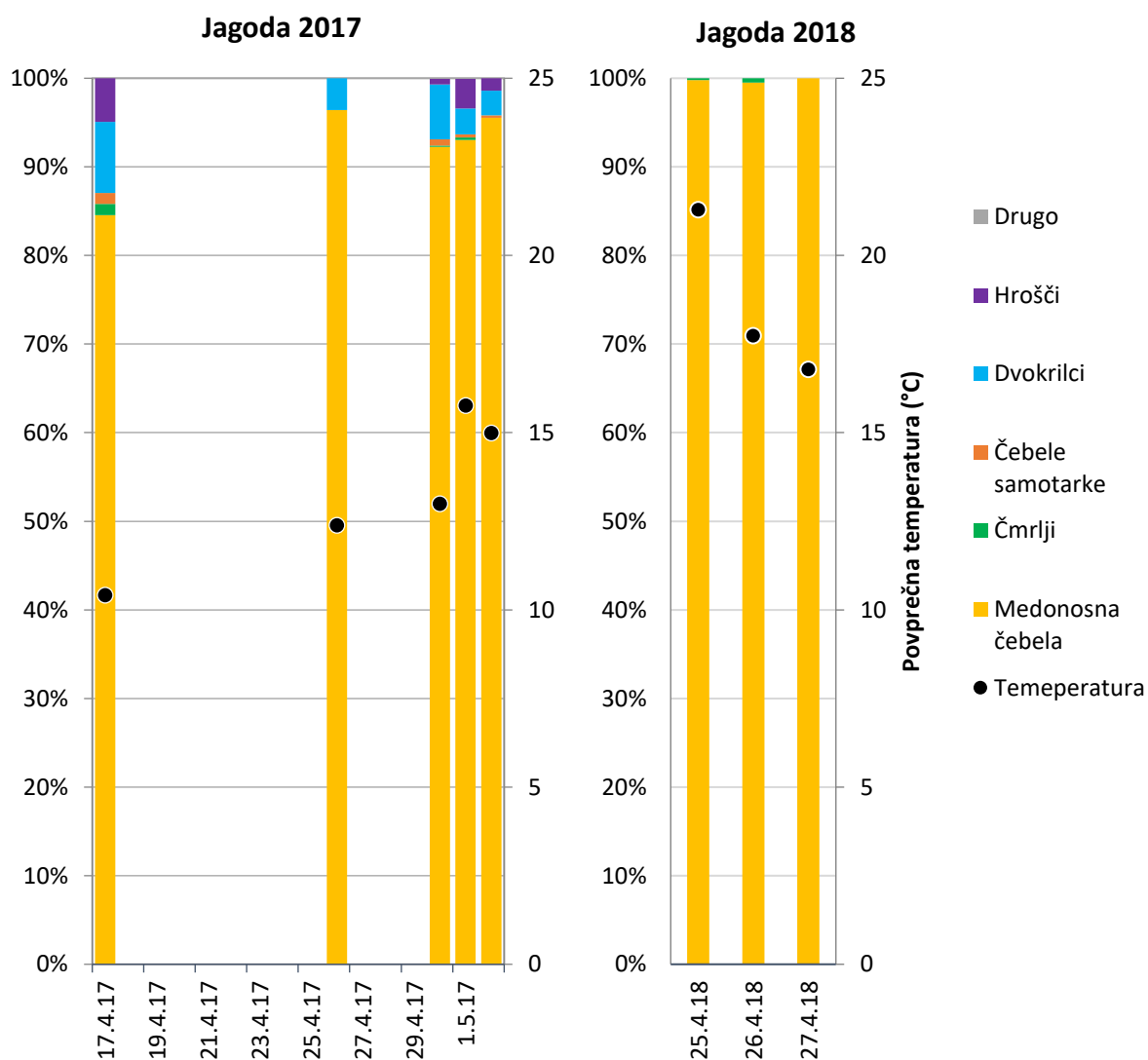


Slika 13: Veliki črno-rdeči čmrlj (matica) na ameriški borovnici. Foto: Danilo Bevk

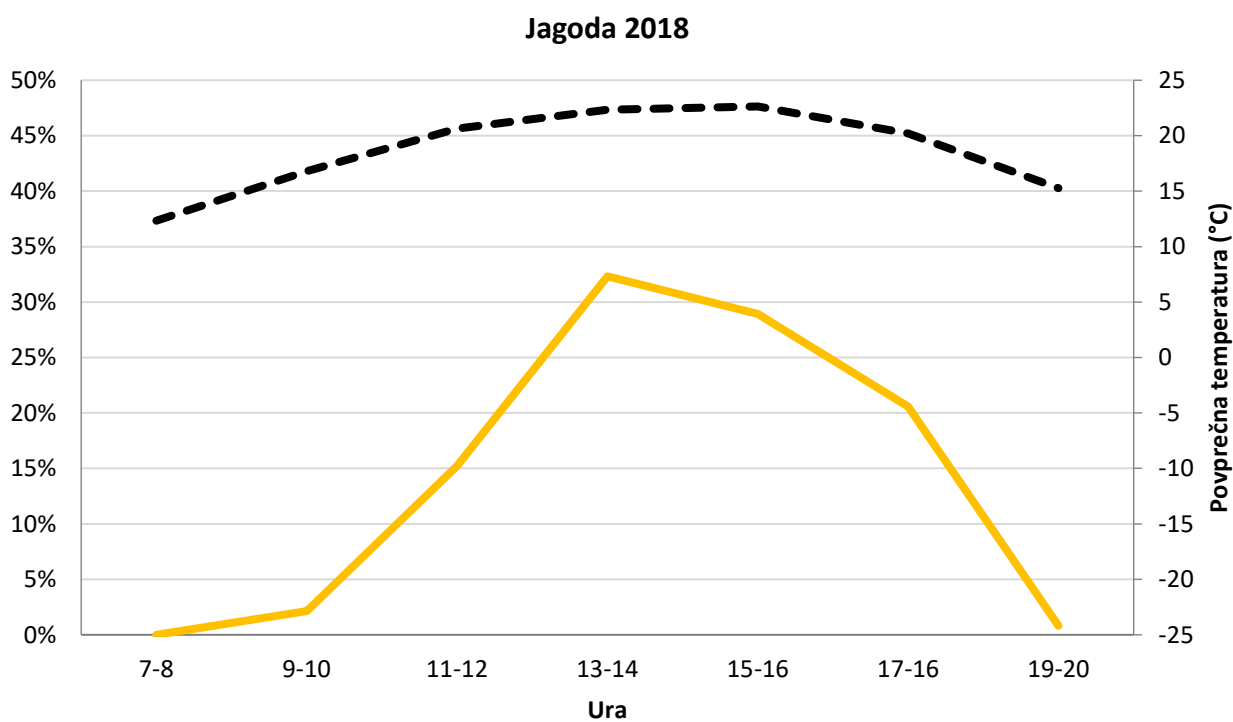
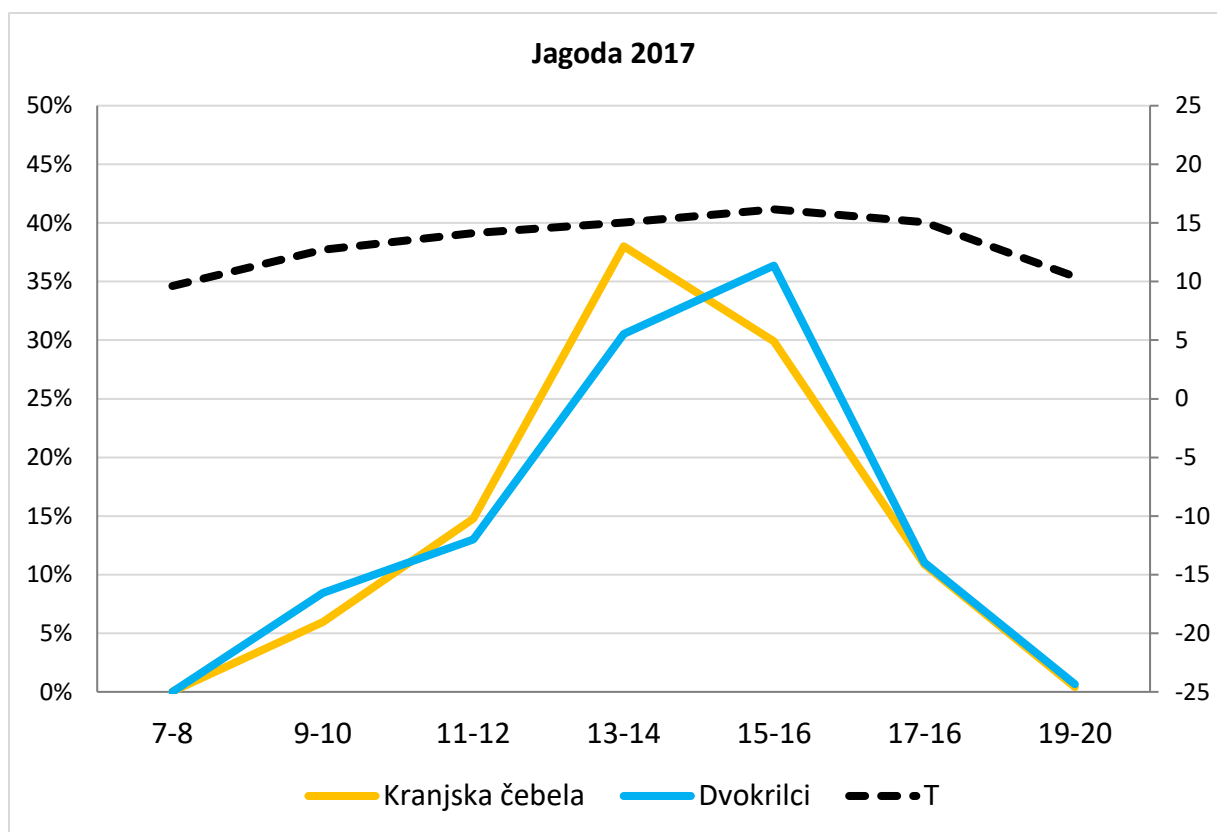


Slika 14: Čmrlji so bili na ameriški borovnici dejavni tudi pri 3°C. Foto: Danilo Bevk

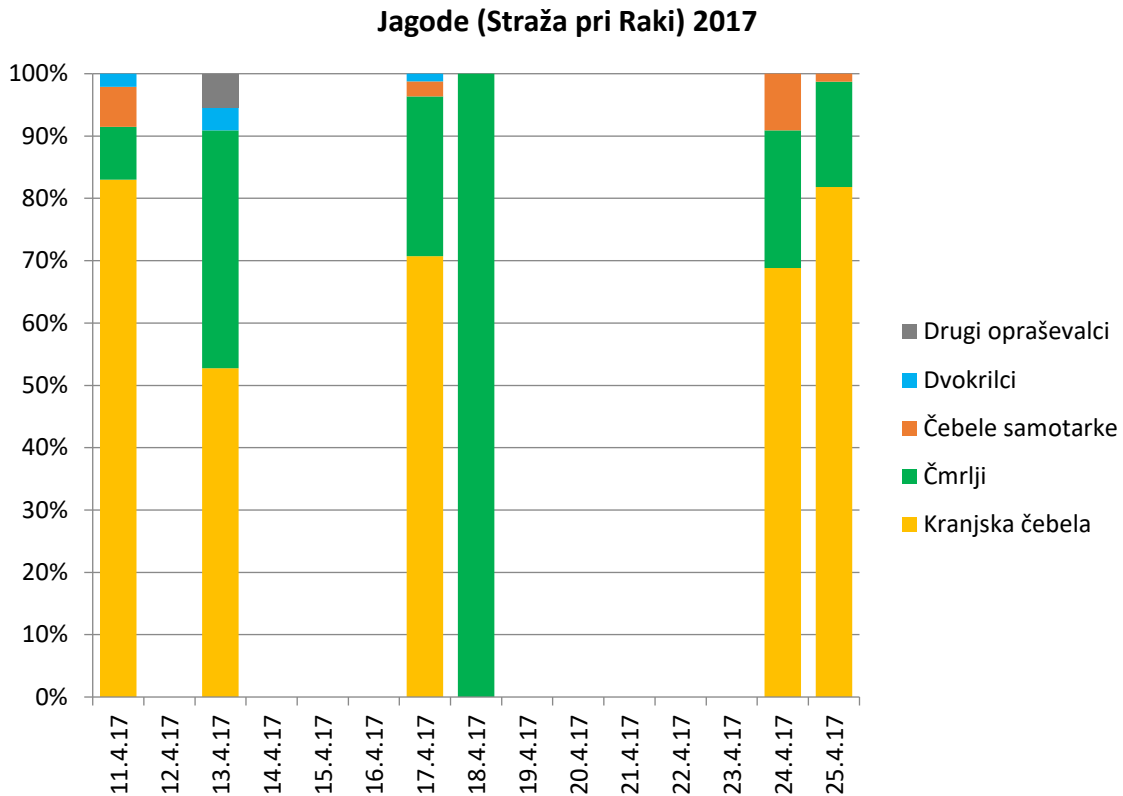
4.1.1.3 Jagoda



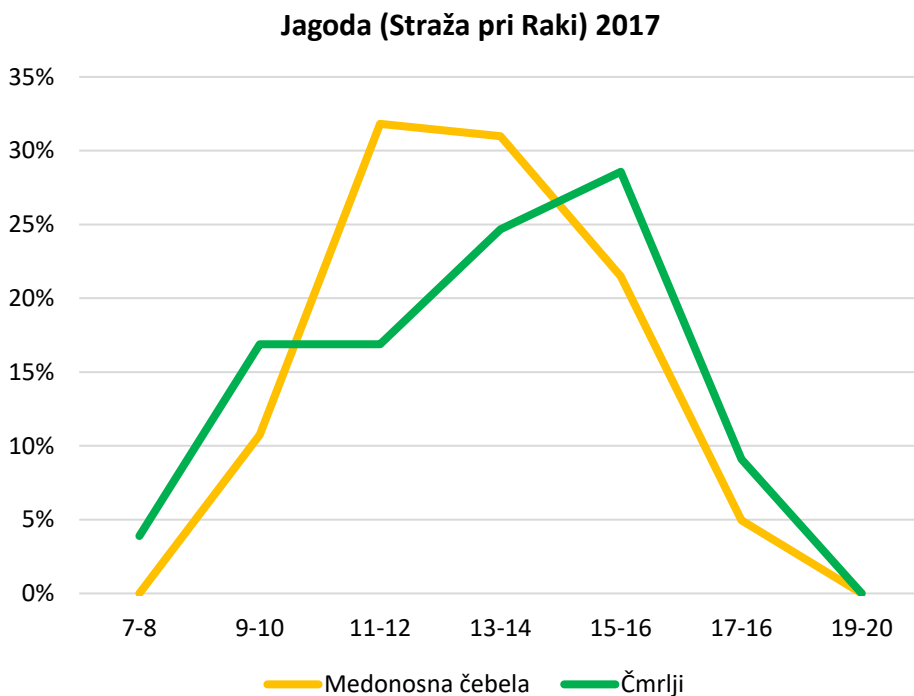
Slika 15: Sestava združb opráševalcev na jagodi in povprečna temperatura na lokaciji Brdo pri Lukovici. Obe leti je številčno prevladovala medonosna čebela, prvi leto je bilo tudi precej dvokrilcev. Opráševali so tudi hrošči, čmrliji in čebele samotarke.



Slika 16: Dejavnost oprasovalcev preko dneva na jagodi in povprečna temperatura na lokaciji Brdo pri Lukovici. Tako medonosna čebela kot muhe trepetavke bili najbolj dejavni v osrednjem delu dneva.



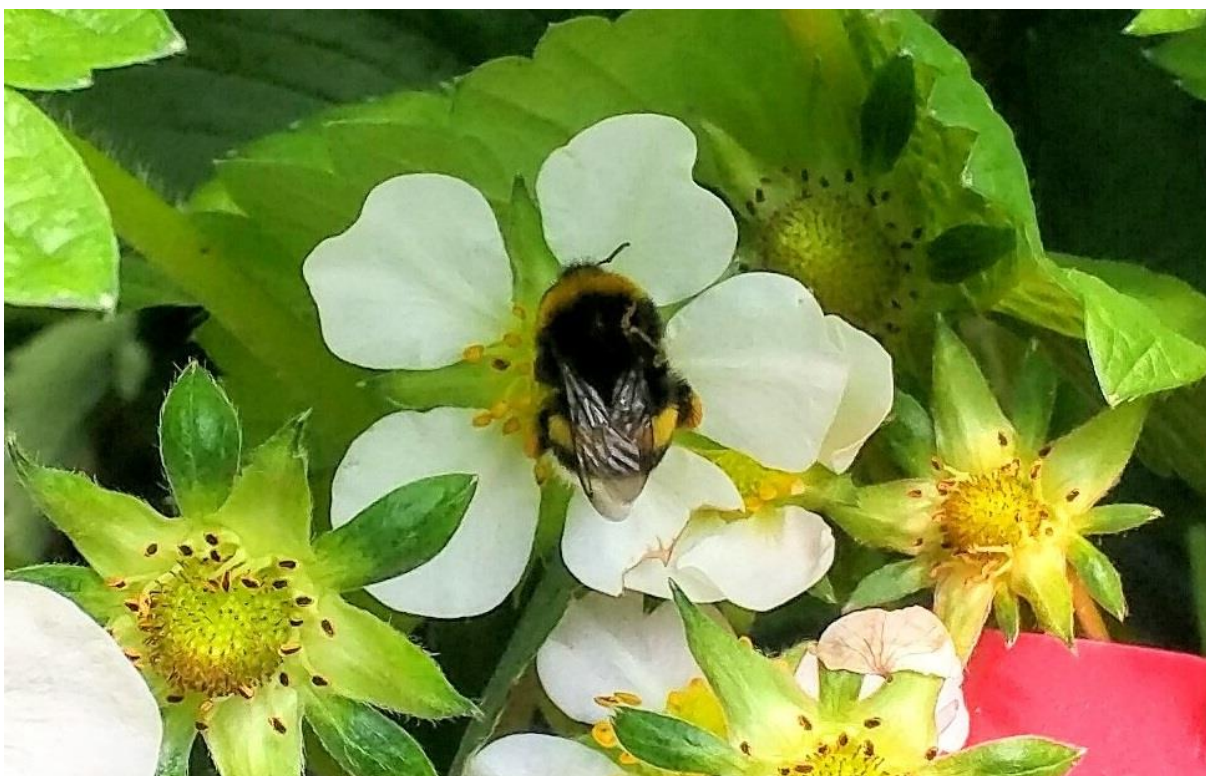
Slika 17: Sestava združb opraševalcev na jagodi na lokaciji Straža pri Raki. Štetje je potekalo samo v letu 2017. Številčno so prevladovali medonosna čebela in čmrlji. Opraševale so tudi čebele samotarke in dvokrilci.



Slika 18: Dejavnost opraševalcev preko dneva na jagodi na lokaciji Straža pri Raki. Medonosna čebela je bila najbolj dejavna v osrednjem delu dneva, čmrlji pa zjutraj in popoldne.

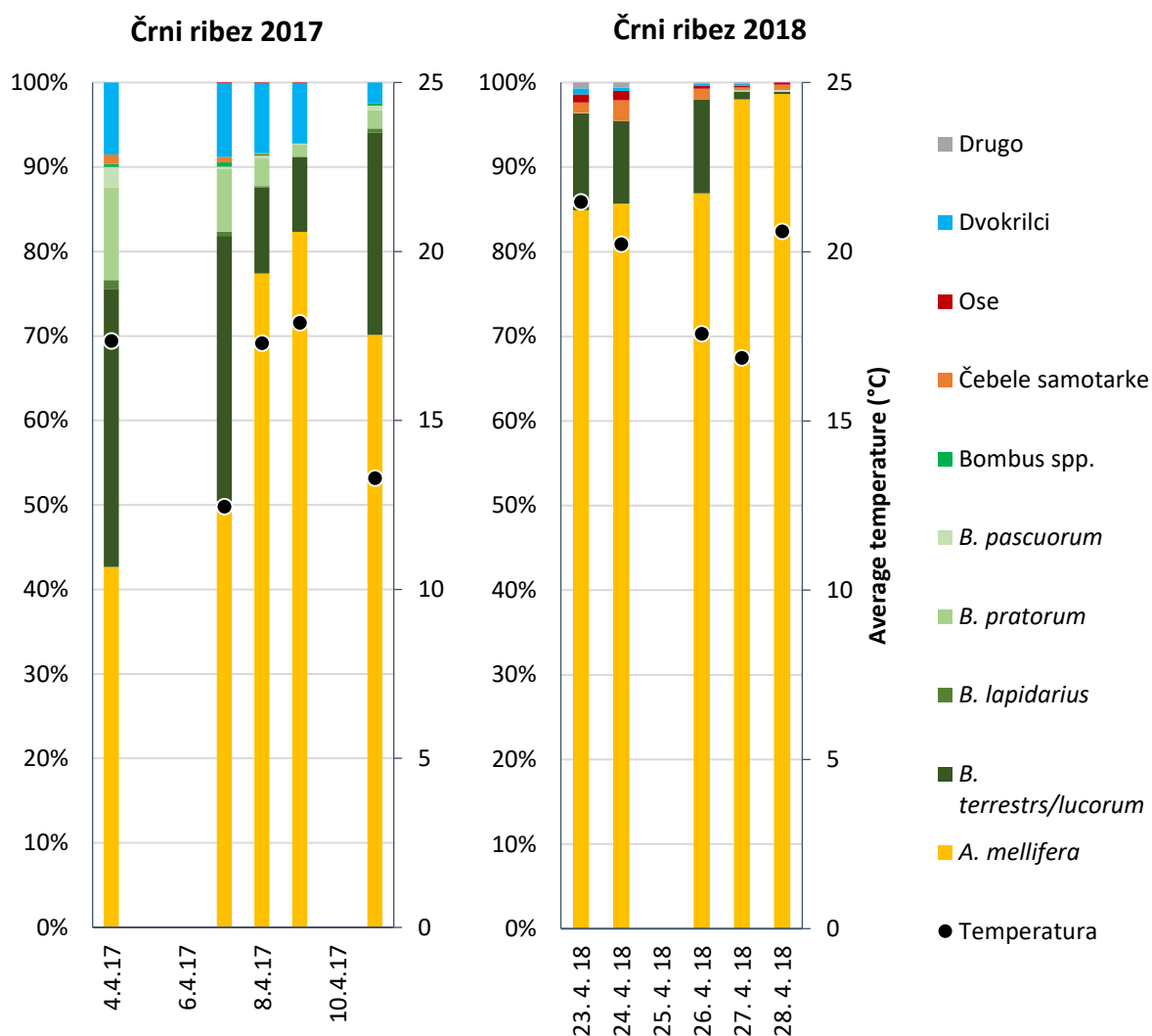


Slika 19: Medonosna čebela na cvetu jagode. Foto: Danilo Bevk



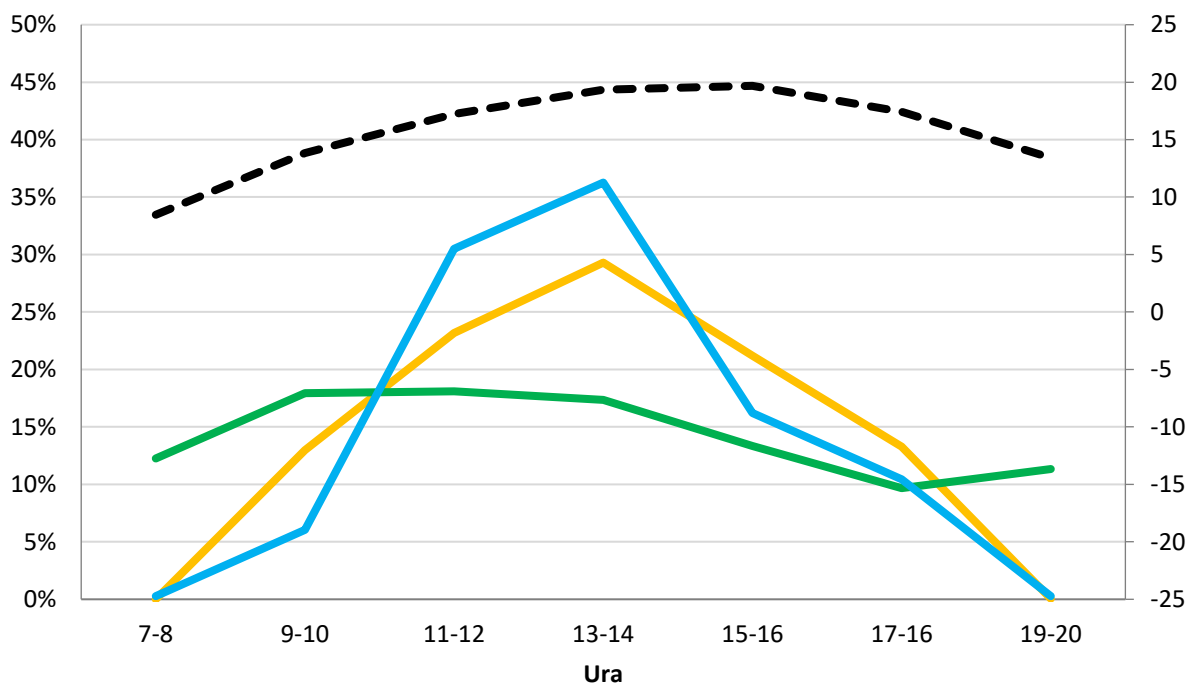
Slika 20: Čmrlj na cvetu jagode. Foto: Blaž Koderman

