

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
BIOLOGIJA

Matej IVENČNIK

**ČLENONOŽCI ČEBELJEGA PANJA PRI KRANJSKI SIVKI**  
*(Apis mellifera carnica Poll.)*

DIPLOMSKO DELO  
Univerzitetni študij

**ARTHROPODS OF THE CARNIOLAN HONEYBEE BEEHIVE**  
*(Apis mellifera carnica Poll.)*

GRADUATION THESIS  
University studies

Ljubljana, 2013

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija biologije. Opravljeno je bilo v skupini za Ekologijo živali, Katedre za ekologijo in varstvo okolja Oddelka za biologijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Vzorci za preiskave pa so bili vzeti iz panjev, ki so se nahajali v kraju Bovše pri Vojniku. Analizirana sta bila tudi dva vzorca iz območja Ribnice.

Komisija za študijske zadeve Oddelka za biologijo BF je dne 16. 5. 2013 sprejela temo diplomskega dela. Za mentorja diplomskega dela je imenovala prof. dr. Ivana Kosa.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: doc. dr. Rudi VEROVNIK  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo  
Recenzent: izr. prof. dr. Janko BOŽIČ  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo  
Mentor: izr. prof. dr. Ivan KOS  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Datum zagovora:

Podpisani se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddal v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Diplomsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Matej IVENČNIK

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 638.12(043.3)=163.6
KG	medonosna čebela/čebelja bivališča/členonožci/čebelji drobir
AV	IVENČNIK, Matej
SA	KOS, Ivan (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111
ZA	Univerza v Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo
LI	2013
IN	ČLENONOŽCI ČEBELJEGA PANJA PRI KRANJSKI SIVKI ( <i>Apis mellifera carnica</i> Poll.)
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	IX, 70 str., 8 pregl., 14 sl., 1 pril., 83 vir.
IJ	Sl
JJ	sl/en
AI	Pri pregledovanju drobirja in drugih površin panjev smo ugotovili, da poleg čebel panje naseljujejo tudi drugi organizmi. Ti organizmi so s čebelami v različnih interspecifičnih odnosih, ki se lahko v odvisnosti od razmerja med populacijo gostitelja in gostujočega organizma spreminjajo. Najpogostejši ugotovljen odnos med gostujočimi organizmi v panju in čebelami je predacija in detritivornost. Organizmi, ki so predatorji čebel plenijo tudi druge organizme v panju in njegovi okolici, med katerimi so tudi škodljivci čebeljih družin (ose, sršeni, vešče, itd.). V tem primeru se plenilski odnos lahko spremeni v mutualističen. V nalogi smo organizme iskali v dveh tipih panjev, listovnem AŽ panju (Alberti-Žnideršičev panj) in posebej za nalogo narejenima nakladnima panjema z dimenzijami naravnega bivališča čebel v duplu drevesa. Tako AŽ kot nakladna panja je naseljevalo podobno število taksonov, vendar se je vrstna sestava nekoliko razlikovalo. V nakladnih panjih smo našli tri družine pajkov med tem ko jih v AŽ panjih nismo zasledili. Pogostejši obiskovalci AŽ panjev pa so bile mravlje. Listovne panje je naseljevalo nekoliko več detritivorov kot nakladne panje, v nakladnih panjih pa smo našli več komenzalov. Vzroki za naselitev teh organizmov so največkrat hrana in ugodne mikroklimatske razmere v panjih.

## KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn

DC UDK 638.12(043.3)=163.6

CX honeybee/bee hive/arthropods/bee debris

AU IVENČNIK, Matej

AA KOS, Ivan (supervisor)

PP SI 1000 Ljubljana, Večna pot 111

PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Biology

PY 2013

TI ARTHROPODS OF THE CARNIOLAN HONEYBEE BEEHIVE (*Apis mellifera carnica* Poll)

DT Graduation thesis (University studies)

NO IX, 70 p., 8 tab., 14 fig., 1 ann., 83 ref.

LA Sl

AL sl/en

AB After analysing bee debris and other surfaces of beehive we have found out that beside bees there are also other organisms present in a beehive. These organisms are in a different interspecific relations with the bees. The type of relationship between bees and host can change depending on population ration. Most commonly observed relationship between bees and guest organisms are predation and detritivorous behaviour. Predatory organisms prey on bees and other organisms in a beehive and its surroundings. Between them there are also bee pests (wasps, hornets, moths, etc.). When a predator catches the bee pest then relationship changes to mutualistic. We have searched for organisms in two different types of beehives, AŽ hives (Alberti – Žnideršič hive – traditional Slovenian bee hive) and two box hives with dimensions that are similar to a natural hive in hollow trees. In both hives we found a similar number of taxon, but the composition of species was slightly different between them. In box hives we found three different families of spider while they were not present in AŽ hive. More often visitors of AŽ hives were ants. In AŽ hives we found more detritivorous organisms then in a box hives on the other hand there were more commensals. Causes for colonization of those organisms are most often food and microclimatic conditions in a beehive.

## KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija	III
Key Words Documentation	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VII
Kazalo slik	VIII
Kazalo prilog	IX
<b>1 UVOD</b>	<b>1</b>
1.1 MEDONOSNA ČEBELA ( <i>Apis mellifera</i> )	4
1.2 NARAVNA IN UMETNA ČEBELJA BIVALIŠČA	6
1.3 MIKROKLIMATSKE RAZMERE V BIVALIŠČIH EVSOCIALNIH ORGANIZMOV	9
1.4 ČLENONOŽCI (ARTHROPODA) V ČEBELJEM PANJU	11
<b>2 METODE IN MATERIALI</b>	<b>15</b>
<b>3 OBDELAVA PODATKOV</b>	<b>21</b>
<b>4 REZULTATI IN RAZPRAVA</b>	<b>22</b>
4.1 UGOTOVLJENI NEVRETENČARJI V ČEBELJIH PANJIH	22
4.2 OSNOVNA BIOLOGIJA TER VZROKI IN POSLEDICE POJAVLJANJA ČLENONOŽCEV V ČEBELJEM PANJU MEDONOSNE ČEBELE	24
4.2.1 Interspecifični odnosi najdenih organizmov do čebel in čebelje družine ter primerjava med dvema tipoma panjev	28
4.2.2 Vzroki za pojavljanje organizmov v čebeljih panjih	31
4.2.3 Aranea (pajki)	32
4.2.4 Pseudoscorpiones (paščipalci)	34
4.2.5 Acarina (pršice)	35

4.2.6	Collembola (skakači)	36
4.2.7	Thysanura (ščetinorepke)	38
4.2.8	Dermaptera (strigalice)	39
4.2.9	Psocoptera (prašna uš)	41
4.2.10	Heteroptera (stenice)	42
4.2.11	Auchenorrhyncha (škržati in škržatki)	43
4.2.12	Vespidae (ose)	44
4.2.13	Formicidae (mravlje)	45
4.2.14	Coleoptera (hrošči)	49
4.2.15	Neuroptera (pravi mrežekrilci)	53
4.2.16	Galleriini (voščene vešče)	53
4.2.17	Syrphidae (trepetavke)	56
5	<b>SKLEPI</b>	58
6	<b>POVZETEK</b>	59
7	<b>VIRI</b>	61

ZAHVALA

PRILOGE

## KAZALO PREGLEDNIC

<b>Tabela 1:</b> Preglednica členonožcev v 215 vzorcih propolisa (levo) in 116 vzorcih cvetnega prahu (desno), brez pršic (Wit Chmielewski, 2003: 89, 2005: 64) ..	12
<b>Tabela 2:</b> Tabela odnosov med dvema organizmoma (- negativen odnos, + pozitiven odnos, ○ nevtralen odnos).....	21
<b>Tabela 3:</b> Taksonomski seznam členonožcev (Arthropoda) najdenih v čebeljih panjih. .	22
<b>Tabela 4:</b> Pregled taksonov najdenih v panjih ter obseg njihovega pojavljanja.....	24
<b>Tabela 5:</b> Sistematska uvrstitev organizmov, pojavljanje vrst glede na tip panja in opredelitve številčnosti (pogosti > 10/panj, prisotni 5-10/panj, redki 1-5/panj), odnosov do čebele in vzrokov za pojavljanje posamezne vrste. ....	26
<b>Tabela 6:</b> Deleži interspecifičnih odnosov med organizmi najdenimi v čebeljih panjih in čebelami. ....	28
<b>Tabela 7:</b> Deleži interspecifičnih odnosov, primerjava med dvema tipoma panjev.....	29
<b>Tabela 8:</b> Vzroki za pojavljanje gostujočih organizmov v čebeljih panjih .....	31