4.1.1.4 Črni ribez

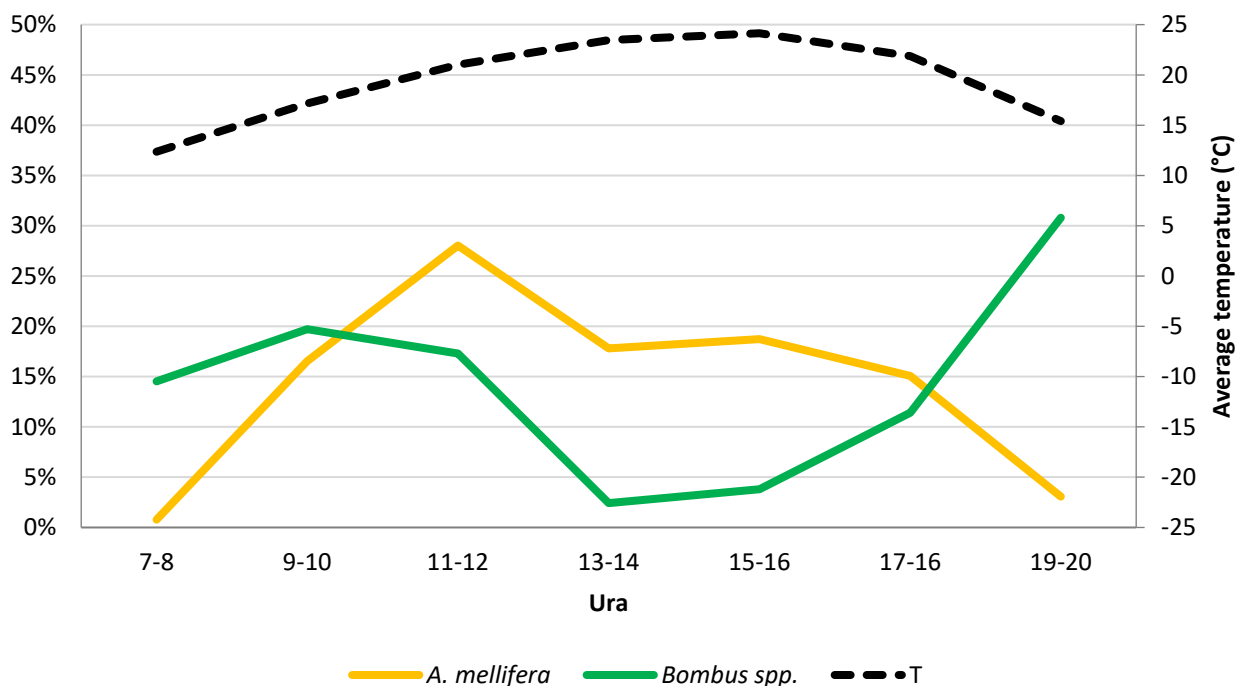


Slika 21: Sestava združb opraševalcev na črnem ribezu in povprečna temperatura na lokaciji Brdo pri Lukovici. Prvo leto so prevladovali čmrlji in medonosna čebela, drugo leto je bilo čmrljev manj. Prvo leto je bilo precej tudi dvokrilcev. Opraševale so tudi čebele samotarke in ose. Najpogostejši vrsti čmrljev sta bila temni in svetli zemeljski čmrlj (*Bombus terrestris/lucorum*) ter pomladanski zemeljski čmrlj (*Bombus pratorum*).

Črni ribez 2017



Črni ribez 2018



Slika 22: Dejavnost oprasovalcev preko dneva na črnem ribezu in povprečna temperatura na lokaciji Brdo pri Lukovici. Medonosna čebela je bila najbolj dejavna v osrednjem delu dneva, kar je bilo drugo leto (višje temperature) manj izrazito. Čmrlji so bili prvo leto skoraj enakomerno dejavni cel dan. Drugo leto so bili dejavni predvsem zjutraj, dopoldne in zvečer in so se izogibali popoldanski vročini. Muhe trepetavke so bile prvo leto dejavne v osrednjem delu dneva.

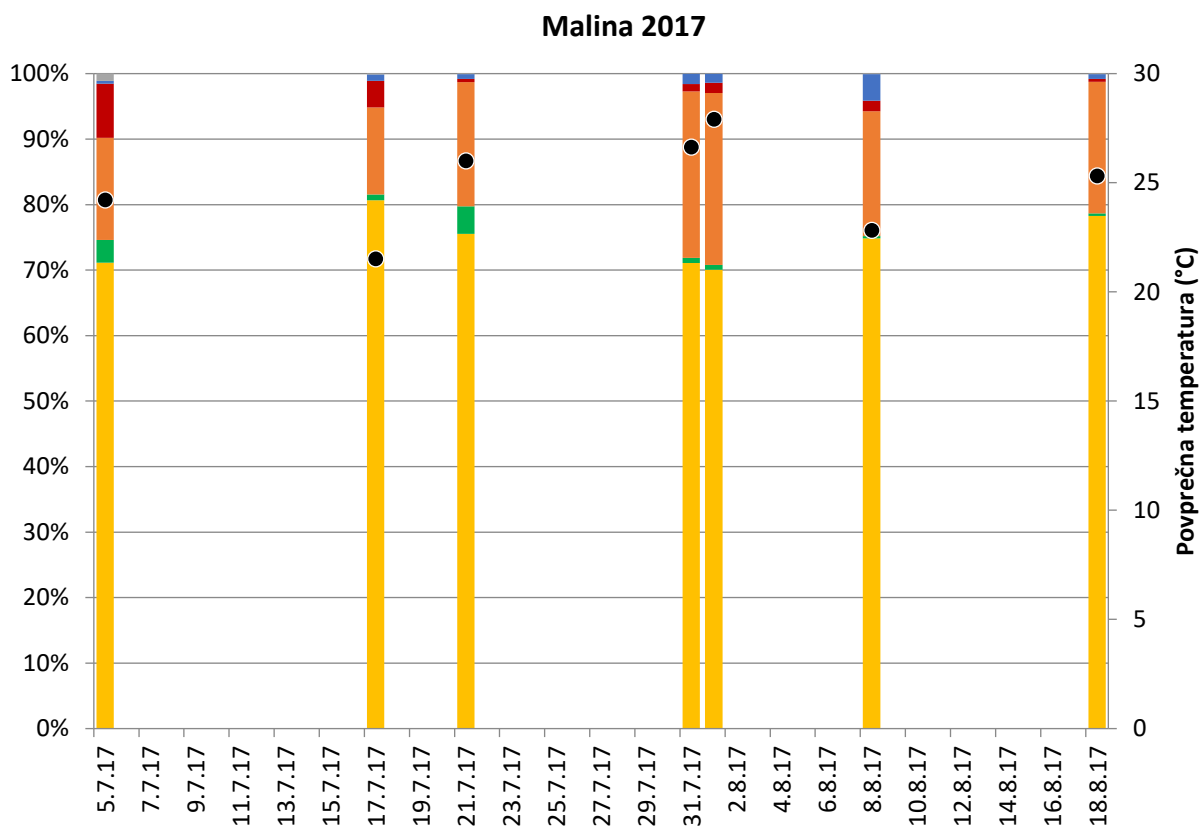
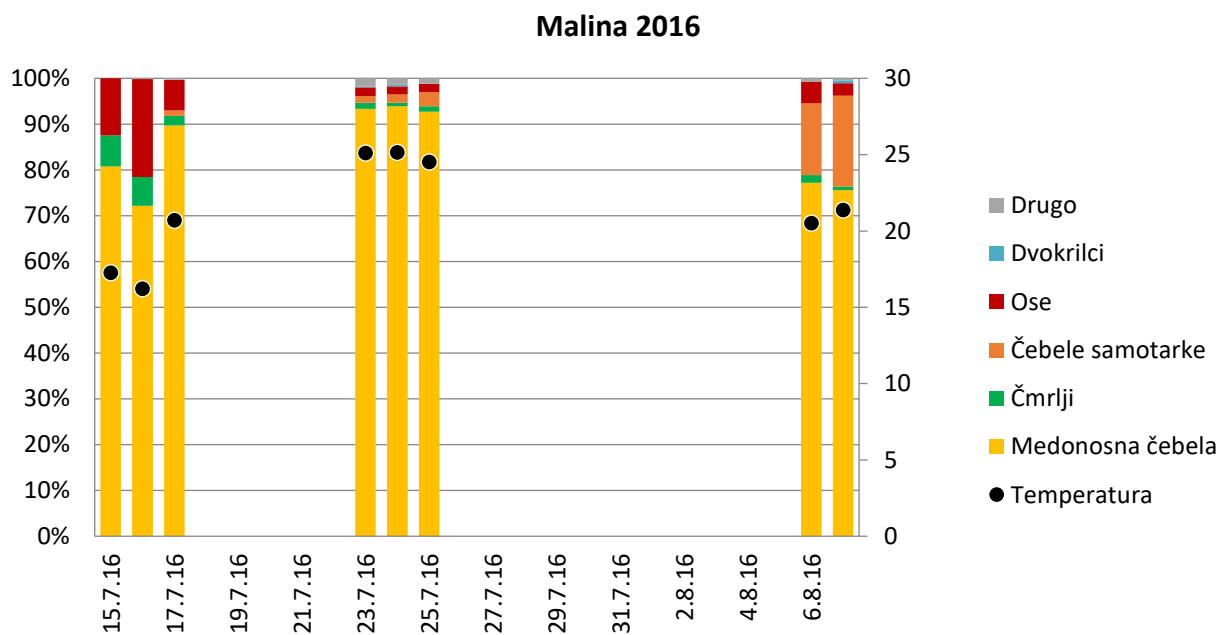


Slika 23: Čmrlji so bili na črnem ribezu dejavni tudi v dežju. Foto: Danilo Bevk

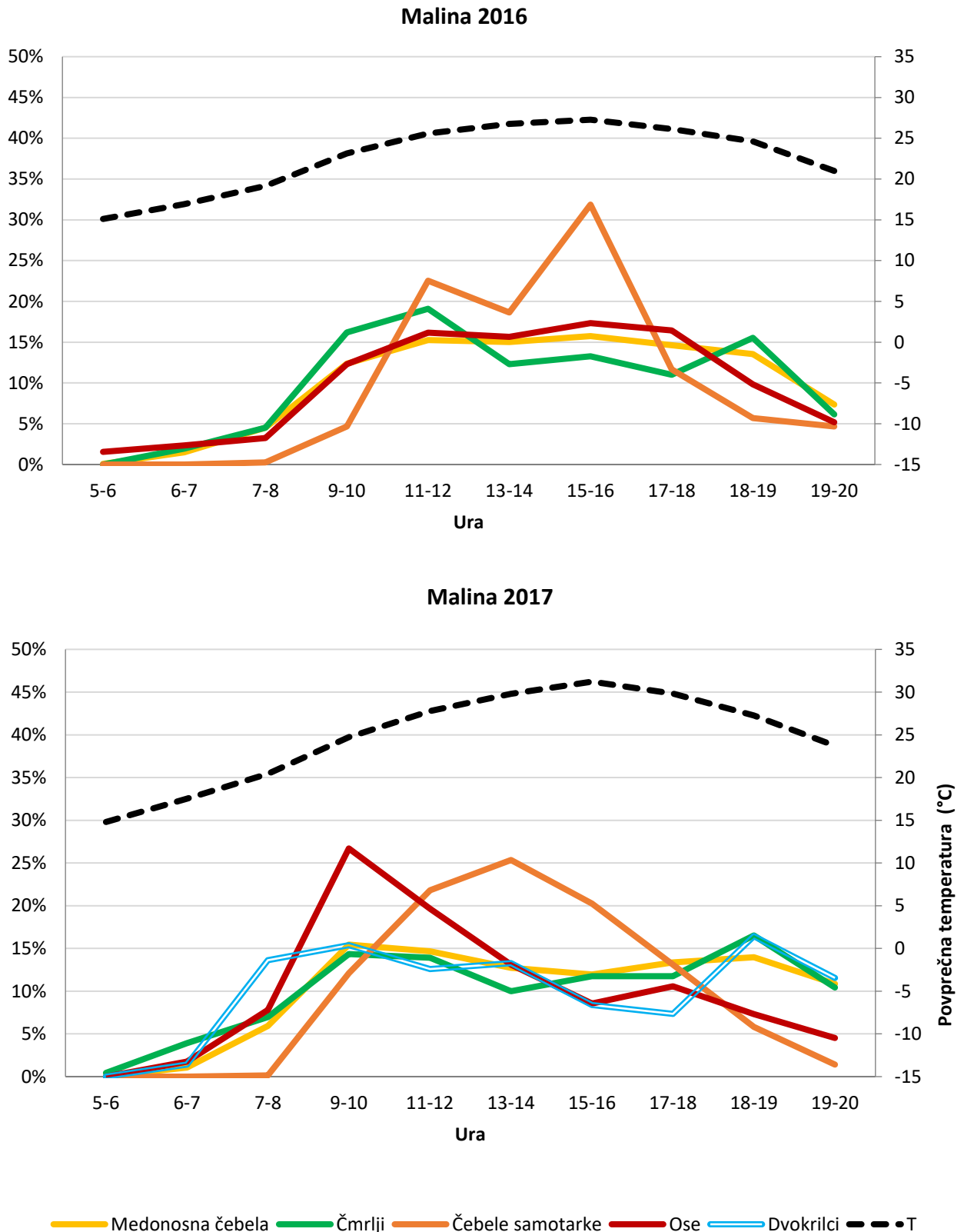


Slika 24: Pomladanski zemeljski čmrlj (matica) na črnem ribezu. Foto: Danilo Bevk

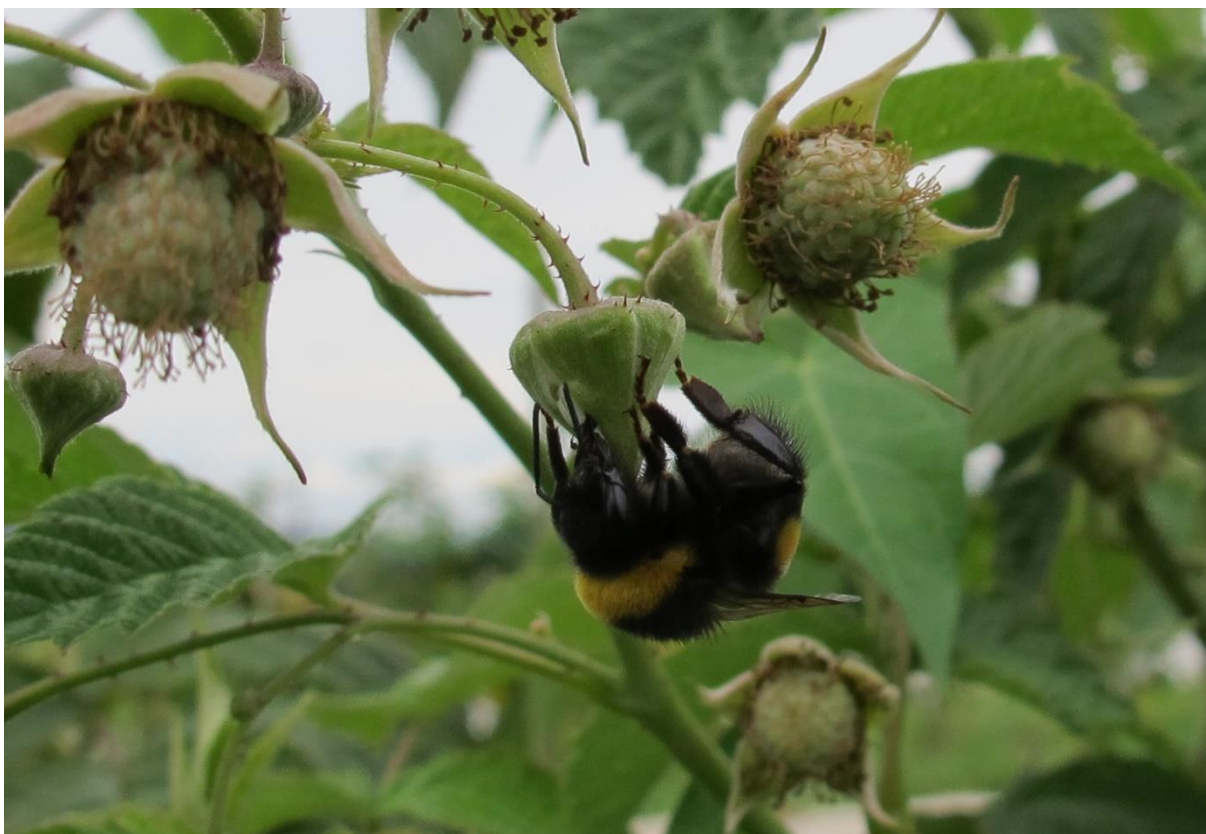
4.1.1.5 Malina



Slika 25: Sestava združb opraševalcev na črnem ribezu in povprečna temperatura na lokaciji Brdo pri Lukovici. Obe leti je vse dni prevladovala medonosna čebela, precej pa je bilo tudi čebel samotark, zlasti proti koncu prvega leta in celotno obdobje drugega leta. Številčne so bile tudi ose, manj pa je bilo čmrljev.



Slika 26: Dejavnost opráševalcev preko dneva na malini in povprečna temperatura na lokaciji Brdo pri Lukovici. Opráševalci so bili (poleti) dejavni preko celega dneva. Čebele samotarke so bile obe leti izrazito najbolj dejavne pri višjih temperaturah. Čmrliji so se najvišjim temperaturah izogibali obe leti, drugo leto tudi medonosna čebela in ose.

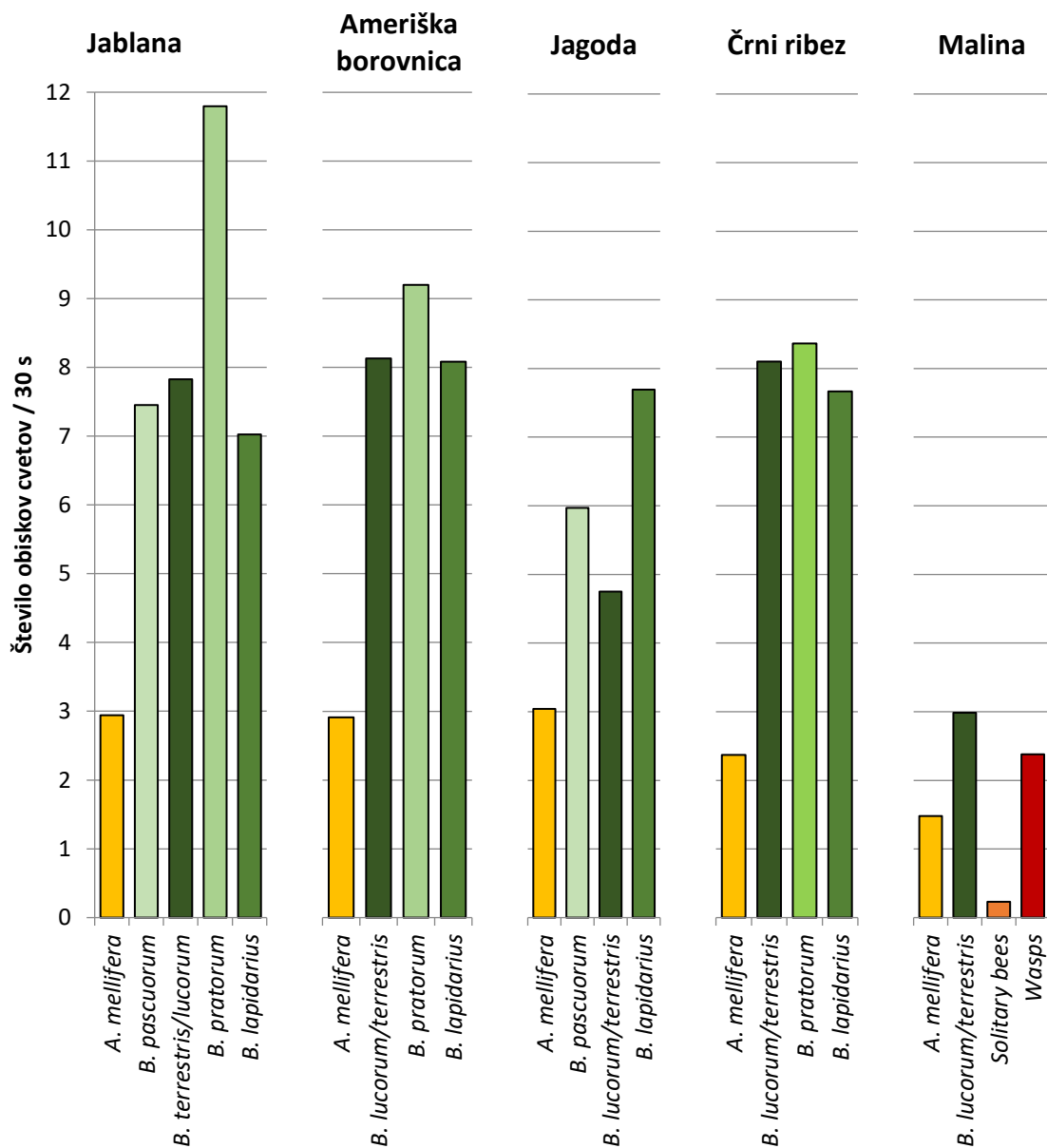


Slika 27: Čmrlj na malini. Foto: Danilo Bevk



Slika 28: Medonosna čebela na malini. Foto: Danilo Bevk

4.1.1.6 Hitrost opravevalcev



Slika 29: Hitrost opravevalca (število obiskanih cvetov v 30 sekundah). Čmrliji v primerjavi z medonosno čebelo v enaki času obišejo dva- do štirikrat toliko cvetov kot medonosna čebela. To in druge posebnosti, ki prispevajo k njihovi večji učinkovitosti je potrebno upoštevati pri oceni njihovega prispevka k opravevanju.