## KAZALO SLIK

<b>Slika 1:</b>	Tipično naravno bivališče medonosne čebele ( <i>Apis mellifera</i> L.) (Seeley in Morse, 1976: 500).....	8
<b>Slika 2:</b>	Čebelnjak z listovnimi panji v katerem je potekalo vzorčenje členonožcev (Ivenčnik, 2012).....	15
<b>Slika 3:</b>	Podnica v listovnem panju na katero odpada čebelji drobir (Ivenčnik, 2012).	16
<b>Slika 4:</b>	Čebelji roj v nakladnem panju (Ivenčnik, 2011). .....	18
<b>Slika 5:</b>	Čebelja družina v nakladnem panju na vrhuncu razvoja (Ivenčnik, 2011). ....	18
<b>Slika 6:</b>	Nakladna panja nameščena na drevesi, 3 m od tal (Ivenčnik, 2011).....	20
<b>Slika 7:</b>	Deleži interspecifičnih odnosov med organizmi najdenimi v čebeljem panju in čebelami. ....	29
<b>Slika 8:</b>	Deleži interspecifičnih odnosov, primerjava med dvema tipoma panjev. ....	30
<b>Slika 9:</b>	Vzroki za pojavljanje organizmov v čebeljih panjih. ....	31
<b>Slika 10:</b>	Pajkova mreža v čebelnjaku in vanjo ujeti čebeli (Ivenčnik, 2013). ....	34
<b>Slika 11:</b>	Ščetinorepka ( <i>Thysanura</i> ) na zadnjih vratih listovnega panja (Ivenčnik, 2013). .....	39
<b>Slika 12:</b>	Mravlje pri gradnji bivališča v listovnem panju (prostor za plodiščno mrežo) (Ivenčnik, 2013).....	48
<b>Slika 13:</b>	Mravlje pri gradnji bivališča v listovnem panju (zadnja vrata panja) (Ivenčnik, 2013).....	48
<b>Slika 14:</b>	Mala voščena vešča v listovnem panju ( <i>Achroia grisella</i> ) (Ivenčnik, 2013). ..	56



## KAZALO PRILOG

PRILOGA A: Členonožci v posameznem panju in drobirju dveh propadlih družin

## 1 UVOD

Prvi fosili medonosne čebele, ki so podobni današnjim medonosnim čebelam so stari približno 30 milijonov let (Tautz, 2008). Skozi evolucijski razvoj in naravno selekcijo so medonosne čebele dosegle visoko stopnjo evsocialnosti, zato jih uvrščamo med superorganizme. To pomeni, da na tisoče posameznikov živi skupaj v tesno povezani socialni organizaciji. Medonosna čebela (*Apis mellifera*) izvira iz Afrike, od koder se je kasneje razširila v Evrazijo (Whitfield et al., 2006) in s pomočjo človeka tudi na ostala primerna območja.

V zmernih klimatih si čebelja družina sama poišče najprimernejši prostor za življenje, ki ji nudi dobre pogoje za razvoj in zaščito pred neugodnimi zunanjimi vplivi (visoke in nizke temperature, dež, veter). V kamnitem svetu najdejo takšna bivališča v kamnitih razpokah in votlinah, v stepah in polpuščavah v zemeljskih luknjah, v grmičastih in toplejših okoljih pa si naredijo gnezdo na prostem med vejami ali koreninami (Javornik et al., 1982). Najprimernejša bivališča v zmernem klimatskem pasu, med katere spada tudi Slovenija, pa najdejo v drevesnih duplih, ki jim nudijo odlično zaščito pred naravnimi vplivi (Javornik et al., 1982). Čebelji roj izbira med različnimi duplinami in med njimi poskuša izbrati tisto z najprimernejšimi karakteristikami (Seeley, 1977).

Za bivanje in ontogenetski razvoj čebel so potrebne specifične mikroklimatske razmere. Za vzdrževanje stabilnih razmer so potrebni pasivni mehanizmi, ki jih zagotavlja bivališče samo (izpostavljenost sončni radiaciji, debelina sten, volumen, oddaljenost od tal, ...) in aktivni mehanizmi, ki so jih čebele razvile skozi svoj evolucijski razvoj. Tako čebele s svojo aktivnostjo vzdržujejo razmeroma visoko temperaturo (32-36 °C na mestu zalege) in vlažnost (50-60 %). Tovrstno mikroklimatsko okolje je v zmernih klimatih izjemno in omejeno le na aktivna čebelja bivališča. V čebeljih bivališčih pa se nahajajo tudi med, cvetni prah, vosek ter različni čebelji ostanki. Omenjeni pogoji se pojavljajo v zmernih klimatih od pojava čebel in so lahko primerna okolja za druge živalske vrste.

Osebkni teh vrst so lahko v različnih interakcijah s čebelami. Lahko so paraziti, plenilci, motilci (ang. disturbers) in komenzali (Hamida, 1999). V panju so prehodno, stalno ali pa tja zaidejo po naključju. V te skupine jih uvrstimo glede na to, kakšno škodo povzročajo čebelam in v kakšnem odnosu so z njimi. Velikokrat je takšno grobo uvrščanje težavno, kajti odnosi med organizmi se lahko spreminjajo v odvisnosti od razmer, zato jih lahko uvrstimo v različne skupine. Organizmi lahko tudi posredno škodujejo čebelam s prinašanjem nalezljivih boleznih v panj (Hamida, 1999).

Z analizo drobirja in pobiranjem členonožcev v čebeljem panju smo ugotavljali prisotnost organizmov posameznih vrst v bivališčih kranjske čebele. Na osnovi njihove poznane biologije smo opredelili v kakšnem medsebojnem odnosu so členonožci s čebelami, kakšna je njihova vloga v panju, in ali gre za evolucijske prilagoditve organizmov na tovrstno okolje ali zgolj za uporabo okolja, ki ga organizem lahko izkoristi za bivanje, prehranjevanje, prezimovanje in drugo. Če želimo poznati celotno dogajanje v čebeljem gnezdu je pomembno, da poznamo tudi te odnose. Organizmi, ki jih velikokrat smatramo za škodljivce in jih zatiramo so lahko koristni in so pokazatelj zdravja čebelje družine. Z zatiranjem ene vrste lahko vplivamo na delovanje celotne združbe. Največ težav povzročajo čebelam organizmi, s katerimi skozi evolucijski razvoj niso imele stikov in proti njim niso razvile uspešne obrambe. To so organizmi, ki jih je človek s svojo nepremišljenostjo in neznanjem sam prinesel v življenjsko okolje medonosne čebele. Organizmi, ki so se skozi evolucijo razvijali skupaj s čebelami so z njimi razvili odnos od katerega lahko imata obe vrsti korist.

Večina raziskav je bilo do sedaj usmerjenih v raziskovanje škodljivcev, ki imajo ekonomske posledice za čebelarje. V panju pa najdemo poleg teh tudi organizme, ki so manj izraziti, vendar prav tako pomembni za čebeljo družino. Z uporabo različnih preparatov proti škodljivcem (akaricidi) vplivamo tudi na te organizme, zato je nujno, da vemo kakšna je njihova vloga v panju.

Glavni cilji naše naloge so bil:

- Poiskati členonožce v čebeljih panjih kranjske sivke in jih uvrstiti v sistem.
- Na podlagi njihove znane biologije ugotoviti kakšni so interspecifični odnosi do čebele, kateri odnosi prevladujejo in zakaj.
- Ugotoviti ali so kakšne razlike v vrstni sestavi organizmov med listovnim panjem in nakladnim panje z merami naravnega bivališča čebele v duplu drevesa.
- Ugotoviti kateri so poglavitni vzroki, da ti organizmi zahajajo v čebelji panj.