4.1.1.7 Glavne ugotovitve

- **Na vseh opazovanih rastlinah smo opazili pestre združbe opraševalcev, ki so se tekom cvetenja spreminjale.** Spremembe so domnevno posledica spreminjana vremenskih pogojev in razpoložljivosti drugih pašnih virov v okolju.
- **Opazili smo velike razlike tako med rastlinskimi vrstami kot tudi med lokacijami.** Razlike med vrstami so domnevno posledica razlik v ekologiji opraševalcev in razlik v izločanju medičine, razlike med lokacijami pa so posledica razlik v združbah opraševalcev in razpoložljivosti drugih pašnih virov v okolju.
- **Številčno je večinoma prevladovala čebela, vendar je bil zelo pomemben delež tudi divjih opraševalcev, zlasti na jagodičevju in v slabših vremenskih pogojih.** Čmrlji so bili npr. na ameriški borovnici dejavni že pri 3 °C.
- **Pri upoštevanju prispevka posameznih skupin opraševalcev je nujno potrebno upoštevati tudi njihovo učinkovitost.** Čmrlji npr. v enakem času oprašijo (obiščejo) 2- do 4-krat toliko cvetov kot medonosna čebela. Ob obisku tudi odložijo več cvetnega prahu, cvet stresejo, dejavni so tudi v slabem vremenu... **Prispevek čmrljev k opraševanju je zato veliko večji kot bi sklepali zgolj po njihovi številčnosti.**
- **Čmrlji so večinoma najbolj dejavni zjutraj in dopoldne in zvečer,** zato so potencialno bolj izpostavljeni pesticidom.
- **Medonosna čebela in čebele samotarke so večinoma najbolj dejavne v osrednjem delu dneva.**
- **Kompleksnost in dinamičnost združb opraševalcev in njihove aktivnosti kažejo na pomen ohranjanja pestrosti opraševalcev kot edine strategije zagotavljanja zanesljivega opraševanja.** Zaradi podnebnih sprememb bo v prihodnosti to še bolj pomembno.
- **Pri čmrljih izrazito prevladujejo vrste, ki gnezdijo pod zemljo, kar kaže na velik pritisk kmetijstva na čmrlje.** Delež vrst, ki gnezdijo na površini in so zato bolj izpostavljena obdelavi s stroji, pa je bilo zelo malo.
- **Drugo leto smo opazili manj čmrljev, kar je posledica zmanjšanja njihove populacije zaradi neugodnih razmer v preteklem letu** (Pozeba in s tem zmanjšanje prehranskih možnosti v že sicer osiromašenem okolju. Medonosna čebela je na to manj občutljiva, ker jo čebelarji lahko hranijo).
- **Raziskava je prvi vpogled v združbe opraševalcev v sadovnjakih v Sloveniji.** Predlagamo nadaljevanje raziskav in sicer uporabe divjih opraševalcev v kmetijstvu, vplivov pesticidov na opraševalce in reden monitoring izbranih vrst opraševalcev.

4.1.2 DS1.2: Kvalitativno spremljanje dejavnosti oprasovalcev (NIB, KIS, GRM)

Na sadnih vrstah in jagodičju, ki jih nismo zajeli pri kvantitativnem spremljanju, smo dejavnost oprasovalcev spremljali kvalitativno in tako pridobili zelo grobo oceno o oprasovalcih.

Gre predvsem za sadne vrste, ki se v Sloveniji pridelujejo v manjšem obsegu, ali pa cvetijo istočasno z jablano, kar je onemogočalo intenzivno sočasno spremljanje dejavnosti oprasovalcev.

V obdobju cvetenja smo dejavnost oprasovalcev ocenili vsaj trikrat zjutraj in vsaj trikrat v osrednjem delu dneva, od tega vsaj enkrat tudi v neugodnem vremenu. Med pregledom nasada smo opazovali kateri oprasovalci oprasujejo in ocenili kateri prevladujejo.

Opazovanja so potekala v letih 2017 in 2018 in sicer pod vodstvom NIB v sodelovanju s KIS in GRM.

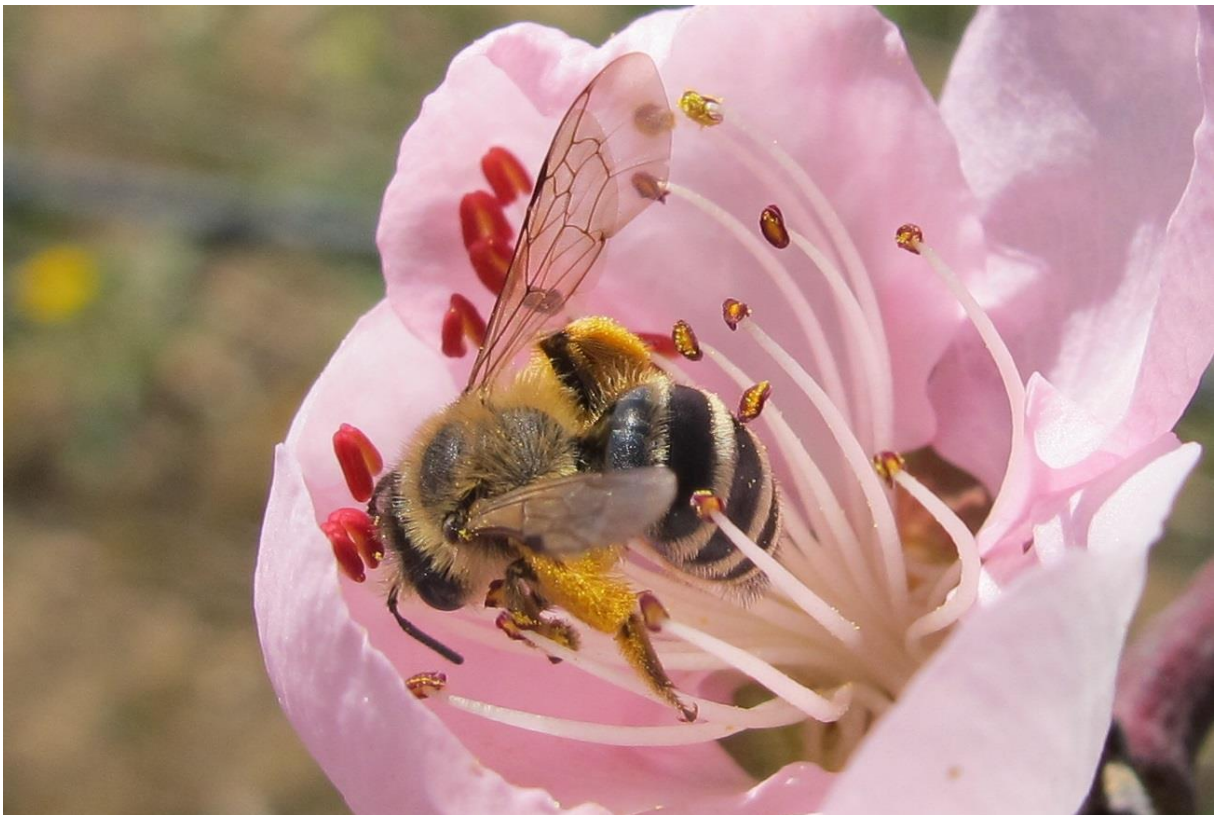
Preglednica 3: Opravljena opazovanja v okviru kvantitativnega spremljanja oprasovalcev

SADNA VRSTA	OPRASOVALCI		
	številčni	pogosti	redki
hruška	medonosna čebela	muhe trepetavke, čebele samotarke	čmrlji
sliva		medonosna čebela, čebele samotarke, čmrlji	
češnja	medonosna čebela	čebele samotarke, čmrlji	
breskev	medonosna čebela	čebele samotarke, čmrlji	
marelica		metulji	čebele samotarke

Rezultati so kvalitativnega spremljanja so zelo okvirni. Kvantitativno spremljanje je namreč pokazalo, da so združbe oprasovalcev zelo dinamične, zato je za zanesljivo oceno potrebno sistematično večdnevno celodnevno spremljanje.



Slika 30: Čmrlja matica na cvetu breskve. Foto: Danilo Bevk



Slika 31: Divja čebela na cvetu breskve. Foto: Danilo Bevk



Slika 32: Čebela samotarka na cvetu češnje. Foto: Danilo Bevk



Slika 33: Matica čmrlja na cvetu češnje. Foto: Danilo Bevk

4.1.3 DS1.3: Spremljane dejavnosti opraevalcev s pomočjo kamere (KIS)

S kamero smo želeli podrobneje raziskati biologijo opraevanja različnih opraevalcev.

Dejavnost opraevalcev z videokamero v aprilu 2017 in 2018 in sicer v poskusnem sadovnjak Kmetijskega inštituta Slovenije (Brdo pri Lukovic). Skupaj smo opravili devet snemalnih dni, od tega sedem na jablani na sorti carjevič in dva na ameriških borovnicah sorte Earliblue.

Dejavnost opraevalcev smo začeli beležiti, ko je bila sorta v polnem cvetenju in sicer z dvema kamerama hkrati. Izbrano vejo s cvetovi smo utrdili z oporo, da se ni premikala zaradi vetra in določili cvetove, na katerih smo beležili prihode in odhode opraevalcev (Slika). Izbrali smo cvetove, ki so imeli lepe rumene prašnike, torej cvetovi še niso bili opraešeni. Z vsako kamero smo spremljali drugo skupino cvetov, vsak snemalni dan pa smo izbrali novi socvetji. Ob cvetovih smo merili tudi temperaturo.

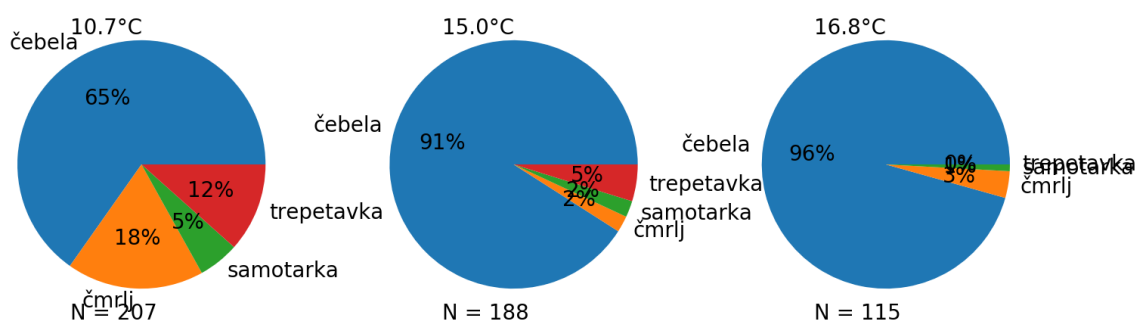
Pri analizi smo izbrali tri do pet cvetov, na katerih smo spremljali prilete (Slika -levo). Beležili smo: takson opraevalca, čas prihoda na cvet ter čas odhoda s cveta. Izračunali smo frekvenco obiskov posameznih skupin opraevalcev in trajanje »obiska« na izbranem cvetu. Beležili smo tudi, ali je bil izbrani cvet v senci ali na soncu. Iz vremenske postaje na lokaciji sadovnjaka smo pridobili podatke o temperaturi, vlagi, padavinah ter sončnem obsevanju ter preverili morebitno odvisnost merjenih parametrov od vremenskih pogojev. Opazovanje je običajno trajalo med 7:00 do 19:00.



Slika 34: Cvetovi jablane, izbrani za analizo (levo). Čmrlj v priletu na cvet, označen z ROI1 (desno). Foto: Janez Prešern

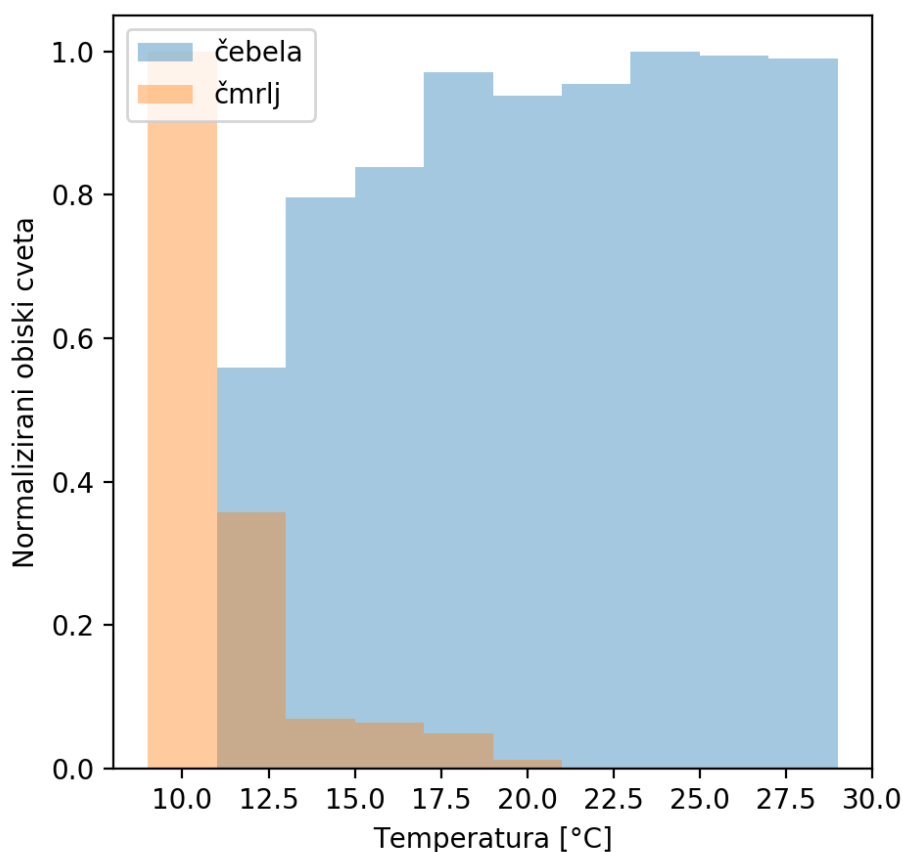
4.1.3.1 Vpliv povprečne dnevne temperature na sestavo združb in dejavnost opraevalcev

Zabeležili smo medonosne čebele, več vrst čmrljev, čebele samotarke, muhe trepetavke ter nekatere druge dvokrilce. Sestavo združb opraevalcev smo zabeležili do nivoja skupine. Ugotovili smo, da se je sestava – ne pa tudi število - opraevalcev razlikovala glede na povprečno temperaturo dneva. Tako je v zelo toplih dneh številčno prevladovala medonosna čebela (96 % opraevalcev; Slika 35-desno), ob hladnejših dneh pa je bilo precej tudi drugih opraevalcev (do 35 % opraevalcev, Slika 35 -sredina in levo).



Slika 35: Delež opravevalcev glede na povprečno temperaturo okolja. Temperatura je vplivala na sestavo ne pa na absolutno število obiskovalcev. Delež medonosne čebele se povečuje od leve proti desni z naraščajočo temperaturo.

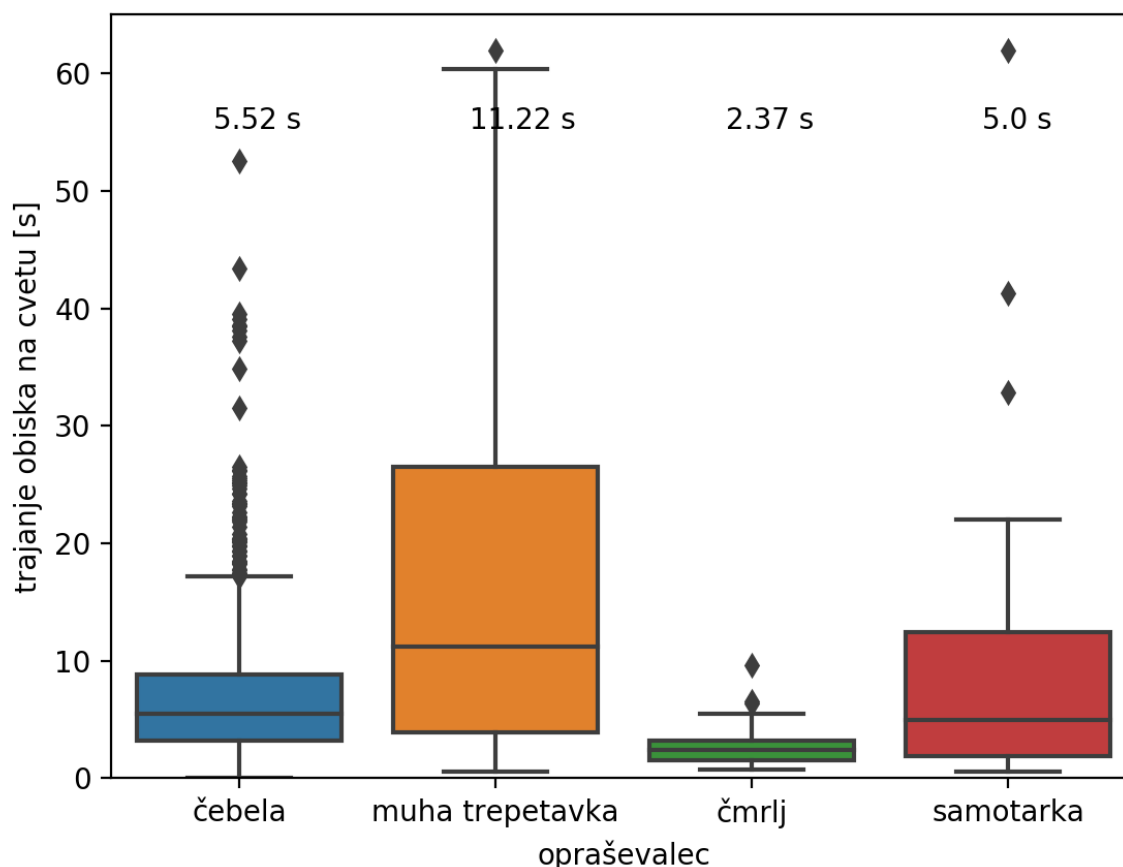
Razlike med medonosno čebelo in čmrlji so vidne tudi medi na prikazu temperaturne odvisnosti frekvence obiskov čebel in čmrljev. Predvsem v robnih področjih, prevladuje le en tip opravevalcev: pri nizkih temperaturah čmrlji, pri višjih pa čebele (Slika).



Slika 36: Temperaturni področji delovanja čmrljev in medonosne čebele. Ob nižjih temperaturah so aktivni predvsem čmrlji, ob višjih pa medonosna čebela.

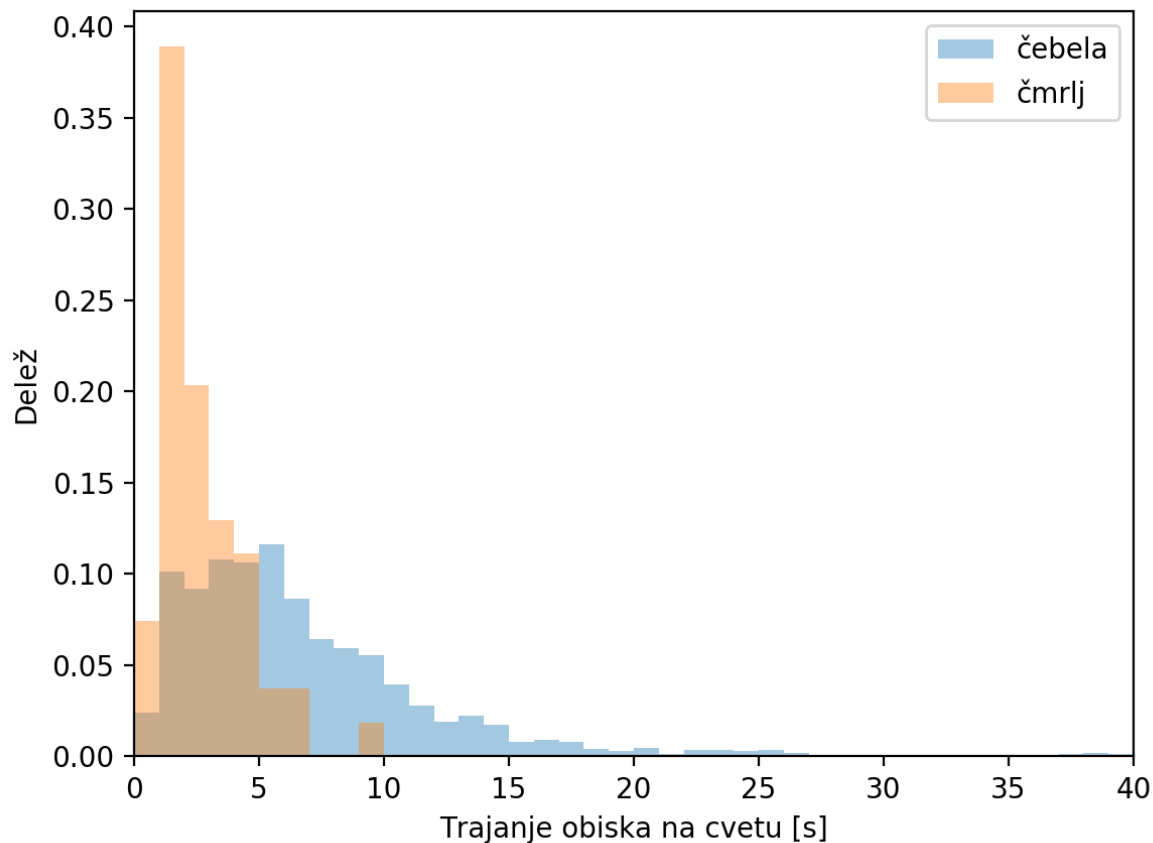
4.1.3.2 Hitrost opravevalcev

Merili smo dolžino postanka opravevalcev na cvetu. Pri medonosni čebeli je bila dolžina postankov razporejena bimodalno z relativno jasno ločnico pri 0.8 s. Postanke, krajše od 0.8 s smatramo za ogledniške, saj se čebela na cvetu ni zadržala niti ni bilo opaziti srkanja medicine. Mediana vrednost trajanja postankov, daljših od 0.8 s, je 5.5 s. Pri čmrljih take delitve ni bilo opaziti: Distribucija postankov je homogena in ima mediano vrednost 2.4 s. Distribuciji dolžini postankov osebkov medonosne čebele in čmrljev je prikazana na Slika .



Slika 37. Prikaz dolžine obiska na cvetu pri različnih opravevalcih.

Dober vpogled v hitrost opravevalcev nudi tudi primerjava razporeditve dolžin postankov med medonosno čebelo in čmrlji. Noben zabeležen postanek čmrlja ni bil daljši od 10 s, večina pa jih je krajša od 5 s. Pri medonosni čebeli smo zabeležili tudi postanke, daljše od 30 s, več kot pol postankov pa je daljših od 5 s (Slika 38).



Slika 38. Primerjava razporeditve trajanja obiskov cvetov pri medonosni čebeli in čmrljih.

4.1.3.3 Glavne ugotovitve

- Temperatura ima velik vpliv na dejavnost oprasovalcev. Čmrlji so bili bolj dejavni pri nižjih temperaturah, medonosna čebela pri višjih.
- Čmrlji so veliko hitrejši kot ostali oprasovalci.

4.2 DS2: REŠITVE ZA ZMANJŠANJE NEGATIVNIH VPLIVOV KMETIJSTVA NA DIVJE OPRAŠEVALCE IN BOLJŠO IZRABO IN TRAJNOSTNO RABO DIVJIH OPRAŠEVALCEV V KMETIJSTVU

Cilji:

1. Testirati različne tipe nadomestnih gnezdišč za čmrlje in čebele samotarke.
2. Raziskati možnosti izboljšanja prehranskih razmer divjih oprasovalcev v nasadih.
3. Pripraviti predlog ukrepov za zmanjšanje negativnega vpliva kmetijstva na divje oprasovalce in boljšo izrabo in trajnostno rabo divjih oprasovalcev v kmetijstvu

4.2.1 DS2.1: Nadomestna gnezdišča za divje oprasovalcev v sadovnjakih (NIB, KIS, GRM, BC Naklo)

Želeli smo testirati dva različna tipa nadomestnih gnezdišč za čmrlje in dva tipa nadomestnih gnezdišč za čebele samotarke.

V treh sadovnjakih (Brdo pri Lukovici, Strahinj, Sevno) in v Ljubljani (NIB) smo namestili različna gnezdišča za divje oprasovalce in sicer skupaj :

- 15 gnezdilnic za čebele samotarke, v vsaki:
 - 50 lukenj v les premera 6 mm
 - 50 lukenj v les premera 7 mm
 - 50 lukenj v les premera 8 mm
 - 50 lukenj v les premera 9 mm
 - 100 kartonskih cevok premera 7 mm
 - 100 kartonskih cevok premera 8 mm
- 40 gnezdilnic za čmrlje iz kartona
- 40 gnezdilnic za čmrlje narejenih iz glinenih cvetličnih loncev vkopanih v tla.

Gnezdišča smo postavili 2017, pred začetkom dejavnosti oprasovalcev. Obe leti smo spremljali dinamiko naseljevanja gnezdilnic.

Raziskave so potekale pod vodstvom NIB v sodelovanju s KIS, BIC in GRM.

4.2.1.1 Gnezdišča za čebele samotarke



Slika 39: Gnezdilna postaja z dvema gnezdilnicama za čebele samotarke postavljena v sadovnjaku Grma Novo mesto (Sevno). Gnezdilna postaja je pred pticami zaščitena s kovinsko mrežo. Foto: Danilo Bevk



Slika 40: V vsaki gnezdilnici sta dve gnezdilni enoti. V vsaki je 100 lukenj globine 150 mm in sicer dveh dimenzij (premer 6 in 8 mm ali 7 in 9 mm). Na vrhu so kartonske cevke za gnezdenje dolžine 15 cm (100 x 7 mm in 100 x 8 mm). Zamašene luknje so naseljene. Foto: Gašper Zor

CRP Pomen divjih opraevalcev pri opraevanju kmetijskih rastlin in trajnostno upravljanje v kmetijstvu za zagotovitev zanesljivega opraevanja



Slika 41: Čebela samotarka rogata dišavka (*Osmia cornuta*) pred gnezdilnico. Dišavke prenašajo cvetni prah na spodnji strani zadka, zato je stik med cvetom in naloženim cvetnim prahom veliko boljši kot pri medonosni čebeli, ki ga prenaša na zadnje paru nog. Ker ni zlepljen, ga tudi več pade na cvet. Dišavke so zato zelo dobre opraevalke. Foto: Jernej Polajnar

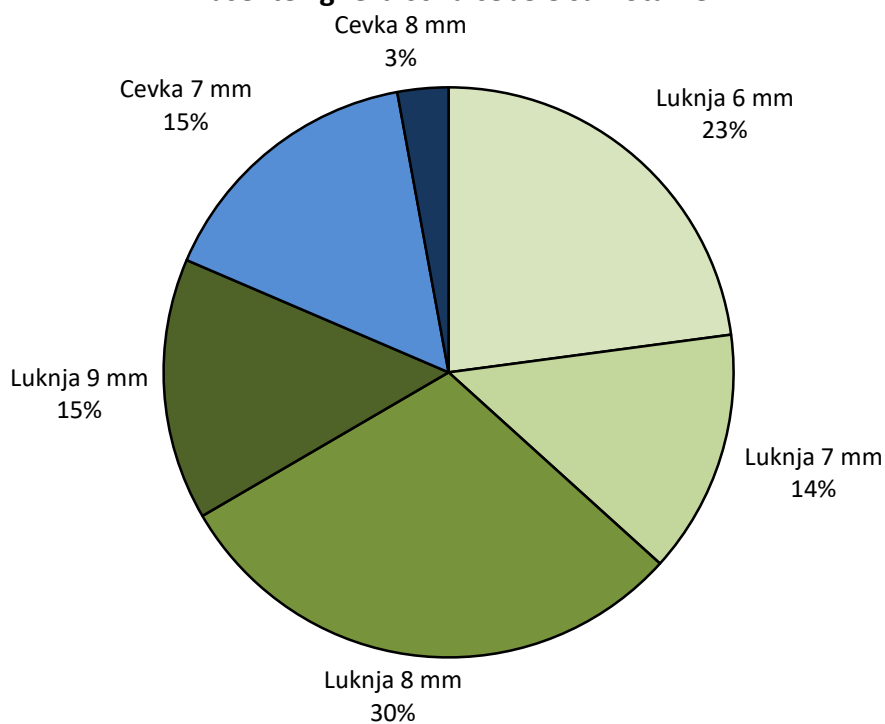


Slika 42: Čebela samotarka rogata dišavka (*Osmia cornuta*) pred gnezdilnico. Razvoj čebel samotark v gnezdilnici. Zgoraj jajčeca, v sredini ličinke, spodaj kokoni (v tej obliki samotarke prezimijo). Foto: Danilo Bevk

Preglednica 4: Naseljenost obeh tipov gnezdišč za čebele samotarke na vseh štirih lokacijah. Samotarke so raje naselile luknje v lesu. Prvo leto je bilo naseljenih 5 % lukenj v lesu in en odstotek kartonskih cev, drugo leto skoraj trikrat več (12 % lukenj in 3 % cev).

TIP	LOKACIJA	PREMER (mm)	ŠTEVILO	2017		2018		POPISOVALEC
				ŠT. NASELJENIH	% NASELJENIH	ŠT. NASELJENIH	% NASELJENIH	
Luknje v lesu	Brdo pri Lukovici	6	300	30	10	33	11	NIB
		7	300	27	9	24	8	
		8	300	25	8	30	10	
		9	300	12	4	30	10	
	Sevno	6	200	3	2	14	7	GRM, NIB
		7	200	6	3	11	6	
		8	200	18	9	29	15	
		9	200	6	3	8	4	
	Strahinj	6	100	0	0	36	36	BIC, NIB
		7	100	0	0	0	0	
		8	100	0	0	47	47	
		9	100	0	0	6	6	
	Ljubljana	6	150	21	14	22	15	NIB
		7	150	0	0	25	17	
		8	150	6	4	31	21	
		9	150	8	5	19	13	
SKUPAJ			3000	162	5	365	12	
Kartonske cevke	Brdo	7	600	6	1	30	5	NIB
		8	600	2	0	5	1	
	Sevno	7	400	8	2	39	10	GRM, NIB
		8	400	0	0	1	0	
	Strahinj	7	200	0	0	0	0	BIC, NIB
		8	200	0	0	0	0	
	Ljubljana	7	300	0	0	0	0	NIB
		8	300	0	0	0	0	
SKUPAJ			3000	16	1	75	3	

Naselitev gnezdišč za čebele samotarke



Slika 43: Primerjava naseljenosti lukenj v lesu in kartonskih cevkah. Čebele samotarke so se največ naselile v 8 mm in 6 mm luknje v lesu. Med cevkami se je velika večina naselila v cevkah s premerom 7 mm.



Slika 44: Rogata dišavka (*Osmia cornuta*). Foto: Danilo Bevk

4.2.1.2 Gnezdišča za čmrlje



Slika 44: Postavitev gnezdilnice za čmrlje iz glinenega lonca. Lonec (premer 22 cm) smo vkopali, ga skoraj do roba napolnili s posušenim mahom in pokrili s strešnikom. V sadovnjakih smo pripravili skupaj 40 tovrstnih gnezdilnic. Foto: Danilo Bevk



Slika 45: Kartonski gnezdilnici za čmrlje v sadovnjaku v Lukovici. Skupaj smo pripravili 40 tovrstnih gnezdilnic.

Preglednica 5: Naseljenost gnezdilnic za čmrlje.

TIP GNEZDILNICE	LOKACJA	ŠTEVILO	ŠT. NASELJENIH		POPISOVALEC
			2017	2018	
Kartonska škatla napolnjena z mahom	Brdo pri Lukovici	10	0	0	NIB
	Sevno	20	0	0	GRM, NIB
	Strahinj	10	0	0	BC Naklo, NIB
Vkopan glinen lonec napolnjen z mahom	Brdo pri Lukovici	10	1	0	NIB
	Sevno	20	0	0	GRM, NIB
	Strahinj	10	1	0	BC Naklo, NIB

4.2.1.3 Glavne ugotovitve

- **Najprimernejše gnezdišče za čebele samotarke so luknje v lesu.** Kartonske ceke so manj primerne, čeprav jih čebele samotarke tudi naseljujejo. Čebele samotarke so največ naseljevale 8 mm in 6 mm luknje v lesu. Med cevkami se je velika večina naselila v cevkah s premerom 7 mm.
- **Z nameščanjem gnezdišč smo v sadovnjakih povečali populacije čebel samotark.** Število zapolnjenih lukenj v lesu je bilo drugo leto 140 %, zapolnjenih cevk pa 200 % večje kot prvo leto. Predvidevamo, da bo število v naslednjih letih še naraščalo.
- **Uporabili smo poseben tip gnezdišč narejen iz kanalčkov v lesu, ki omogoča čiščenje gnezdišč in s tem preprečevanje prenamnožitve zajedavcev čebele samotark.** Kontrola zajedavcev je pri gojenju samotark za namene opravevanja zelo pomembna.
- **Tako pri nas kot v tujini opazamo, da zaradi podnebnih sprememb čas cvetenje sadnega drevja in dejavnost čebel dišavk (dejavne so največ nekaj tednov) pogosto nista optimalno sinhronizirana.** To je slabo tako z vidika opravevanja sadnega drevja kot tudi razmnoževanja čebel, saj niso dejavne v času, ko je največ hrane. Rešitev težave bi bil razvoj metode gojenja, ki bi sadjarjem omogočala uravnavanje aktivnosti čebel dišavk v skladu s cvetenjem sadnega drevja.
- **Naseljenost gnezdišč za čmrlje je bila zelo nizka. Za varovanje čmrljev je zato ključno ohraniti njihov naravni gnezdilni habitat – pozno košene travnike.** Oba tipa gnezdilnic sta namenjena vrstam, ki gnezdiijo nad zemljo, slaba zasedenost pa je posreden pokazatelj šibkosti populacij teh vrst, ki so še posebej občutljive na kmetijsko dejavnost. Njihova gnezda so namreč v primerjavi z vrstami, ki gnezdiijo pod zemljo veliko bolj izpostavljena. Da so vrste, ki gnezdiijo na površini zelo redke, se je pokazalo tudi pri spremljanju dejavnosti na cvetovih.

4.2.2 DS2.2: Izboljšanje prehranskih možnosti divjih opraševalcev v nasadih in okolici (NIB, BC Naklo, GRM, KIS)

Želeli smo ugotoviti ali divji opraševalci kot vir prehrane uporabljajo najpogostejše kmetijske medovite rastline.

V sadovnjaku BC Naklo smo v letih 2017 in 2018 posejali dve sorti ajde, sončnice in facelijo in opazovali dejavnost medonosne čebele, čmrljev, čebel samotark in drugih opraševalcev. Dejavnost opraševalcev smo spremljali preko celega dneva in sicer vsako leto na vsaki rastlinski vrsti spremljali pet dni. Na sončnicah smo opraševalce spremljali tudi na GRM Novo mesto, na ajdi pa v sadovnjaku na Brdu pri Lukovici. Raziskave so potekale pod vodstvom NIB v sodelovanju s BC Naklo, GRM in KIS.

4.2.2.1 Rezultati

Preglednica 6: Uporabnost medovitih rastlin za divje opraševalce.

RASTLINA	OPAŽANJA
Sončnica	Dober pašni vir za medonosno čebelo, na nekaterih lokacijah lahko tudi precej čmrljev različnih vrst. Prisotne tudi čebele samotarke in muhe trepetavke.
Facelija	Dober pašni vir za medonosno čebelo in muhe trepetavke. Prisotne tudi čebele samotarke in čmrlji.
Ajda - čebelica	Dober pašni vir za medonosno čebelo in muhe trepetavke. Precej tudi čebel samotarke, čmrlji redki.
Ajda - Darja	Dober pašni vir za medonosno čebelo in muhe trepetavke. Precej tudi čebel samotarke, čmrlji redki.

4.2.2.2 Glavne ugotovitve

- **Medovite rastline lahko deloma izboljšajo prehranske razmere tudi za divje opraševalce.** Čmrljem koristi predvsem sončnica, manj facelija; čebelam samotarkam in muham trepetavkam pa predvsem facelija in ajda.
- **Za ohranjanje pestrih združb opraševalcev medovite rastline niso dovolj.** Potrebno je ohraniti dovolj površin cvetočih pozno košenih travnikov.
- **Pomembno je izobraževanje kmetov o medovitih rastlinah in drugih ukrepih za izboljšanje prehranskih razmer za opraševalce.**

4.2.3 Predlog ukrepov za zmanjšanje negativnega vpliva kmetijstva in boljšo izrabo in trajnostno rabo divjih opraeševalcev v kmetijstvu (NIB)

Pestrost opraeševalcev je ključna pri zagotavljanju zanesljivega opraeševanja v kmetijstvu. Varovanje zgolj medonosne čebele z vidika opraeševanja ni dovolj, ukrepi za varovaje le-te pa za ohranitev pestrosti opraeševalcev ne zadostujejo.

Kmetijstvo ima zelo velik vpliv na življenjski prostor opraeševalcev, zato mora biti aktivno vključeno v varovanje opraeševalcev. Ker je hkrati tudi gospodarska panoga, ki je od opraeševanja tudi najbolj neposredno odvisna, je varovanje opraeševalcev kmetijstvu tudi v interesu z zelo jasnimi koristmi za pridelavo.

Nekdaj je bil vpliv kmetijstva na opraeševalce (in biotsko pestrost na sploh) pozitiven. Omogočilo je nastanek in ohranjanje travnikov v krajini, kjer bi sicer prevladoval gozd. Heterogena, ne-intenzivna raba prostora je ustvarila pestre habitate, ki so opraeševalcem zagotavljali dovolj hrane in primernih mest za gnezdenje.

V zadnjih desetletjih se je vpliv kmetijstva na opraeševalce precej spremenil. Z intenzivizacijo se je prej pestra kmetijska krajina zelo spremenila. Gnojeni, zgodaj in pogosto (ter vsi istočasno) košeni travniki ne zacvetijo in zato opraeševalcem ne zagotavljajo dovolj hrane. Težki obdelovalni stroji uničijo veliko gnezd čmrljev. Mejič, kjer bi bila gnezda na varnem, skoraj ni več. Čebele samotarke so nekdanj gnezdele v slamnatih strehah in luknjah v lesu, ki je bil glaven gradbeni material. Negativen je tudi vpliv pesticidov.

Vse te spremembe so še zlasti prizadele divje opraeševalce. Pomanjkanje hrane sicer škodi tudi medonosni čebeli, vendar pa ji čebelarji pomagajo s krmljenjem, zato pomanjkanje ni tako usodno kot pri divjih opraeševalcih, ki so prepuščeni sami sebi. Medonosna čebela se tudi ne sooča s pomankanjem mest za gnezdenje, saj gnezdi v čebelnjakih.

Zaradi vedno večjega zavedanja nepogrešljive vloge divjih opraeševalcev za stabilno pridelavo hrane se vse več pozornosti namenja iskanju rešitev za ohranjanje zadostnih populacij na kmetijskih površinah. Ukrepi s katerimi pomagamo medonosni čebeli namreč za ohranitev divjih opraeševalcev niso dovolj. Ukrepe lahko razdelimo v štiri skupine:

- Ohranjanje naravnih habitatov
- Izboljšanje prehranskih možnosti
- Izboljšanje možnosti za gnezdenje
- Prilagojena uporaba pesticidov

Ohranjanje naravnih habitatov

Ohranjanje naravnih habitatov je najučinkovitejši ukrep za varovanje opraeševalcev in edini, ki omogoča ohraniti vso oziroma večji del pestrosti opraeševalcev. Kot naravni habitat razumemo

CRP Pomen divjih opraeševalcev pri opraeševanju kmetijskih rastlin in trajnostno upravljanje v kmetijstvu za zagotovitev zanesljivega opraeševanja

travnike s katerimi gospodarimo na način, ki omogoča cvetenje številnih vrst cvetnic (žužkocvetk) in s tem vir hrane in prostor za gnezdenje.

Cvetoče travnike lahko zagotovimo tako da, jih kosimo enkrat ali največ dvakrat letno. Prva košnja je šele po končanem glavnem cvetenju, še bolje šele po semenitvi (slednje je nujno vsaj na delu travnika). Z vidika oprasovalcev ni nujno, da se na tak način neprestano gospodarji na istih površinah, je pa treba upoštevati, da v primeru neugodnega začetnega stanja, traja več let, da travnik zopet »zacveti«. Proces oživiljanja lahko pospešimo s setvijo travniških rastlin, katerih seme (seneni drobir) mora biti lokalnega izvora. Paziti moramo tudi, da na travnikih ne pride do razraščanja tujerodnih invazivnih rastlin (četudi so medovite).

S košnjo travnika preprečujemo njegovo zaraščanje. S košnjo sicer še vedno lahko uničimo nekaj čmrljih gnezd, vendar pa je škoda zaradi manj košenj in poznejše prve košnje manjša. Poleg tega vrste s hitrim razvojem lahko svoj razvoj zaključijo že v juniju, torej še pred prvo košnjo. Dodatno lahko uspešnost gnezdenja povečamo z mejicami, kjer so gnezda varna pred stroji.

Izboljšanje prehranskih razmer

Oprasevalci potrebujejo hrano celotno obdobje svojega razvoja. Pri čebelah samotarkah je to pogosto samo nekaj tednov, pri čmrljih, ki imajo dolg razvoj pa od pomladi do poznega poletja ali jeseni. Pomanjkanje hrane v določenem obdobju zelo zmanjša preživetje in uspešnost gnezdenja.

Najboljši način za izboljšanje prehranskih razmer je ohranjanje cvetočih travnikov. Kjer to ni možno prehranske razmere lahko izboljšamo z naslednjimi ukrepi:

- Izmenična košnja: Danes strojna obdelava omogoča, da se v kratkem času pokosi vse travne površine na nekem območju. Z izmenično košnjo je oprasovalcem na voljo vsaj nekaj cvetočih površin.
- Cvetoč »plevel« na neuporabljenih njivskih površinah na katerem se hranijo oprasevalci (npr. mrtve koprive na katerih se pomadi hranijo matice čmrljev) odstranimo čim kasneje (kot dopušča tehnologija pridelave).
- Sejanje medovitih rastlin: Z medovitimi rastlinami lahko izboljšamo prehranske razmere za oprasevalce v degradiranem okolju in omogočimo preživetje vsaj manj občutljivim vrstam. Z načrtno setvijo lahko oprasovalcem zagotovimo stalen vir hrane skozi celotno obdobje razvoja, torej tudi po cvetenju sadnega drevja, ko po obdobju obilja hrane nastopi obdobje pomanjkanja. Priporočamo setev različnih rastlin in sicer sončnic, facelije in ajde.

Izboljšanje možnosti za gnezdenje

Čmrljem razmere za gnezdenje lahko izboljšamo s pozno košnjo travnikov (da še pred košnjo zaključijo z gnezdenjem) in/ali z povečevanjem heterogenosti okolja, npr. z živimi mejami, kar povečuje površino varnih mest za gnezdenje, kjer so varni pred stroji.

Čebelam samotarkam lahko razmere za gnezdenje izboljšamo z nameščanjem gnezdišč. V primeru večjih gnezdišč s katerimi želimo zelo povečati populacije čebel samotark, obstaja nevarnost prenamnožitve zajedavcev in občasnega upada populacij. Temu se lahko izognemo z uporabo načina gojenja, ki onemogoči prenamnožitev zajedavcev in bolezni (gnezdišča kot smo jih uporabili v tem projektu).