## 1.1 MEDONOSNA ČEBELA (*Apis mellifera*)

Superorganizem sestavljajo številni pripadniki kolonije, ki delujejo kot kooperativna enota in so sposobni vzdrževati intraorganizemsko homeostazo (Moritz in Southwick, 1992). Zanje je značilna delitev dela in razvit sistem komunikacije, ki spominja na delovanje celic in organov znotraj večceličnega organizma (Hölldobler in Wilson, 2009). Za takšno življenjsko obliko je ameriški biolog William Morton Wheeler (1865-1837) leta 1911 na osnovi raziskovanja mravelj skoval izraz superorganizem (izvor besede: lat. super = nad; gr. organon = orodje) (Taüt, 2011). Osebk znotraj kolonije se lahko razvijejo v sterilne ali reproduktivne posameznike, ki so visoko specializirani za opravljanje različnih del. Vsaka vrsta je prilagodila svojo socialno organizacijo glede na kompleksnost in pritiske okolja skozi svoj razvoj (Hölldobler in Wilson, 2009). Posamezen osebek ni sposoben preživeti izven kolonije daljše obdobje. Najbolj poznani superorganizmi so družine mravelj, čebel, os in termitov.

Medonosna čebela se je razvijala skupaj z razvojem cvetnic. Najstarejši znani fosil čebele je bil najden v baltskem jantaru in je star med 25 do 50 milijonov let (Zdešar, 2008). Po vseh kriterijih spadajo čebele med žuželke. Vendar jih je kljub temu čebelar in mizarški mojster Johannes Mehring (1815-1878) v 19. stoletju na podlagi presenetljive primerjave uvrstil med vretenčarje. Čebele delavke je primerjal z vretenčarskimi organi za prebavo in vzdrževanje telesa, matico z ženskimi in trote z moškimi spolnimi organi. Ta pogled imenujemo organsko pojmovanje individuuma (bien), ki celotno čebeljo družino enači z eno živaljo in jo obravnava kot en sam živ organizem (povz. po Taüt, 2011).

Čebele so evsocialni insekti, ki živijo v velikih družinah, sestavljenih iz deset tisočih posameznikov. Družina je samoorganizirani sistem brez centralne regulacijske enote. Posamezniki kažejo starostni polietizem ter delitev dela in nalog (Thenius et al., 2006). Prav tako se s starostjo spreminja aktivnost eksokrinih žlez, ki izločajo hrano za larve, vosek in alarmne feromone. Mlade čebele (1-12 dni) opravljajo delo v centralni regiji gnezda, kjer je zalega. Starejše čebele (13-20 dni) imajo nalogo shranjevanja hrane v medišču. Najstarejše čebele (starejše od 20 dni) pa so pašne čebele (Seeley, 1982). Vpliv

juvenilnega hormona (JH) na aktivnost eksokrinih žlez naj bi odigral ključno vlogo pri starostnem polietizmu (Robinson, 1987).

Življenjski prostor medonosne čebele (*Apis mellifera*) je prvotno obsegal Afriko z Madagaskarjem, Evropo do Skandinavije in proti vzhodu do Kaspijskega jezera, Arabski polotok in Malo Azijo, kjer je mejila na azijsko čebelo (Zdešar, 2008). Zaradi raznolikosti življenjskih razmer (savana, deževni gozd, puščava, Sredozemlje, hladnejši severni predeli) in pregrad (puščave, gorske verige, morja) so se med populacijami izoblikovale morfološke razlike (Zdešar, 2008). Razvile so se različne podvrste ali rase medonosne čebele. Trenutno ločimo 28 različnih ras medonosnih čebel, ki jih je Ruttner (1992) razdelil v štiri skupine, in sicer temne čebele severne in zahodne Evrope ter severne Afrike, čebele Balkana in sosednjih predelov, čebele bližnjega vzhoda in tropske rase čebel (Zdešar, 2008).