Prilagojena uporaba pesticidov

Pesticidi za divje opraševalce predstavljajo še večje tveganje kot za medonosno čebelo. V nasprotju z medonosno čebelo, kjer matica in troti (samci) nikoli ne obiskuje cvetov, so pri divjih čebelah reproduktivni osebki (matice čmrljev, samice čebel samotark, samci) pesticidom neposredno izpostavljeni. Pri čmrljih so v času cvetenja sadnega drevja v sadovnjakih skoraj izključno samo matice, njihova smrt pa pomeni propad družine.

Pomembne so tudi razlike v dnevni aktivnosti. Zlasti čmrlji so dejavni bolj zgodaj zjutraj in daj časa zvečer, zato je njihova potencialna izpostavljenost pesticidom ob prezgodnjem večernem ali prepozno jutranjem škropljenju veliko večja. Tudi ob upoštevanju navodil škropljenja (vsaj dve uri po sončnem zahodu in vsaj dve uri pred sončnim vzhodom) je v primeru jutranjega škropljenja izpostavljenost čmrljev večja, saj je od škropljenja minilo manj časa.

Nujno je upoštevati vsa obstoječa pravila glede škropljenja, čeprav verjetno vsaj za čmrlje verjetno niso povsem ustrezna. V večini primerov je verjetno bolj primerno pozno večerno kot zgodnje jutranje škropljenje.

Za izvajanje ukrepov za zmanjšanje negativnega vpliva kmetijstva in boljšo izrabo in trajnostno rabo divjih opraševalcev v kmetijstvu je ključen ustrezen prenos znanja od raziskav, preko kmetijske svetovalne službe do kmetov.



Slika 46: Redčenje cvetov z vretenom nitkami (»Darwin«). Z njim dosežemo, da cvetenje ni preobilno, kar je pomembno za nastanek cvetja za naslednje leto. Opravilo lahko poškoduje oprasovalce, ki se ne uspejo umakniti, zato priporočamo, da se ga opravi v času, ko oprasovalcev ni (najbolje ponoči). Foto: Danilo Bevk



Slika 47: Svetli zemeljski, veliki črno-rdeči čmrlj in kranjske čebele na sončnici. Medovite rastline lahko izboljšajo prehranske razmere v siromašnem okolju, vendar ne morejo nadomestiti cvetočih travnikov, ki zagotavljajo bogat vir hrane in prostor za gnezdenje. Foto: Danilo Bevk



Slika 48: Cvetoča podrast je lahko pomemben vir hrane za oprasovalce, če je škropljena pa je lahko tudi past.
Foto: Danilo Bevk



Slika 49: Ajda v sadovnjaku KIS na Brdu pri Lukovici. S sejanjem medovitih rastlin lahko izboljšamo prehranske razmere v sadovnjaku po cvetenju sadnega drevja. Priporočamo sejanje mešanice medovitih rastlin, da omogočimo prehrano različnim skupinam oprasovalcev. Foto: Danilo Bevk



Slika 50: Cvetiči, pozno košeni travniki so življenjski prostor opraševalcev. Opraševalcem zagotavljajo hrano in prostor za gnezdenje. Foto: Danilo Bevk

4.3 DS3: ZDRAVSTVENO STANJE DIVJIH OPRAŠEVALCEV

Cilji:

1. Pregled čmrljev na najpogostejše povzročitelje bolezni čmrljev
2. Pripraviti predlog ukrepov za izboljšanje zdravstvenega stanja čmrljev v Sloveniji.

4.3.1 DS3.1: Laboratorijske preiskave čmrljev na virusne povzročitelje z metodo RT-PCR in povzročitelje iz rodov *Nosema*, *Crithidia* in *Apicystis* z mikroskopsko preiskavo in z metodo PCR (VF, NIB)

Želeli smo ugotoviti, ali so čmrlji v Sloveniji okuženi z virusi, ki jih najpogosteje omenjajo v literaturi in jih ugotavljamo tudi pri medonosni čebeli, to je z virusom deformiranih kril (DWV), virusom kronične paralize čebel (CBPV), virusom akutne paralize čebel (ABPV), virusom črnih matičnikov (BQCV) in virusom mešičkaste zalege (SBV). Želeli smo tudi ugotoviti, ali so čmrlji v Sloveniji okuženi s povzročitelji bolezni iz rodov *Nosema*, *Crithidia* in *Apicystis* in ali se pri čmrljih pojavljajo tudi vrste, značilne za medonosno čebelo.

Analizirali smo vzorce čmrljev, ki smo jih na štirih lokacijah nabrali poleti leta 2017 in 2018. Iz vsakega čmrlja posebej smo pripravili suspenzijo z napravo za mletje (Ultra turax tube drive). Suspenzijo smo razdelili na 2 x po 500 µl za izolacijo DNA in RNA ter 1x 100 µl za mikroskopsko preiskavo.

Za izolacijo RNA iz preiskovane suspenzije posameznega vzorca smo uporabili komercialni komplet (QIAamp® viral RNA Mini, Qiagen Nemčija) in izolacijo skupne RNA izvedli po navodilih proizvajalca (SOP 337 Veterinarske fakultete). Za izvedbo RT-PCR smo pripravili reakcijsko mešanico z reagenti kompleta QIAGEN® OneStep RT-PCR tako da smo zmešali vodo, RT-PCR pufer, dNTP mešanico, par začetnih oligonukleotidov za specifični dokaz ABPV, BQCV, CBPV, DWV, SBV in lake Sinai (Tentcheva in sod., 2004; Benjeddou in sod., 2001; Blanchard in sod., 2007; Cizelj in Gregorič, 2004; Chen in sod., 2004, Toplak in sod., 2012, Ravoet in sod., 2015), RT-PCR mešanico encima in na koncu smo dodali izolirano RNA vzorca (natančnejši opis postopka je naveden v SOP 406, verzija 2, Veterinarske fakultete). V vsako izvedbo metode RT-PCR za posamezni čebelji virus smo vključili ustrezno pozitivno in negativno kontrolo. Pomnoževanje nukleinske kisline je potekalo v avtomatskem termopomnoževalniku T1, Biometra. Za določitev specifične velikosti produkta RT-PCR (452 nukleotidov za ABPV, 700 nukleotidov za BQCV, 570 nukleotidov za CBPV, 504 nukleotidov za DWV in 824 nukleotidov za SBV) smo uporabili metodo elektroforeze v 1,8 % agaroznem gelu. Posamezne vzorce RT-PCR in označevalec z lestvico produktov velikosti po 100 nukleotidov smo po pomnoževanju nanесли v žepke na agaroznem gelu ter vključili elektroforezo. Rezultate smo odčitali na UV transiluminatorju in dokumentirali z aparaturo za slikanje gela.

Za dokazovanje prisotnosti nukleinskih kislin povzročiteljev *Apicystis bombi*, *Crithidia bombi*, *Nosema bombi*, *Nosema apis* in *Nosema ceranae* v vzorcih čmrljev smo izolirali DNA s pomočjo steklenih kroglic (Glass beads, velikost ≤ 106µm in 1µm, Sigma), MagnaLyser-ja (Roche Diagnostics, Nemčija) in

komercialnega kompleta za izolacijo DNA »DNA isolation from complex samples« (IMMT, Slovenija). Koncentracijo DNA smo izmerili s komercialnim kompletom Qubit dsDNA HS Assay Kit (Invitrogen - Life Sciences) na aparatu Qubit 3.0 Fluorometer (Invitrogen - Life Sciences). Vzorce izolirane DNA smo preiskali na prisotnost 3 vrst *Nosema spp.* z metodo polimerazne verižne reakcije (PCR) po predhodno razvitem in objavljenem protokolu (Fries et al., 2012, Standard methods for *Nosema* research, <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.3896/IBRA.1.52.1.14>). Z metodo PCR po protokolu, ki so ga razvili Meeus I. in sod. (2009) smo vzorce preiskali na prisotnost tripanosomatid *Crithidia bombi* in *Apicystis bombi*. Z metodo PCR v realnem času (qPCR) po protokolu, ki so ga razvili Guang Xu in sod. (2017) pa smo vzorce preiskali na prisotnost povzročitelja *Crithidia mellificae*.

Za mikroskopsko preiskavo smo kapljico suspenzije odpipetirali na predmetno steklo, pokrili in preiskali pod mikroskopom pri 400-kratni povečavi na prisotnost spor *Nosema spp.*, *Apicystis bombi* in *Crithidia spp.*

4.3.1.1 Rezultati preiskav čmrljev, nabranih v letu 2017

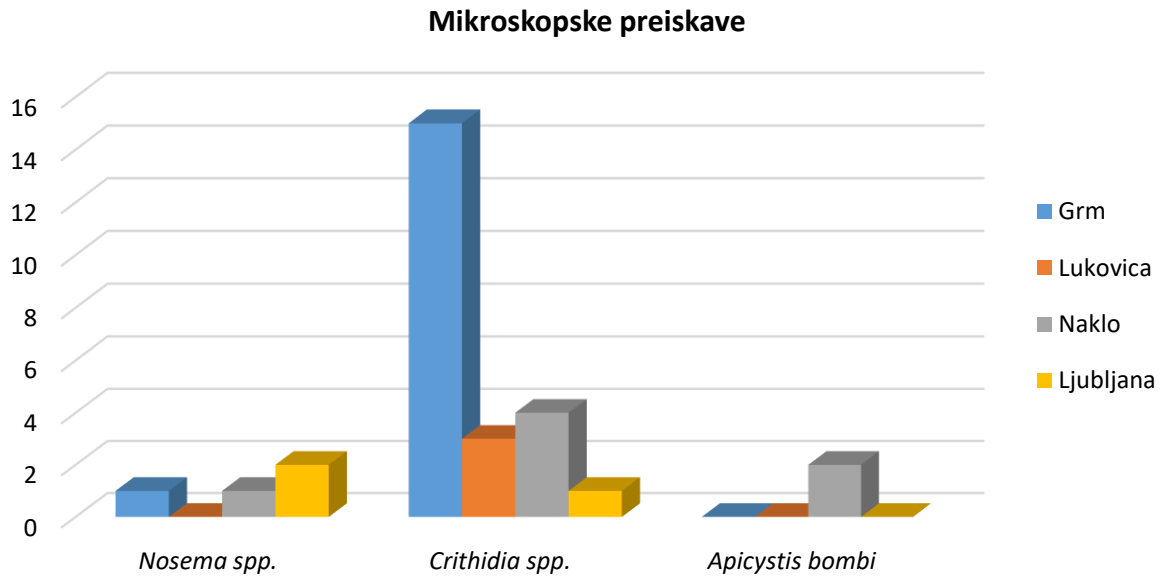
Skupno je bilo nabranih in preiskanih 50 vzorcev čmrljev iz Lokacij: Grm, Lukovica, Naklo in Ljubljana.

Rezultati za lokacijo Grm: preiskanih je bilo 20 čmrljev, od katerih je bil z mikroskopsko preiskavo na *Nosema spp.* pozitiven 1 vzorec, na *Crithidia spp.* je bilo pozitivnih 15 vzorcev, vsi ostali vzorci pa so bili negativni. Z RT-PCR na virusne povzročitelje je bilo na ABPV pozitivnih 5 vzorcev, na BQCV 6 vzorcev, na DWV 8 vzorcev, vse ostalo pa je bilo negativno. S PCR na *Nosema bombi* je bil pozitiven 1 vzorec in 1 vzorec na *Crithidia bombi*, vse ostalo je bilo negativno.

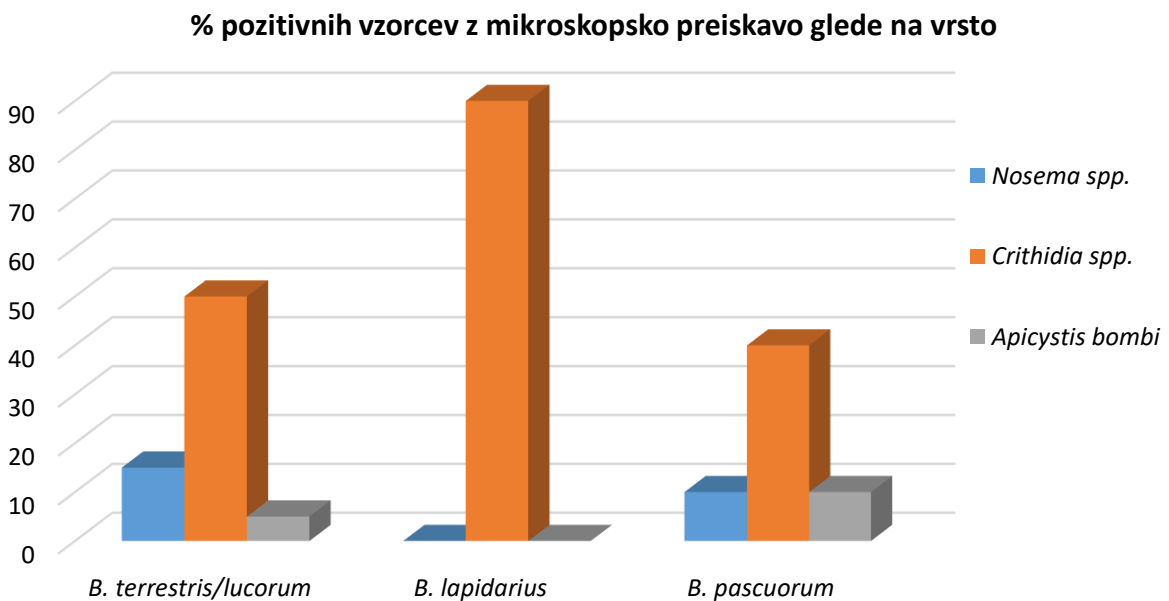
Rezultati za lokacijo Lukovica: preiskanih je bilo 10 čmrljev, od katerih so bili z mikroskopsko preiskavo na *Crithidia spp.* pozitivni 3 vzorci, ostali rezultati mikroskopske preiskave so bili negativni. Z RT-PCR na virusne povzročitelje je bil 1 vzorec pozitiven na ABPV in 1 vzorec na SBV, vse ostalo je bilo negativno. S PCR na *Nosema bombi* je bil pozitiven 1 vzorec, na *Crithidia bombi* 1 vzorec in na *Apicystis bombi* 1 vzorec, vse ostalo je bilo negativno.

Rezultati za lokacijo Naklo: preiskanih je bilo 10 vzorcev, od tega je bil z mikroskopsko preiskavo na *Nosema spp.* pozitiven 1 vzorec, na *Crithidia spp.* so bili pozitivni 4 vzorci in na *Apicystis bombi* 2 vzorca, vsi ostali vzorci so bili negativni z mikroskopsko preiskavo. Z RT-PCR preiskavo na virusne povzročitelje je bil 1 vzorec pozitiven na ABPV, 4 vzorci na BQCV in 7 vzorcev na SBV, vse ostalo je bilo negativno v preiskavi na viruse. S PCR na *Nosema bombi* je bil pozitiven 1 vzorec, na *Nosema ceranae* 1 vzorec in na *Apicystis bombi* 1 vzorec, vse ostalo je bilo negativno.

Rezultati za lokacijo Ljubljana: preiskanih je bilo 10 vzorcev, od tega sta bila z mikroskopsko preiskavo na *Nosema spp.* pozitivna 2 vzorca, na *Crithidia spp.* 1 vzorec, vsi ostali vzorci pa so bili negativni z mikroskopsko preiskavo. Z RT-PCR preiskavo na virusne povzročitelje je bilo 6 vzorcev pozitivnih na BQCV in 1 vzorec na SBV, vse ostalo je bilo negativno. S PCR na *Nosema ceranae* je bil pozitiven 1 vzorec, na *Crithidia bombi* 1 vzorec, na *Crithidia mellificae* 1 vzorec in na *Apicystis bombi* 1 vzorec, vse ostalo je bilo negativno.

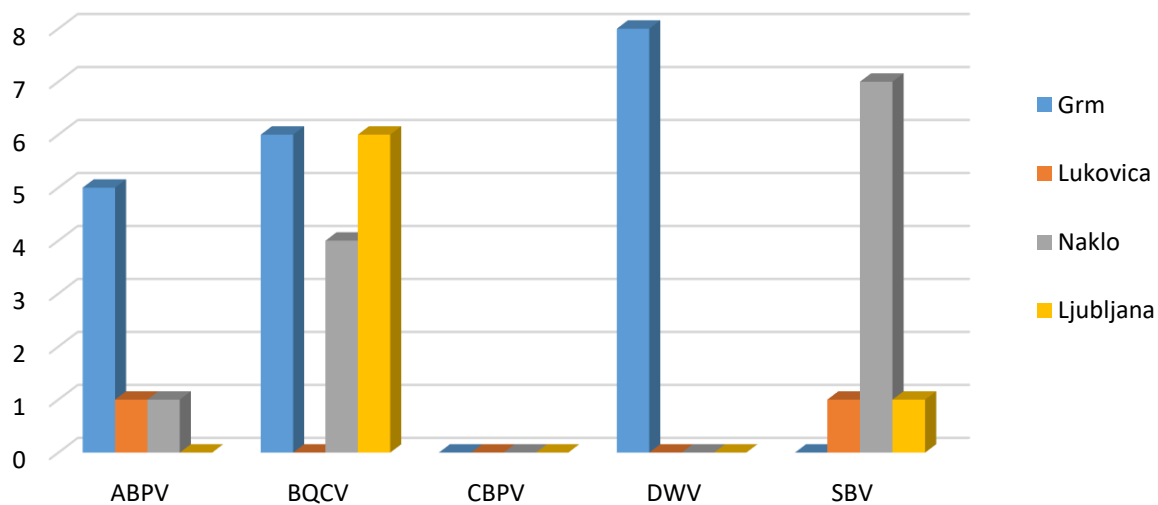


Slika 51: Rezultati mikroskopske preiskave za vzorce, nabrane v letu 2017



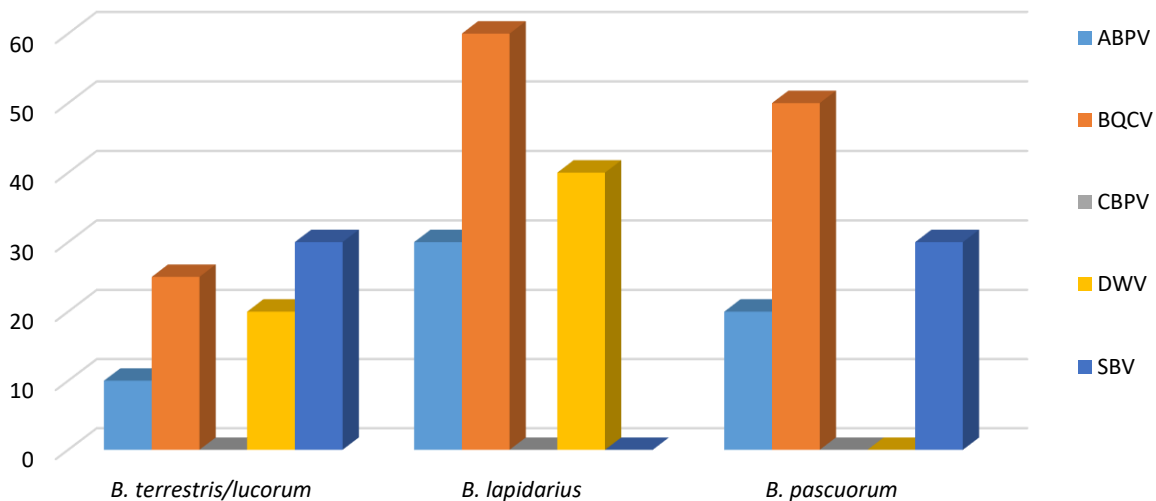
Slika 52: Odstotek pozitivnih vzorcev z mikroskopsko preiskavo glede na vrste čmrljev za vzorce, nabrane v letu 2017

Rezultati RT-PCR za viruse



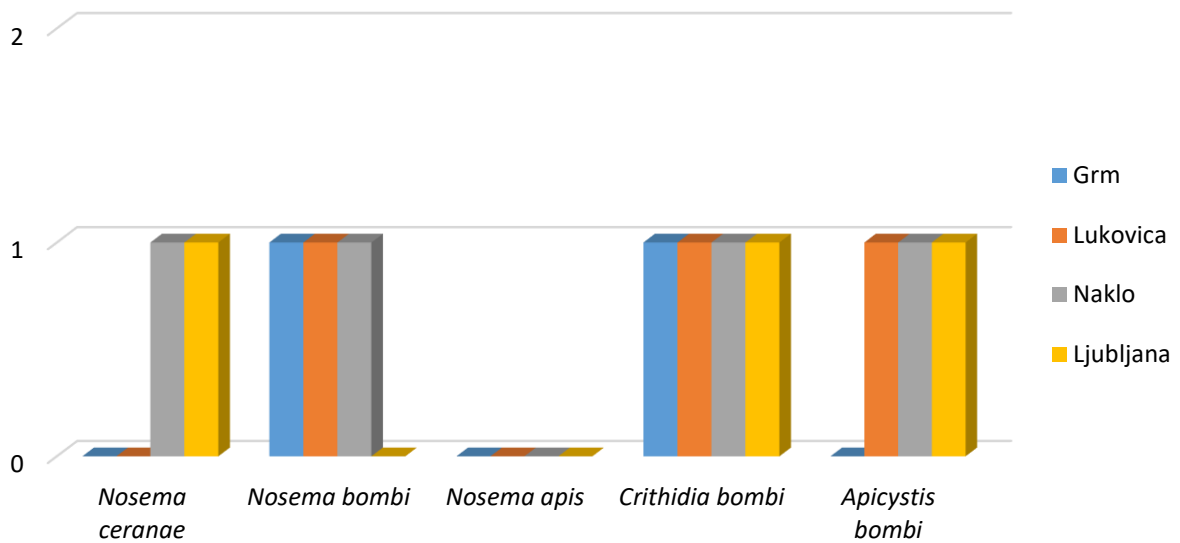
Slika 53: Rezultati RT-PCR za virusne povzročitelje za vzorce, nabrane v letu 2017

% pozitivnih vzorcev z RT-PCR na viruse glede na vrsto



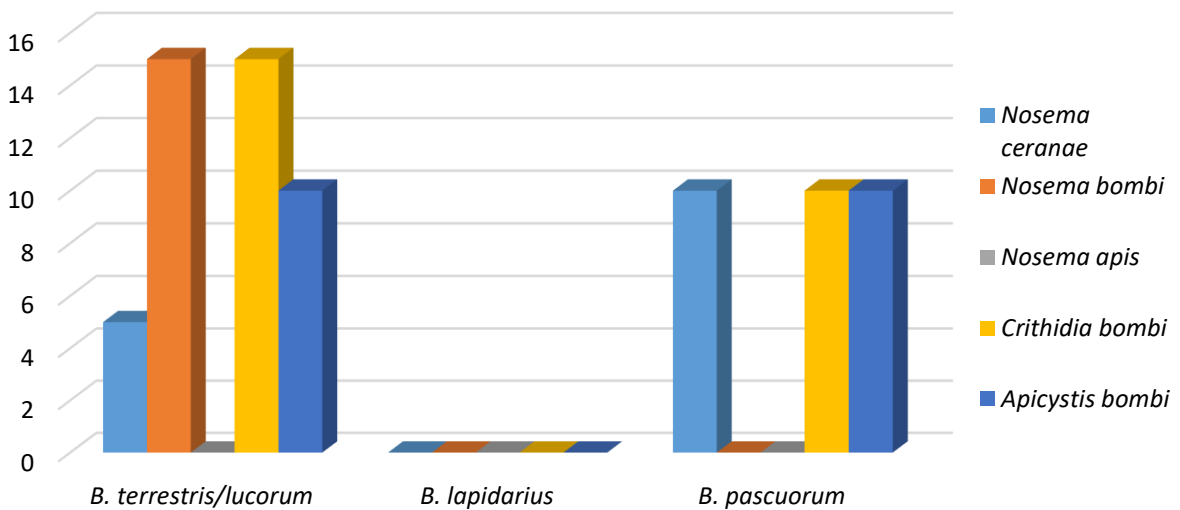
Slika 54: Odstotek pozitivnih vzorcev z RT-PCR preiskavo na viruse glede na vrste čmrljev za vzorce, nabrane v letu 2017

Rezultati PCR za Nosema, Crithidia in Apicystis



Slika 55: Rezultati PCR za povzročitelje iz rodov *Nosema*, *Crithidia* in *Apicystis* za vzorce, nabrane v letu 2017

% pozitivnih vzorcev s PCR glede na vrsto



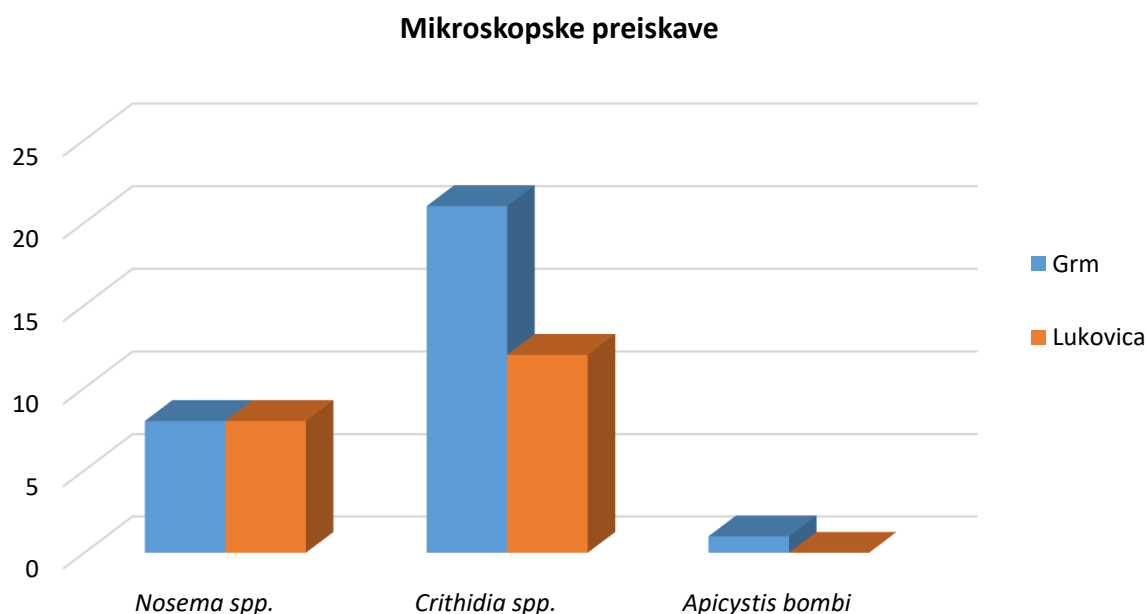
Slika 56: Odstotek pozitivnih vzorcev s PCR preiskavo na *Nosema*, *Crithidia* in *Apicystis* glede na vrste čmrlejev za vzorce, nabrane v letu 2017

4.3.1.2 Rezultati preiskav čmrljev, nabranih v letu 2018

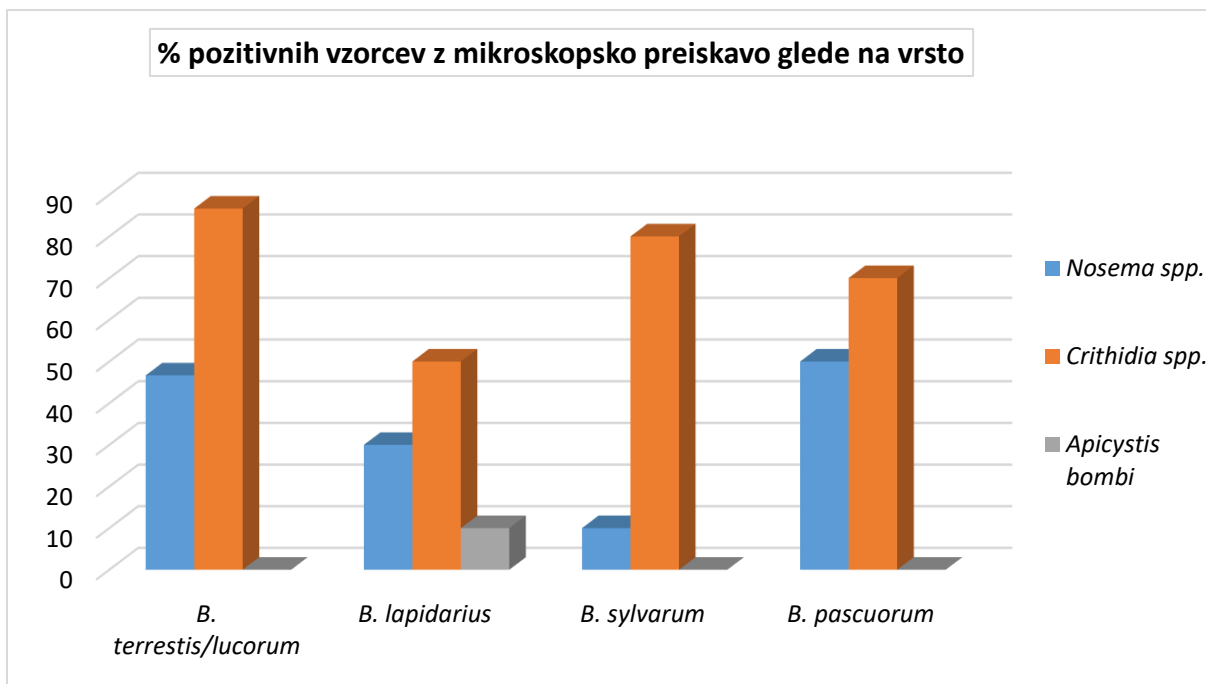
V času izdelave tega poročila vse preiskave vzorcev čmrljev, nabranih v letu 2018, še niso bile zaključene, zato v nadaljevanju podajamo rezultate le za lokaciji Grm in Lukovica. Skupno je bilo do izdelave poročila preiskanih 30 vzorcev iz lokacije Grm ter iz lokacije Lukovica 9 vzorcev na virusne povzročitelje in 15 vzorcev na povzročitelje iz rodov *Nosema*, *Crithidia* in *Apicystis*. Vse preiskave bodo končane do konca oktobra 2018.

Rezultati za lokacijo Grm: preiskanih je bilo 30 čmrljev, od katerih je bilo z mikroskopsko preiskavo na *Nosema spp.* pozitivnih 8 vzorcev, na *Crithidia spp.* je bilo pozitivnih 21 vzorcev in na *Apicystis bombi* 1 vzorec, vsi ostali vzorci so bili negativni. Z RT-PCR na virusne povzročitelje je bilo na BQCV pozitivnih 25 vzorcev, na ABPV, CBPV, DWV in SBV pa so bili vsi vzorci negativni. S PCR na *Nosema bombi* je bilo pozitivnih 5 vzorcev, na *Nosema ceranae* so bili pozitivni 4 vzorci in na *Crithidia bombi* 8 vzorcev, vse ostalo je bilo negativno.

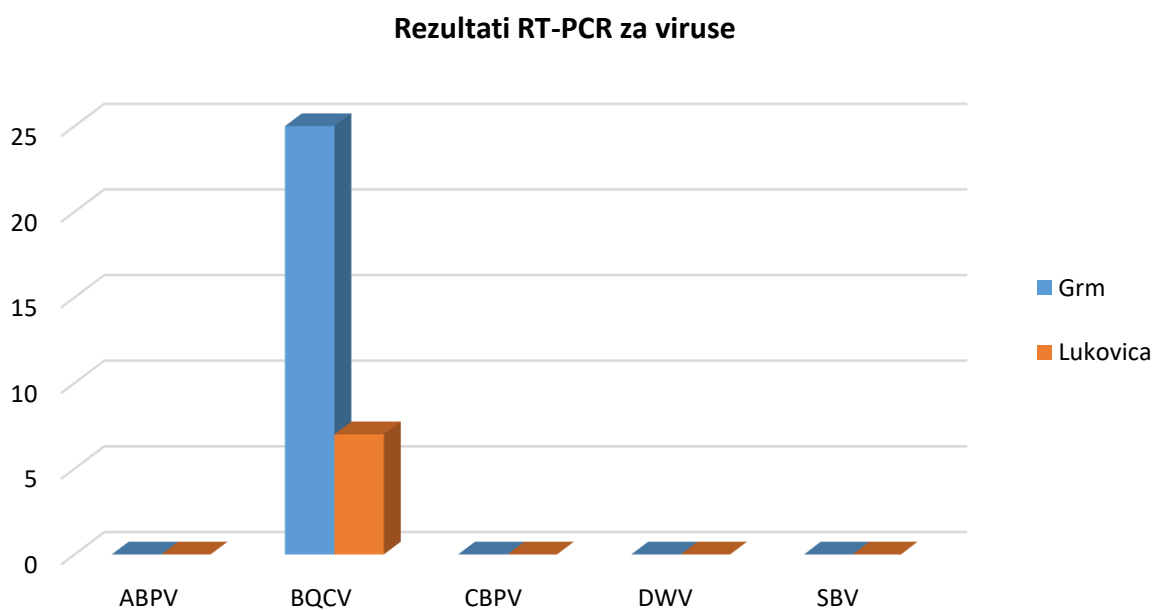
Rezultati za lokacijo Lukovica: preiskanih je bilo 15 čmrljev z mikroskopsko in PCR ter 9 čmrljev na virusne povzročitelje, od katerih so bili z mikroskopsko preiskavo *Nosema spp.* pozitivnih 8 vzorcev in na *Crithidia spp.* je bilo pozitivnih 12 vzorcev, ostali rezultati mikroskopske preiskave so bili negativni. Z RT-PCR na virusne povzročitelje je bilo na BQCV pozitivnih 7 vzorcev, na ABPV, CBPV, DWV in SBV pa so bili vsi vzorci negativni. S PCR na *Nosema bombi* je bilo pozitivnih 8 vzorcev, na *Nosema ceranae* sta bila pozitivna 2 vzorca, vse ostalo je bilo negativno.



Slika 57: Rezultati mikroskopske preiskave za vzorce, nabrane na lokacijah Grm in Lukovica v letu 2018

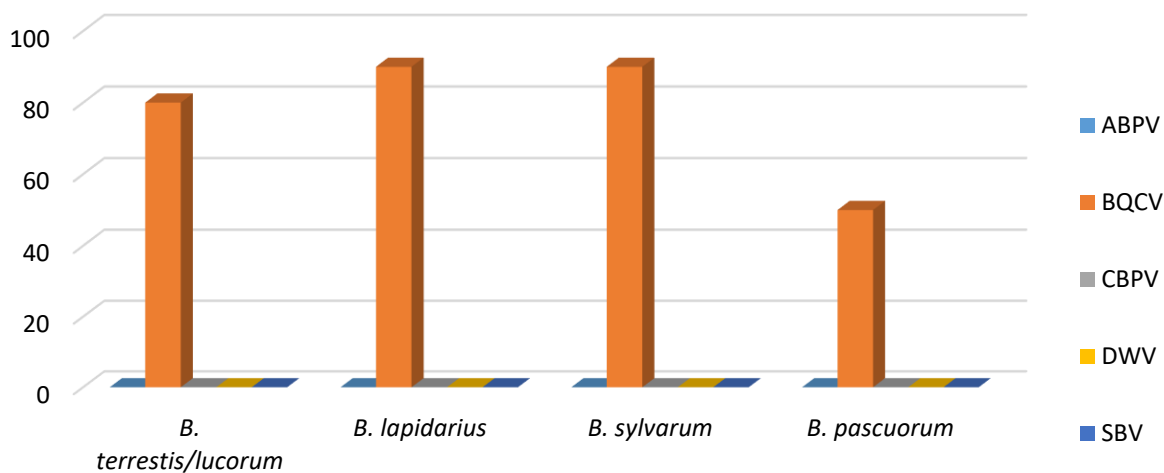


Slika 58: Odstotek pozitivnih vzorcev z mikroskopsko preiskavo glede na vrste čmrljev za vzorce, nabrane na lokacijah Grm in Lukovica v letu 2018



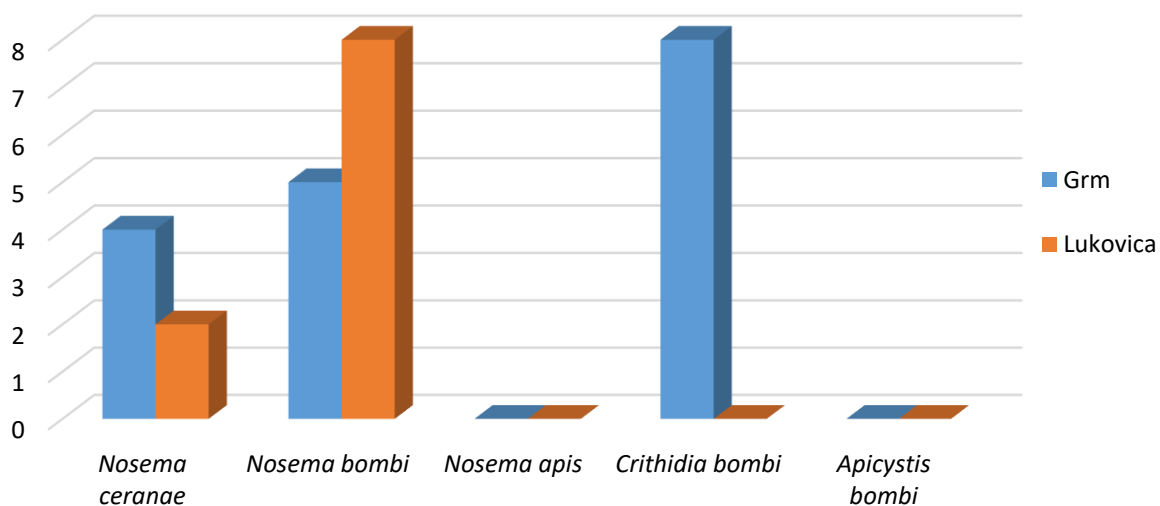
Slika 9: Analiza rezultatov RT-PCR za virusne povzročitelje za vzorce, nabrane na lokacijah Grm in Lukovica v letu 2018

% pozitivnih vzorcev z RT-PCR na viruse glede na vrsto



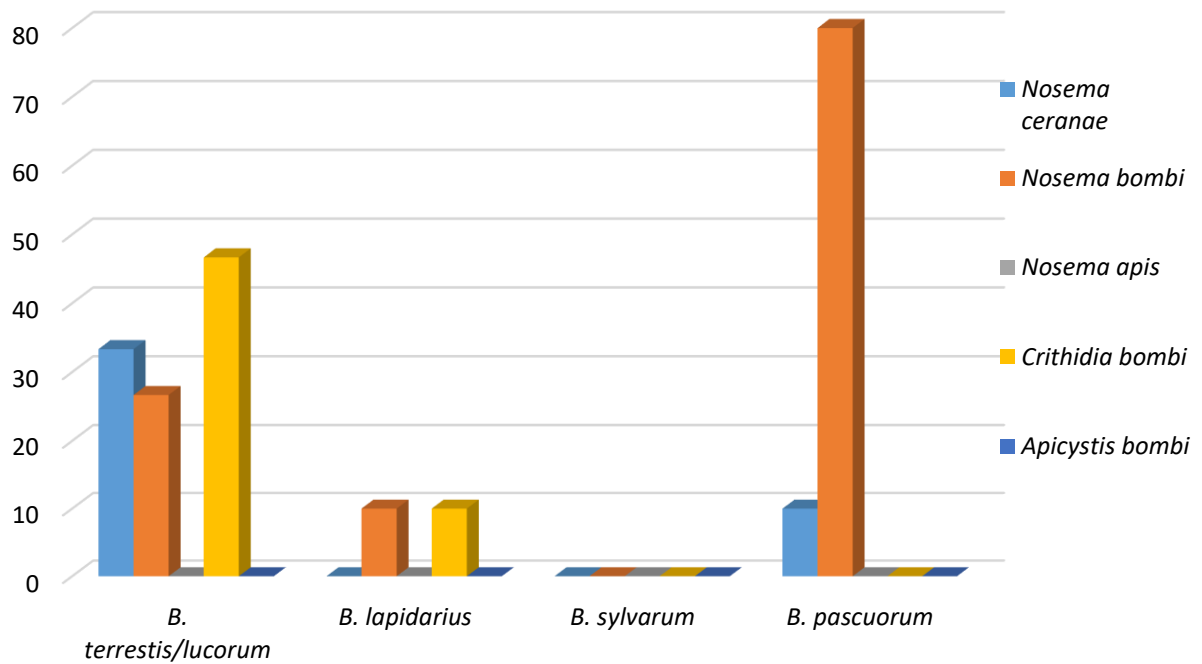
Slika 60: Odstotek pozitivnih vzorcev z RT-PCR preiskavo na viruse glede na vrste čmrljev za vzorce, nabrane na lokacijah Grm in Lukovica v letu 2018

Rezultati PCR za Nosema, Crithidia in Apicystis



Slika 11: Rezultati PCR za povzročitelje iz rodov *Nosema*, *Crithidia* in *Apicystis* za vzorce, nabrane na lokacijah Grm in Lukovica v letu 2018

% pozitivnih vzorcev s PCR glede na vrsto



Slika 62: Odstotek pozitivnih vzorcev s PCR preiskavo na *Nosema*, *Crithidia* in *Apicystis* glede na vrste čmrljev za vzorce, nabrane na lokacijah Grm in Lukovica v letu 2018

Glavne ugotovitve

- **Čmrlji v Sloveniji so okuženi z virusom akutne paralize - ABPV, virusom črnih matičnikov - BQCV, virusom deformiranih kril - DWV in virusom mešičkaste zalege - SBV.** Virusa kronične paralize - CBPV pri čmrljih nismo ugotovili. Vsi ti virusi povzročajo okužbe pri medonosni čebeli.
- **Prisotnost posameznih virusov se razlikuje glede na lokacijo, kjer so bili čmrlji nabrani in leto nabiranja.** V letu 2017 je bilo največ virusov ugotovljenih pri čmrljih iz lokacije Grm in Naklo. V letu 2018 smo na lokacijah Grm in Lukovica ugotovili samo prisotnost virusa BQCV, preiskave na vse ostale viruse so bile na teh dveh lokacijah negativne.
- **Razlike v prisotnosti virusov so tudi glede na posamezno vrsto čmrlja.** Največ pozitivnih čmrljev na ABPV, BQCV in DWV v letu 2017 je bilo iz vrste *Bombus lapidarius*. Največ pozitivnih čmrljev na BQCV v letu 2018 je bilo iz vrst *Bombus lapidarius* in *Bombus sylvarum*.
- **Pri čmrljih v Sloveniji smo ugotovili tudi povzročitelje iz rodu *Nosema spp.*** in sicer *Nosema bombi*, ki je značilna za čmrlje in *Nosema ceranae*, ki je tujerodna vrsta, ki parazitira na medonosni čebeli in se je k nam zanesla iz Azije.
- **Poleg noseme smo potrdili tudi *Crithidia bombi* in *Apicystis bombi*,** ki sta značilna za čmrlje. Z mikroskopsko preiskavo smo ugotovili tudi prisotnost vrteljcev, ki ne sodijo v prej omenjene vrste in predvidevamo, da pripadajo eni od vrst iz rodu *Crithidia*.
- **Tudi pri okužbah s povzročitelji iz rodu *Nosema*, *Crithidia* in *Apicystis* smo ugotovili razlike glede na lokacijo.** Z omenjenimi povzročitelji so bili v letu 2017 najbolj obremenjeni čmrlji iz lokacije Naklo, najmanj pa iz lokacije Grm. V letu 2018 je bilo na lokacijah Grm in Lukovica največ pozitivnih čmrljev na *Nosema ceranae* na lokaciji Grm, na *Nosema bombi* pa v Lukovici. *Crithidia bombi* je bila ugotovljena samo na lokaciji Grm.
- **Ugotovili smo tudi razlike v okužbi s povzročitelji iz rodu *Nosema*, *Crithidia* in *Apicystis* glede na vrsto čmrlja.** V letu 2017 je bilo največ pozitivnih pri vrsti *Bombus terrestris/lucorum*, pri vrsti *Bombus lapidarius* pa omenjenih povzročiteljev nismo potrdili, čeprav je bilo z mikroskopsko preiskavo pri tej vrsti največ pozitivnih na prisotnost drugih vrteljcev. V letu 2018 je bilo na *Nosema bombi* daleč največ pozitivnih čmrljev vrste *Bombus pascuorum*, največ različnih povzročiteljev pa je bilo ugotovljenih pri vrsti *Bombus terrestris/lucorum*. Pri vrsti *Bombus sylvarum* teh povzročiteljev nismo ugotovili.
- **Ugotovili smo, da si čmrlji in medonosne čebele delijo številne povzročitelje bolezni.** Pri čmrljih v raziskavi smo ugotovili prisotnost čebeljih virusov, *Nosema ceranae* in vrteljcev iz rodu *Crithidia*, ki ne pripadajo vrsti *Crithidia bombi*.
- **Raziskava je bila opravljena na majhnem številu vzorcev, zato predstavlja omejen vpogled v zdravstveno stanje čmrljev v Sloveniji. Za boljšo sliko so potrebne nadaljnje raziskave in reden monitoring.**

4.3.2 Predlog ukrepov za izboljšanje zdravstvenega stanja čmrljev v Sloveniji (VF, NIB)

Rezultati prve raziskave zdravstvenega stanja čmrljev v Sloveniji je pokazala, da v populaciji čmrljev prisotni številni patogeni, med njimi predvsem povzročitelji iz vrst virusov in praživali. Odkrili smo, da so pri čmrljih pogosto prisotni čebelji virusi ter *Nosema sp.*, *Crithidia sp.* in *Apicystis bombi*. Iz teh rezultatov je jasno razvidno, da se nekateri isti povzročitelji pojavljajo tako pri čmrljih kot tudi pri medonosni čebeli. Še več, poleg rezultatov tega projekta smo z dodatnimi analizami ugotovili, da gre pri virusih za popolnoma iste genotipe pri obeh skupinah opráševalcev, kar dokazuje, da nekateri povzročitelji boleznih prehajajo med medonosnimi čebelami in čmrlji, kar je še dodatno zaskrbljujoče in zahteva ustrezno ukrepanje.

Na osnovi vseh teh ugotovitev predlagamo naslednje ukrepe za izboljšanje zdravstvenega stanja čmrljev v Sloveniji:

1. Redni letni monitoringi zdravstvenega stanja različnih vrst divjih opráševalcev

V Sloveniji razen preiskav, ki so bile izvedene v okviru tega projekta, ne poteka noben monitoring zdravstvenega stanja divjih opráševalcev. Tako ne vemo, kako na njihovo zdravje vplivajo dejavniki, kot so intenzivnost kmetijstva, gostota poseljenosti z medonosnimi čebelami, klimatske spremembe, onesnaženost okolja, urbanizacija, uvoz gojenih opráševalcev in podobno. Zato bi bilo nujno potrebno uvesti redne letne monitoringe na različnih lokacijah po Sloveniji, upoštevajoč naštetih dejavnike. S tem bi dobili informacijo, kako ti posamezni dejavniki vplivajo na zdravje populacije divjih opráševalcev in bi lahko uvedli ukrepe, s katerimi bi njihov vpliv odstranili oziroma vsaj ublažili.

2. Raziskovanje medsebojnega vpliva medonosnih čebel in divjih opráševalcev na zdravstveno stanje

Dokazali smo, da se nekateri povzročitelji boleznih prenašajo med medonosnimi čebelami in čmrlji. Ni pa poznano, na kakšen način do tega prihaja in kako pogosto. Ker pri čmrljih zimo preživijo le mlade matice, ki si spomladi ustvarijo novo gnezdo, pri medonosnih čebelah pa zimo preživi številčno zmanjšana družina, ki je leta dolgo naseljena v istem panju, lahko sicer postavimo hipotezo, da se čmrlji okužujejo od čebel, vendar bi bilo potrebno to preveriti oziroma dokazati. V kolikor bi se omenjena hipoteza izkazala za pravilno, bi z zdravljenjem čebel in z uravnavanjem njihove gostote naseljenosti posredno vplivali tudi na zdravje čmrljev.

3. Spremljanje vpliva uvoženih čmrljev na zdravstveno stanje avtohtonih populacij

Za potrebe opráševanja v rastlinjakih za gojenje zelenjave, predvsem paradižnika, se v Slovenijo redno uvaža gojene čmrlje. Ker ne poznamo zdravstvenega stanja uvoženih družin, ne poznamo tudi možnosti morebitnega prenosa boleznih na avtohtone populacije. Zato bi bilo nujno potrebno uvesti kontrolne preglede uvoženih opráševalcev. Poleg tega bi bilo potrebno v okolici rastlinjakov, kjer se uporabljajo gojeni uvoženi opráševalci, redno spremljati zdravstveno stanje avtohtone populacije in rezultate primerjati z lokacijami, kjer ni takih rastlinjakov, da bi videli, ali prihaja do prenosa boleznih med tujimi in domačimi osebkami. V kolikor bi ugotovili, da uvoz čmrljev negativno vpliva na

zdravstveno stanje domačih opraševalcev, bi lahko uvedli ukrepe, s katerimi bi preprečili vnos okuženih opraševalcev, preprečili njihovo uhajanje iz rastlinjakov in uvedli lastne reje avtohtonih vrst opraševalcev.

4. Informiranje uporabnikov uvoženih čmrljev o negativnem vplivu uvoženih osebkov na avtohtone populacije

Poleg morebitnega negativnega vpliva uvoženih opraševalcev na zdravstveno stanje avtohtonih populacij, obstaja tudi nevarnost genskega onesnaženja. Uvaža se namreč vrsto *Bombus terrestris*, ki je v Sloveniji avtohtona, a se uvaža druge podvrste ali celo križance različnih podvrst. Križanje z avtohtonimi čmrlji je bilo že potrjeno in ima negativen vpliv na ohranjanje genetskega materiala avtohtonih čmrljev, kar lahko ima za posledico nepopravljivo škodo na okolje. Avtohtoni osebki so namreč evolucijsko prilagojeni na naše okolje, z vnosom tujerodnih podvrst in s tem tujega dednega materiala, pa bi se to lahko spremenilo, kar bi privedlo do dodatnih bolezenskih stanj in problemov. Zato bi bilo nujno potrebno lastnike, upravjalce in zaposlene v rastlinjakih, kjer se uporabljajo uvoženi opraševalci, dobro informirati o načinih preprečevanja uhajanja uvoženih osebkov v okolje. V kolikor bi preprečili mešanje uvoženih in domačih opraševalcev, bi imelo to pozitiven učinek tako na zdravstveno stanje, kot tudi genetski material avtohtonih vrst opraševalcev.

5. Raziskave boleznih drugih divjih opraševalcev

V tem projektu smo proučili le zdravstveno stanje nekaj vrst čmrljev (tudi te le v zelo omejenem obsegu), stanje ostalih opraševalcev pa v Sloveniji še nikoli ni bilo raziskano. Tako ne vemo, kateri povzročitelji boleznih so prisotni pri drugih vrstah opraševalcev in v kolikšni meri se pojavljajo pri kateri vrsti. Tudi ne vemo, kakšne so razlike med posameznimi lokacijami in ali prihaja do prenosa povzročiteljev med posameznimi vrstami opraševalcev. Zato bi bilo potrebno raziskati zdravstveno stanje tudi pri drugih divjih opraševalcih, saj lahko le s poznavanjem situacije uvedemo primerne ukrepe za izboljšanje stanja.

5 DISEMINACIJA

Prenos pridobljenega znanja v prakso je za boljši izkoristek potenciala divjih opraevalcev pri opraešanju kmetijskih rastlin in njihovo trajnostno upravljanje ključnega pomena. Ena od ključnih težav je namreč pomanjkljiva informiranost o obstoju, pomenu, ogroženosti in možnostih varovanja ter uporabe divjih opraevalcev, tako pri kmetovalcih kot pri snovalcih kmetijskih politik. **Prenosu znanja smo v okviru projekta posvečali veliko pozornosti, nadaljeval pa se bo tudi po zaključku projekta.**

Prenos znanja v prakso smo zagotovili preko predavanj, neposrednega sodelovanja s kmetovalci in kmetijskimi svetovalci ter informiranjem preko tiskanih in elektronskih medijev.

V projekt sta kot sodelujoči raziskovalni organizaciji neposredno vključeni dve izobraževalni ustanovi, ki delujeta na področju izobraževanja v kmetijstvu (Biotehniški center Naklo in Grm Novo mesto – center biotehnike in turizma). To je omogočilo neposreden prenos znanja tako na pedagoški kader kot bodoče generacije kmetovalcev. Zainteresirani dijaki in študentje so bili vključeni tudi v raziskovalno delo.

V sadovnjakih, kjer so potekale raziskave, so potekala **različna sadjarska strokovna srečanja**, na katerih smo opozorili tudi na rezultate projekta.

Sodelovali smo z **mednarodno povezavo raziskovalcev opraevanja SUPER-B** (Sustainable Pollination in Europe: joint Research on Bees and other pollinators), katere član upravnega odbora je član projektne skupine (dr. Danilo Bevk), kar je pripomoglo k prenosu najnovejših spoznanj na tem področju v Slovenijo in obratno.

Sodelovali smo z MKGP pri pripravi »**Programa ukrepov za zmanjšanje ogroženosti medonosne čebele in divjih opraevalcev**« in »**Programa odličnosti v čebelarstvu**« (vključuje tudi divje opraevalce) ter z Zavodom RS za šolstvo pri pripravi **novega učnega načrta za izbirni predmet Čebelarstvo**, kjer bodo po novem vključene tudi vsebine na temo divjih opraevalcev. K prenosu znanja bo pripomogla tudi habilitacija dr. Danila Bevka na Visoki šoli za upravljanje podeželja Grm Novo mesto za področje rastlinske pridelave, predmet Opraevanje in druge ekosistemske storitve.

Izsledke raziskav smo tudi predstavili na **strokovnih in znanstvenih konferencah**, objave v **znanstvenih revijah** pa so še v fazi priprav. Načrtujemo **javno predstavitev rezultatov** in izdajo **zgibanke za kmete**.

Pomen raziskav ekologije opraevalcev v sadovnjakih za boljše upravljanje varstva rastlin je prepoznala EFSA, ki je podprla nadaljevanje oziroma še bolj podrobne raziskave dejavnosti opraevalcev v poskusnem sadovnjaku na Brdu pri Lukovici. Raziskave bodo potekale v okviru projekta "Potential exposure of bumblebees and other wild pollinators to pesticides in spraying in the early morning and evening" (26. 9. 2018-25. 9. 2021).

Pregled najpomembnejših rezultatov razširjanja rezultatov projekta:

8 prispevkov na znanstvenih kongresih v tujini,

6 prispevkov na znanstvenih kongresih v Sloveniji,

3 sodelovanj na mednarodnih delavnicah o opravevanju,

12 predavanj (od tega 6 za kmete),

10 strokovnih in poljudnih člankov,

5 prispevkov na radiu in televiziji,

8 objav v tiskanih medijih in spletnih portalih,

1 samostojni sestavek v monografiji,

9 študentov vključenih v raziskave (3 magistrske in 4 diplomske naloge).



6 BIOBLOGRAFSKI IN DRUGI DOSEŽENI REZULTATI PROJEKTNE SKUPINE NA TEMO PROJEKTA

1.04 Strokovni članek

ŽVOKELJ, Lucija, VREČEK ŠULGAJ, Jerica, PISLAK, Metka. **Bičkarji rodu Crithidia, manj znani zajedavci čebel.** Slovenski čebelar : glasilo čebelarских organizacij Slovenije, ISSN 0350-4697, 2018, letn. 120, št. 2, str. 39-40. [COBISS.SI-ID 4467066]

BEVK, Danilo. **Letno srečanje povezave SUPER-B v Romuniji.** Slovenski čebelar : glasilo čebelarских organizacij Slovenije, ISSN 0350-4697, nov. 2016, letn. 118, št. 11, str. 376-377. [COBISS.SI-ID 4099663]

BEVK, Danilo. **Evropa dobila rdeči seznam čebel.** Slovenski čebelar : glasilo čebelarских organizacij Slovenije, ISSN 0350-4697, dec. 2016, letn. 118, št. 12, str. 421-422. [COBISS.SI-ID 4251471]

1.05 Poljudni članek

BEVK, Danilo. **Čmrlji.** Kranjska č'bela : glasilo Čebelarских zveze Zgornje Gorenjske, ISSN 1581-6222, 2018, letn. 16, št. 1, str. 12-13. [COBISS.SI-ID 4665167]

BEVK, Danilo (avtor, fotograf). **Gorski opráševalci - čmrlji.** Planinski vestnik : revija za ljubitelje gora že od leta 1895, ISSN 0350-4344. [Tiskana izd.], 2017, letn. 117, št. 6, str. 13, ilustr. [COBISS.SI-ID 4411983]

BEVK, Danilo. **Čmrlji - brenčeči obiskovalci vrtov.** Urbano vrličkanje, ISSN 2385-9814, mar. 2017, št. 13, str. 15-17, ilustr. [COBISS.SI-ID 4265807]

BEVK, Danilo. **Čebele samotarke - prezrte opráševalke.** Urbano vrličkanje, ISSN 2385-9814, apr. 2017, št. 14, str. 11-13, ilustr. [COBISS.SI-ID 4340815]

1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci

BEVK, Danilo. **Pestrost divjih čebel in njihov pomen za kmetijstvo in naravo.** V: SMODIŠ ŠKERL, Maja Ivana (ur.). Zbornik referatov, 2. znanstveno posvetovanje o čebelah in čebelarstvu [tudi] Poklukarjevi dnevi, Ljubljana, 25. oktober 2016. Ljubljana: Slovensko akademsko čebelarско društvo: Kmetijski inštitut Slovenije. 2016, str. 7-13.
http://www.kis.si/f/docs/Poklukarjevi_dnevi_2016/Zbornik_referatov.pdf. [COBISS.SI-ID 4099151]

1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci

PISLAK, Metka, TOPLAK, Ivan, ZAJC, Urška, JENČIČ, Vlasta, ŽVOKELJ, Lucija, VREČEK ŠULGAJ, Jerica, BEVK, Danilo. **Study of some pathogens in bumblebees and honeybees at four different locations in Slovenia.** V: DE GRAAF, D.C. (ur.), PAXTON, Robert J. (ur.). EurBee 8. 8th Congress of Apidology, 18-20 September 2018, Ghent, Belgium : program & abstract book, Eurbee8, 8th congress of apidology, 18-20 september 2018, Ghent. Ghent: Ghent University. 2018, str. 159-160. [COBISS.SI-ID 4678778]

BEVK, Danilo. **Foraging activity of honey bees and wild pollinators on fruit trees and berry shrubs.** V: DE GRAAF, D.C. (ur.), PAXTON, Robert J. (ur.). EurBee 8. 8th Congress of Apidology, 18-20 September 2018, Ghent, Belgium : program & abstract book, Eurbee8, 8th congress of apidology, 18-20 september 2018, Ghent. Ghent: Ghent University. 2018, str. 254. [COBISS.SI-ID 4852815]

BEVK, Danilo, FURLANI, Martina. **Razumevanje pomena opraševanja in pestrosti opraševalcev.** V: Poklukarjevi dnevi 2018, Ljubljana, 4. in 5. oktober 2018. [S. l.: s. n. 2018], str. 18. [COBISS.SI-ID 4856143]

TOPLAK, Ivan, ŠIMENC, Laura, KUCHAR, Urška, JAMNIKAR CIGLENEČKI, Urška. **First detection of Lake Sinai virus in honeybees and bumblebees in Slovenia.** V: Abstracts, 11th International Congress of Veterinary Virology, Montpellier, 2018. Vienna: European Society for Veterinary Virology. 2018, str. 15. <http://www.esvv2018.eu/Scientific-programme/>. [COBISS.SI-ID 4665210]

ŠIMENC, Laura, PISLAK, Metka, BEVK, Danilo, TOPLAK, Ivan. **The first evidence of Acute bee paralysis virus transmission between honey bees and bumblebees.** V: BIELEN, Ana (ur.). Power of Viruses, 16 - 18 May 2018, Poreč, Croatia : programme and abstracts. Zagreb: Croatian Microbiological Society. 2018, str. 57. [COBISS.SI-ID 4556154]

TOPLAK, Ivan, ŠIMENC, Laura, RIHTARIČ, Danijela, PISLAK, Metka, BEVK, Danilo. **Detection of honey bee viruses in bumblebees : the prevalence of five viruses in randomly selected samples.** V: BIELEN, Ana (ur.). Power of Viruses, 16 - 18 May 2018, Poreč, Croatia : programme and abstracts. Zagreb: Croatian Microbiological Society. 2018, str. 59. [COBISS.SI-ID 4556410]

BEVK, Danilo. **Pollinators' activity on apple trees, blackcurrants, strawberries, blueberries and raspberries.** V: KAPTAN, B. Burak (ur.). Abstract book, 45th APIMONDIA International Apicultural Congress, September 29 - October 4, 2017 / Istanbul - Turkey. [Istanbul: APIMONDIA. 2017], str. 127. [COBISS.SI-ID 4565071]

1.17 Samostojni strokovni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji

BEVK, Danilo (avtor, fotograf). **Za ohranjanje biotske raznovrstnosti in kmetijsko pridelavo je nujno ohraniti pestrost opraševalcev.** V: KOZMUS, Peter, NOČ, Boštjan, VRTAČNIK, Karolina. Brez čebel ne bo življenja. 1. izd. Žirovnica: Beebooks. 2017, str. 51-53, ilustr. [COBISS.SI-ID 4413007]

1.20 Predgovor, spremna beseda

BEVK, Danilo. **Uvodnik.** Slovenski čebelar : glasilo čebelarских organizacij Slovenije, ISSN 0350-4697, jun. 2018, letn. 120, št. 6, str. 177. [COBISS.SI-ID 4723279]

1.22 Intervju

BEVK, Danilo (intervjuvanec). **Čebele so ogrožene zaradi sprememb v okolju, ki jih je povzročil človek.** Delo.si, ISSN 1854-6544. [Spletna izd.], 20. dec. 2017.

<http://www.delo.si/gospodarstvo/kmetijstvo/bit-icebela-danes-ni-lahko.html>. [COBISS.SI-ID 4566095]

BEVK, Danilo (intervjuvanec). Metamorfoza. 16, **Opraševalci.** Metina lista : spletna postaja za osebe širokih pogledov in aktivnega duha, ISSN 2536-3425, 29. mar. 2016.

<http://znanost.metinalista.si/metamorfoza-016-oprasevalci/>. [COBISS.SI-ID 3920463]

1.25 Drugi sestavni deli

BEVK, Danilo (avtor, fotograf). **Čmrlji pomladi ali Ko ni časa za pomladansko utrujenost.** Metina lista : spletna postaja za osebe širokih pogledov in aktivnega duha, ISSN 2536-3425, 7. mar. 2017.

<http://metinalista.si/cmrlji-pomladi-ali-ko-ni-casa-za-pomladansko-utrujenost/>. [COBISS.SI-ID 4258895]

BEVK, Danilo (avtor, fotograf). **Pustolovsko življenje čmrljih trotov.** Metina lista : spletna postaja za osebe širokih pogledov in aktivnega duha, ISSN 2536-3425, 3. okt. 2016.

<http://znanost.metinalista.si/pustolovsko-zivljenje-cmrljih-trotov/>. [COBISS.SI-ID 4101711]

2.13 Elaborat, predštudija, študija

BEVK, Danilo, PREŠERN, Janez, PISLAK, Metka, COLARIČ, Mateja, GREGORI, Marija, VREZEC, Al.

Vmesno poročilo o rezultatih opravljenega raziskovalnega dela na projektu: Pomen divjih opraševalcev pri opraševanju kmetijskih rastlin in trajnostno upravljanje v kmetijstvu za zagotovitev zanesljivega opraševanja (CRP V4-1622) : vmesno poročilo za obdobje 16. 9. 2017 - 15. 3. 2018. Ljubljana: [s. n.], 2018. 13 str., ilustr. [COBISS.SI-ID 4666447]

BEVK, Danilo. **Pomen divjih opraševalcev pri opraševanju kmetijskih rastlin in trajnostno upravljanje v kmetijstvu za zagotovitev zanesljivega opraševanja (CRP V4-1622) : vmesno poročilo o rezultatih opravljenega raziskovalnega dela na projektu : vmesno poročilo za obdobje 15. 11. 2016 - 15. 3. 2017.** [S. l.: s. n.], 2017. 7 str., ilustr. [COBISS.SI-ID 4350287]

BEVK, Danilo, PREŠERN, Janez, PISLAK, Metka, COLARIČ, Mateja, ŽVOKELJ, Lucija, GREGORI, Marija, VREZEC, Al. **Vmesno poročilo o rezultatih opravljenega raziskovalnega dela na projektu: Pomen**
CRP Pomen divjih opraševalcev pri opraševanju kmetijskih rastlin in trajnostno upravljanje v kmetijstvu za zagotovitev zanesljivega opraševanja

divjih oprasovalcev pri oprasovanju kmetijskih rastlin in trajnostno upravljanje v kmetijstvu za zagotovitev zanesljivega oprasovanja (CRP V4-1622) : vmesno poročilo za obdobje 16. 3. 2017 - 15. 9. 2017. Ljubljana: [s. n.], 2017. 14 str., ilustr. [COBISS.SI-ID 4566351]

VREZEC, Al, BEVK, Danilo. **Vmesno poročilo o rezultatih opravljenega raziskovalnega dela na projektu: Pomen divjih oprasovalcev pri oprasovanju kmetijskih rastlin in trajnostno upravljanje v kmetijstvu za zagotovitev zanesljivega oprasovanja (CRP V4-1622) : vmesno poročilo za obdobje 1. 10. 2016 - 15. 11. 2016.** Ljubljana: [s. n.], 2016. 3 str. [COBISS.SI-ID 4251727]

2.19 Radijska ali televizijska oddaja

DROLEC, Jernejka, KOZMUS, Peter (diskutant), BEVK, Danilo (diskutant), SERAŽIN, Boris (diskutant), KOMAT, Anton (diskutant). **Letos prvič, na pobudo Slovenije: 20. maj - svetovni dan čebel**, (Studio ob 17h). Ljubljana: Radiotelevizija Slovenija javni zavod, 2018. <https://4d.rtvlo.si/arhiv/studio-ob-17h/174539938>. [COBISS.SI-ID 4727631]

AŠČIČ, Jelena (oseba, ki intervjuva), ŠEMEN, Štefan (intervjuvanec), METELKO, Miha (intervjuvanec), BOŽIČ, Janko (intervjuvanec), BEVK, Danilo (intervjuvanec). **Čebele umirajo**, (Tednik). Ljubljana: Radiotelevizija Slovenija javni zavod, 2017. <http://4d.rtvlo.si/arhiv/tednik/174471594>. [COBISS.SI-ID 4347983]

ŠVALJ, Miha, GNEZDA, Veronika, FINALE, Rock (diskutant), BEVK, Danilo (diskutant), RAVNJAK, Blanka (diskutant). **Oprasevalci in drugi mali vrtni pomočniki**, (Mimo grede). Ljubljana: Radiotelevizija Slovenija javni zavod, Val 202, 2017. <https://val202.rtvlo.si/2017/04/mimo-grede-4/>. [COBISS.SI-ID 4334415]

KONC, Iztok, BEVK, Danilo (diskutant), BRATINA, Maša (diskutant), TOME, Davorin (diskutant), ŽAGAR, Anamarija (diskutant). **Slovenija je vroča točka biotske pestrosti**, (Glasovi svetov). Ljubljana: Radiotelevizija Slovenija javni zavod, 2017. <http://4d.rtvlo.si/arhiv/glasovi-svetov/174505499>. [COBISS.SI-ID 4565327]

DROLEC, Jernejka, BEVK, Danilo (diskutant), KOZMUS, Peter (diskutant), MARKOVČIČ, Maruška (diskutant), NOČ, Boštjan (diskutant), ŽIDAN, Dejan (diskutant). **Svetovni dan čebel**, (Studio ob 17h). Ljubljana: Radiotelevizija Slovenija javni zavod, 2017. <http://4d.rtvlo.si/arhiv/studio-ob-17h/174508254>. [COBISS.SI-ID 4565583]

2.25 Druge monografije in druga zaključena dela

KOVAČ, Jernej (avtor, urednik), GAŠPERLIN, Helena, BEVK, Danilo (avtor, fotograf), KOZMUS, Peter. **20. maj, svetovni dan čebel**. Ljubljana: Republika Slovenija, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, maj 2018. https://www.worldbeeday.org/files/BROURA%20SD_SL_splet.pdf. [COBISS.SI-ID 4727887]

BEVK, Danilo (avtor, fotograf). **Divje čebele - spregledane opráševalke**. Ljubljana: Mestna občina, Oddelek za varstvo okolja, [2018]. 1 plakat, barve. [COBISS.SI-ID 4666703]

TOME, Davorin (avtor, fotograf), VIRANT-DOBERLET, Meta, VREZEC, Al (avtor, fotograf), BEVK, Danilo (avtor, fotograf), ŽUNIČ, Alenka. **Biotska raznovrstnost s kmetijstvom in za kmetijstvo**. Ljubljana: Nacionalni inštitut za biologijo (NIB), Oddelek za raziskave ekosistemov in organizmov (EKOS), 2017. 1 zgibanka ([4] str.), ilustr. http://www.nib.si/images/stories/novice/2017/Zlozenka_EKOS.pdf. [COBISS.SI-ID 4203343]

MAGDIČ, Tanja (avtor, fotograf), BEVK, Danilo (avtor, fotograf). **Čebelica moja prijateljica**. 10 : 10 let vseslovenskega medenega zajtrka : opráševalci. [S. l.]: Čebelarska zveza Slovenije, Javna svetovalna služba v čebelarstvu, okt. 2016. 1 zgibanka ([8] str.), ilustr. [COBISS.SI-ID 4099919]

3.15 Prispevek na konferenci brez natisa

BEVK, Danilo. **Implementation of strategies to promote pollination: experiences in Slovenia : lecture at international back-to-back working session Dutch Bee Strategy**, 23rd of January 2018, Zuiderstrandtheater, Den Haag. [COBISS.SI-ID 4589647]

BEVK, Danilo. **Opráševalci jagod, malin, ribeza in ameriških borovnic** : 24. sadjarski dnevi Posavja, Artiče, 13. 2. - 14. 2. 2018. [COBISS.SI-ID 4614223]

BEVK, Danilo. **Opráševanje - nepogrešljiva ekosistemska storitev** : predavanje na študijskem srečanju Formativno spremljanje v podporo učenju, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Ljubljana, 21. 8. 2018. [COBISS.SI-ID 4853071]

BEVK, Danilo. **Pomen znanja v naravovarstvu - primer opráševalcev** : predavanje na konferenci Konzorcija biotehniških šol Slovenije na sejmu AGRA 2018, Gornja Radgona, 29. 8. 2018. [COBISS.SI-ID 4853583]

BEVK, Danilo. **Stanje in trendi opráševalcev** : Svetovna čebelarska konferenca Globalni izzivi v čebelarstvu, Žirovnica, 18. 5. 2018. [COBISS.SI-ID 4723535]

BEVK, Danilo, BOŽIČ, Janko. **Pomen čebelarstva za naravo in kmetijstvo** : 16. mednarodna konferenca SLOBIOM 2016, Medkulturni dialog za obnovljivo energijo in ekološko kmetovanje, Power to change and go 100 % renewable, 16. nov. 2016, Ljubljana. [COBISS.SI-ID 4252495]

BEVK, Danilo, FURLANI, Martina. **Understanding of the importance of pollination and pollinator diversity by primary-school students in Slovenia** : Super-B Conference, September 6, 2016, Cluj, Romania. [COBISS.SI-ID 4101455]

3.25 Druga izvedena dela

BEVK, Danilo. **Divje čebele - naše skrivnostne sosede : predavanje in delavnica**, Otročji center Laško, 12. maj 2018. [COBISS.SI-ID 4723791]

BEVK, Danilo. **Divje čebele - spregledane opraševalke** : predavanje v Ljubljani, Mestna hiša, 8. maj 2018. [COBISS.SI-ID 4727375]

BEVK, Danilo. **Pestre združbe opraševalcev za zanesljivo pridelavo hrane** : predavanje na gradu Podsreda, Kozjanski park, 17. junij 2018. [COBISS.SI-ID 4712527]

BEVK, Danilo, PREŠERN, Janez. **Pomen divjih opraševalcev pri opraševanju kmetijskih rastlin** : predavanje na rednem letnem in volilnem občnem zboru SAČD, 15. 2. 2018, Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana. [COBISS.SI-ID 4614735]

BEVK, Danilo. **Čebela ni ena sama** : predavanje na Družabnem srečanju članic Društva kmečkih žena Ormož, 12. 12. 2017, Cvetkovci. [COBISS.SI-ID 4564815]

BEVK, Danilo. **Divji opraševalci v kmetijstvu** : predavanje na Višji strokovni šoli, zavod GRM Novo mesto - center biotehnike in turizma, 7. feb. 2017, Novo mesto. [COBISS.SI-ID 4265551]

BEVK, Danilo. **Pestrost opraševalcev v kmetijstvu** : predavanje na Višji strokovni šoli Grm Novo mesto - center biotehnike in turizma, 21. nov. 2017, Novo mesto. [COBISS.SI-ID 4564303]

BEVK, Danilo. **Rezultati prvega leta raziskav v okviru projekta "Pomen divjih opraševalcev pri opraševanju kmetijskih rastlin in trajnostno upravljanje v kmetijstvu za zagotovitev zanesljivega opraševanja"** : predavanje na Oddelku za biologijo BF, 7. 12. 2017, Ljubljana. [COBISS.SI-ID 4564559]

BEVK, Danilo. **Čebele - naše zaveznice** : predavanje na Slovenski univerzi za tretje življenjsko obdobje, 30. 11. 2016, Ljubljana. [COBISS.SI-ID 4252239]

Somentor pri magistrskih delih (bolonjski študij)

NEMEC, Barbara. **Dejavnost opraševalcev na malinjaku** : magistrsko delo : magistrski študij - 2. stopnja = Foraging activity of pollinators on raspberry : M. Sc. Thesis : Master Study Programmes. Ljubljana: [B. Nemeč], 2018. IX f., 61, [3] str., ilustr. <https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=101947>. [COBISS.SI-ID 4774479]

FURLANI, Martina. **Razumevanje pomena opraševanja in pestrosti opraševalcev pri osnovnošolskih in širši javnosti** : magistrsko delo. Ljubljana: [M. Furlani], 2018. 46 str., [7] str. pril., tabele, graf. prikazi. <http://pefprints.pef.uni-lj.si/id/eprint/5187>. [COBISS.SI-ID 12070473]

Intervjuvanec

PRIJATELJ, Maja (oseba, ki intervjuva). **Pomembni vsaj toliko kot medonosna čebela, a nihče ne opazi, ko umirajo**. Delo.si, ISSN 1854-6544. [Spletna izd.], 15. maj 2018, ilustr. <http://www.delo.si/novice/okolje/pomembni-vsaj-toliko-kot-medonosna-cebela-a-nihce-ne-opazi-ko-umirajo-50824.html>. [COBISS.SI-ID 4703311]

MEZINEC, Petra. **Spregledane, a pomembne divje čebele : o raznovrstnosti in pomenu divjih čebel v Sloveniji.** Primorske novice, ISSN 1854-0570. [Tiskana izd.], 2017, letn. 71, št. 173, str. 19. [COBISS.SI-ID 4398415]

PRIJATELJ, Maja (oseba, ki intervjuja). **Čmrljem je pregovorna lenoba pripisana po krivici.** Delo.si, ISSN 1854-6544. [Spletna izd.], 2. apr. 2016. <http://www.delo.si/prosti-cas/zanimivosti/cmrljem-je-pregovorna-lenoba-pripisana-po-krivici.html>. [COBISS.SI-ID 3920719]

Recenzent

SMODIŠ ŠKERL, Maja Ivana (urednik), **2. znanstveno posvetovanje o čebelah in čebelarstvu** [tudi] Poklukarjevi dnevi, Ljubljana, 25. oktober 2016. Zbornik referatov. Ljubljana: Slovensko akademsko čebelarstvo: Kmetijski inštitut Slovenije, 2016. ISBN 978-961-6998-04-8. http://www.kis.si/f/docs/Poklukarjevi_dnevi_2016/Zbornik_referatov.pdf. [COBISS.SI-ID 287011584]

Član komisije za zagovor

NEMEC, Barbara. **Dejavnost opraševalcev na malinjaku** : magistrsko delo : magistrski študij - 2. stopnja = Foraging activity of pollinators on raspberry : M. Sc. Thesis : Master Study Programmes. Ljubljana: [B. Nemeč], 2018. IX f., 61, [3] str., ilustr. <https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=101947>. [COBISS.SI-ID 4774479]

7 ZAHVALA

Projekt sta sofinancirala Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano in Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije iz državnega proračuna.

Zahvaljujemo se vsem, ki so nam omogočili, da so opazovaje v sadovnjakih potekala nemoteno, še posebej vodji poskusnega sadovnjaka Brdo pri Lukovici, Romanu Mavcu, dr. Darinki Koron in kmetiji Kerin.

Zahvaljujemo se tudi študentom, ki so sodelovali v raziskavi:

- Barbara Nemec
- Blaž Koderman
- Mojca Pibernik
- Mojca Strgar
- Nastja Fras
- Matej Kristan
- Gašper Zor
- Andrej Tomažin
- Primož Janc



Slika 64: Dober pridelek tudi po zaslugi opraševalcev. Foto: Danilo Bevk

8 LITERATURA

- Abrol, D. P (2012) *Pollination biology*. Springer, London. 792 str.
- Aizen, M.A., Harder, L.D. (2009) The Global Stock of Domesticated Honey Bees Is Growing Slower Than Agricultural Demand for Pollination. *Current Biology*, 19: 1-4.
- Andresson, G.K.S, Rundlöf, M., Smith, H.G. (2012) Organic Farming Improves Pollination Success in Strawberries. *PLOS one*, 7 (2): e311599.
- Arena, M., Sgolastra F. (2014) A meta-analysis comparing the sensitivity of bees to pesticides. *Ecotoxicology*, 23, 324-334.
- Bevk, D. (2007) Dejavnost čmrljev preko dneva in sezone. *Acta Entomologica Slovenica*, 15, 2: 113-120.
- Bevk, D. (2016). Pestrost divjih čebel in njihov pomen za kmetijstvo in naravo. V: SMODIŠ ŠKERL, Maja Ivana (ur.). Zbornik referatov, 2. znanstveno posvetovanje o čebelah in čebelarstvu [tudi] Poklukarjevi dnevi, Ljubljana, 25. oktober 2016. Ljubljana: Slovensko akademsko čebelarstvo: Kmetijski inštitut Slovenije. 2016, str. 7-13.
- Blaauw, B.R., in Isaacs, R. (2014) Flower planting increase wild bee abundance and the pollination services provided to a pollination-dependent crop. *Journal of Applied Ecology*, 51: 890-898.
- Breeze, T.D, Vaissie, B.E., Bommarco R., Petanidou T., Seraphides N., Koza L, Scheper J., Biesmeijer J.C., Kleijn, D., Gyldenkerne, S, Moretti, M., Holzschuh, A., Steffan-Dewenter, I., Stout, J.C., Partel, M., Zobel, M., Potts, S.G. (2014) Agricultural policies exacerbate honeybee pollination service supply-demand mismatches across Europe. *PLOS ONE* 9(1): doi:10.1371/journal.pone.0082996.
- Evison, S.E.F., Roberts¹, K.E., Laurenson, L., Pietravalle, S., Hui, J., Biesmeijer J.C., Smith, J.E., Budge G., Hughes, W.O.H., (2012) Pervasiveness of Parasites in Pollinators. *PLOS ONE*, 7 (1): e30341.
- Fontaine, C., Dajoz, I., Meriguet, J.M., Loreau, M. (2006) Functional Diversity of Plant-Pollinator Interaction Webs Enhances the Persistence of Plant Communities. *PLOS Biology*, 4 (1): 129-135.
- Fürst, M.A., McMahon, D.P., Osborne, J.L., Paxton, R.J., Brown, M.J.F. (2014) Disease associations between honeybees and bumblebees as threat to wild pollinators. *Nature*, 506: 12977.
- Gallai, N., Salles, J.M., Settele, J., Vaissiere, B.E. (2009) Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological economics* 68, 810-821.
- Garratt, M.P.D., Breeze, T.D., Jenner, N., Biesmeijer, J.C., Potts, S.G. (2014) Avoiding a bad apple: Insect pollination enhances fruit quality and economic value. *Agriculture, Ecosystem and environment*, 184, 34-40.
- Garibaldi, L.A., Dewenter, I.S., Kremen, C., Morales, J.M., Bommarco, R., Cunningham, S.A., Carvalho, L.G., Chacoff, N.P., Dudenho, J.H., Sarah S. Greenleaf, Holzschuh, A., Isaacs, R., Krewenka, K., Mandelik, Y., Mayfield, M.M., Morandin, L.A., Potts, S.G., Ricketts, T.H., Szentgyorgyi, H., Viana, B.F., Westphal, C., Winfree, R., Klein, A.M. (2011) Stability of pollination services decreases with isolation from natural areas despite honey bee visits. *Ecology letters*, 14, 1062-1072.

- 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., Mandelík, 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., Tschardtke, 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: 1608-1611.
- Gill R.J., Ramos Rodriguez O., Raine N.E. (2012) Combined pesticide exposure severely affects individual- and colony-level traits in bees. *Nature*, 491: 105-108.
- Gogala A. (2014) Čebele Slovenije. Ljubljana, Založba ZRC, 180 str.
- Goulson, D. (2012) Bumblebees: behaviour, ecology and conservation. Oxford, Oxford university press, 317 str.
- Goulson, D., Hughes, W.O.H. (2015) Mitigating the anthropogenic spread of bee parasites to protect wild pollinators, *Biological conservation*, 191: 10-19.
- Grad J., Gogala A., Kozmus P., Jenič A., Bevk D. (2011) Pomembni in ogroženi opraševalci, Čmrlji v Sloveniji. Lukovica, Čebelarska zveza Slovenije, 123. str.
- Graystock, P., Yates, K., Evison, S. E., F., Darvill, B., Goulson, D. Hughes W. O. H., (2013) The Trojan hives: pollinator pathogens, imported and distributed in bumblebee colonies. *Journal of Applied Ecology*, 50: 1207–1215.
- Graystock, P, Goulson, D., Hughes, W.O.H. (2014) The relationship between managed bees and the prevalence of parasites in bumblebees. *PeerJ*, DOI 10.7717/peerj.522.
- de Groot, M., Bevk, D. (2012) Ecosystem services in phenology of hoverflies (Diptera: Syrphidae) in a Slovenian forest stand. *Research gate*.
- Herrera, C.M. (1989) Pollinator abundance, morphology, and flower visitation rete: analysis of the “quantity” component in a plant-pollinated system. *Oecologia*, 80: 241-248.
- Hoehn, P., Tschardtke, T., Tylianakis, J.M., Steffan-Dewenter, I. (2008) Functional group diversity of bee pollinators increases crop yield. *Proceedings of the royal society*, 275, 2283-2291.
- Hokkanen, H. M. T, Menzler-Hokkanen, I. M, Lahdenperä (2015) Managing Bees for Delivering Biological Control Agents and Improved Pollination in Berry and Fruit Cultivation. *Sustainable Agriculture Research*, 4 (3): 89-102.
- Kozmus, P. (2007) KOZMUS, Peter. Karakterizacija vrst in populacij čmrljev (*Bombus*, *Latreille* in *Psithyrus*, *Lepelletier*) v Sloveniji na osnovi morfoloških in molekularnih markerjev. Biotehniška fakulteta, doktorska disertacija, 97 str.
- Orford, K.A., Vaughan, I.P., Memmott, J. (2015) The forgotten flies: the importance of non-syrphid Diptera as pollinators. *Royal society publishing*, 282: 20142934. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2014.2934>.

Orford, K, Murray P.J, Vaughan, I.P., Memont, J. (2016) Modest enhancement to conventional grassland diversity improve the provision of pollination services. *Journal of Applied Ecology*, doi: 10.1111/1365-2664.12608

Mallinger. R.E., Gratton, C.G. (2015) Species richness of wild bees, but not the use of managed honeybees, increases fruit set of a pollinator-dependent crop. *Journal of Applied Ecology*, 52:323-330.

Martins, K.T., Gonzalez, A., Lechowicz, M.J. (2015) Pollination service are mediated by the bee functional diversity and landscape context. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 200: 12-20.

Meeus, I., Brown, M.J.F., Graaf, D.C., , Smagghe, G. (2011) Effects of Invasive Parasites on Bumble Bee Declines. *Conservation Biology*, 25 (4): 662-671.

Mommaerts V., Reynders S., Boulet J., Besard L., Sterk G., Smagghe G. (2010) Risk assessment for side-effects of neonicotinoids against bumblebees without impairing foraging behavior. *Ecotoxicology*, 19: 207-215.

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 Rúa, P., De Meulemeester, T., Dehon, M., Dewulf, A., Ortiz-Sánchez, F.J., Lhomme, P., Pauly, A., Potts, S.G., Praz, C., Quaranta, M., Radchenko, V.G., Scheuchl, E., Smit, J., Straka, J., Terzo, T., Tomozii, B., Window, J., Michez, D. (2014) *European red list of bees*. Luxembourg: Publication Office of the European Union. 84 str.

Park, M.g., Raugoso R.A., Losey J.E., Danforth B.N. (2016) Per-visit pollinator performance and regional importance of wild *Bombus* and *Andrena* (*Melandrena*) compared to the managed honey bee in New York apple orchards. *Apidologie*, 47: 145-160.

Poklukar, J. (1998) Čebele in opráševanje, v *Od čebele do medu*, Založba kmečki glas, Ljubljana, 178-182.

Potts, S.G., Roberts, S.P.M., Dean, R., Marris, G., Brown, M.A., Jones, R., Neumann, P., Settele, S. (2010a) Declines of managed honey bees and beekeepers in Europe. *Journal of Apicultural Research*, 4 (1): 15-22.

Potts, S., Biesmeijer, J.C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., Kunin, W.E. (2010b) Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trend in Ecology and Evolution*, 25 (6): 345-353.

Potts, S., Biesmeijer, K., Bommarco, R., Breeze, T., Carvalheiro, L., Franzen, M., Gonzalez-Varo, J.P., Holzschuh, A., Kleijn, D., Klein, A.-M., Kunin, B., Lecocq T., Lundin, O., Michez, D., Neumann, P., Nieto, A., Penev, L., Rasmont, P., Ratamaki, O., Riedinger, V., Roberts, S.P.M., Rundlof, M., Scheper, J., Sorensen, P., Steffan-Dewenter I., Stoev, P., Vila, M., Schweiger O. (2015) Status and trends of European pollinators. Pensoft Publishers, Sofia, 72 str.

Rasmont, P., Franzén, M., Lecocq, T., Harpke, A., Roberts, S.P.M., Biesmeijer, J.C., Castro, L., Cederberg, B., Dvorák, L., Fitzpatrick, Ú., Gonseth, Y., Haubruge, E., Mahé, G., Manino A., Michez, D., Neumayer, J., Řdegaard, F., Paukkunen, J., Pawlikowski, T., Potts, S.G., Reemer, M., J. Settele, J. Straka, Schweiger, O. (2015) Climatic Risk and Distribution Atlas of European Bumblebees. Pensoft Publishers, Bulgaria, 236 str.

Rdeči seznam kožekrilcev (Hymenoptera), pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst na Rdeči seznam, Uradni list RS, št. 82/02, priloga 14

CRP Pomen divjih opráševalcev pri opráševanju kmetijskih rastlin in trajnostno upravljanje v kmetijstvu za zagotovitev zanesljivega opráševanja

- Ricketts T.H. , Dewenter, I.S., Cunningham, S.A., Kremen, C., Bogdanski, A., Herren, B.G., Greenleaf, S.S., Klein, A.M., Mayfield, M.M., Morandin, L.A., Ochieng, A. Viana, B.F. (2008) Landscape effects on crop pollination service: are there general patterns? *Ecology Letters*, 11: 499-515.
- Sandrock C., Tanadini L.G., Pettis J.S., Biesmeijer J.C., Potts S.G., Neumann P. (2014) Sublethal neonicotinoid insecticide exposure reduces solitary bee reproductive success. *Agricultural and Forest Entomology*, 16, 2: 119-128.
- Smith, M.R., Singh, G.M., Mozaffarian, D., Myers, S.S. (2015) Effects of decreases of animal pollinators on human nutrition and global health: modelling analysis. *Lancet* 386, 1964-72. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)61085-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(15)61085-6).
- Thompson H. (2001) Assessing the exposure and toxicity of pesticides to bumblebees (*Bombus sp.*). *Apidologie*, 32, 305–321.
- Thomson, J.D., Goodell, K. (2001) Pollen removal and deposition by honeybee and bumblebee visitors to apple and almond flowers. *Journal of Applied Ecology*, 38: 1032-1044.
- Thompson H.M., Hunt L.V. (1999) Extrapolating from Honeybees to Bumblebees in Pesticide Risk Assessment. *Ecotoxicology*, 8, 3: 147-166.
- Thorp, R.W. (2000) The collection of pollen by bees. *Plant Syst. Evol.*, 222: 211-223
- Vaissiere, B.E., Freitas, B.M., Gemmil-Herren, B. (2011) Protocol to detect and asses pollination deficits in crops: a handbook for its use. FAO, Rim, 70 str.
- Woodcock B.A., Isaac N.J.B., Bullock J.M., Roy D.B., Garthwaite D.G., Crowe A., Pywell R.F. (2016) Impacts of neonicotinoid use on long-term population changes in wild bees in England. *Nature communications*. 7:12459
- Whitehorn P.R., O'Connor, Wackers F.L.W, Goulson D. (2012) Neonicotinoid Pesticide Reduces Bumble Bee Colony Growth and Queen Production. *Science*, 336: 351-352.
- Winfrey R., Williams N.M., Gaines H., Ascher J.S., Kremen C. (2008) Wild bee pollinators provide the majority of crop visitation land-use gradients in New Jersey and Pennsylvania, USA. *Journal of Applied Ecology*, 45, 793-802.