Medonosna čebela, kranjska sivka (*Apis mellifera carnica* Poll.) je razširjena na področju Balkana, v severni Grčiji, Bolgariji, Romuniji, Madžarskem, Hrvaškem, Bosni in Hercegovini, Nemčiji, na severu Alp, na Koroškem, Štajerskem, na Češkem in Slovaškem vse do Karpatov. Trenutno je druga najbolj razširjena čebelja pasma na svetu, takoj za italijansko čebelo *A. m. ligustica*. Vrsti *A. m. carnica* in *A. m. ligustica* sta se ločili med zadnjo ledeno dobo, ki je trajala približno 50.000 do 10.000 let pred našim štetjem. V Evropi so takrat nastale korenite spremembe, sneg in led sta pokrivala večji del srednje in severne Evrope, rastlinstvo in z njim tudi čebele, se je umikalo proti jugu in se znašlo v Sredozemlju (povz. po Zdešar, 2008). Ledeno dobo sta *A. m. carnica* in *A. m. ligustica* preživeli izolirani ena od druge v južnih refugijih Evrope (Whitfield et al. 2006). Po koncu ledene dobe se je začel led zopet umikati proti severu in temu je sledilo tudi rastlinstvo ter z njim čebele. Zaradi geografskih ovir (morske površine, gorske verige) pa so se določene populacije znašle odcepljene od drugih in so se razvijale vsaka po svoje (Zdešar, 2008). Italijanska vrsta je prilagojena na krajše in milejše mediteranske zime.

Kranjska čebela se veliko uporablja v čebelarstvu predvsem zaradi odlik, kot so pridnost, krotkost, mirnost, odpornost proti boleznim in ostremu podnebjju, varčnost s hrano ter hitri spomladanski razvoj. Odlikuje jo tudi zelo dober izkoristek pelodne paše (Ruttner, 1988

povz. po Kozmus, 2008). Hitin zadkovih hrbtnih obročkov je pri kranjski čebeli sive barve, le ob straneh ima lahko svetlorjave lise, nikakor pa ne smejo biti svetli celi obročki. kranjska čebela ima dolg rilček in velik kubitalni indeks (od 2,4 do 3,0) povprečno 2,8 (Javornik et al., 1982). Dlačice na zadku so kratke in svetlo sive barve. Jeseni se moč družin naglo zmanjša predvsem zaradi pomanjkanja hrane. V primerjavi z drugimi pasmami izletavajo bolj zgodaj in z oddaljenih paš nosijo več medu. (Javornik et al., 1982).

## 1.2 NARAVNA IN UMETNA ČEBELJA BIVALIŠČA

Bivališča socialnih žuželk se razlikujejo v strukturi in materialih, vendar pa je cilj vseh enak, vzdrževanje stabilne temperature na mestu zalege. Struktura gnezda je pomembna za ohranjanje in odvajanje toplote. Čmrlji, neželate čebele in večina medonosnih čebel v naravi gnezdijo v votlinah. Najpogosteje so to dupla dreves, lahko pa si naredijo gnezdo tudi v opuščeni brlogih glodavcev, zapuščenih termitnjakih in pod listnim odpadom. Votlina zagotavlja izolacijo, ki olajša družini vzdrževanje metabolne toplote in služi za zaščito pred zunanjimi vplivi (povz. po Jones in Oldroyd, 2006). Votlina je ponavadi vertikalno podolgovata in cilindrična (Basile, 2009). V tropih najdemo čebelje vrste, ki gnezdijo na prostem in jih ne obdajajo stene votline. V tem primeru mora mesto gnezdenja imeti primerno stopnjo sončne radiacije.

Čebelji roj s posebno pozornostjo izbira svoje novo bivališče. Zelo pomemben faktor pri izbiri votline je prostornina, ki se lahko pri *Apis mellifera* giblje od 20-100 L, v povprečju pa je njihova prostornina 35 L (Seeley, 1977). Roj izbira votlino v teh okvirjih, večje in manjše votline pa zavrne. Velikost prostornine gnezda ni odvisna od velikosti roja. Pri izbiri so pomembne tudi druge lastnosti bivališča, kot so vhod obrnjen v smeri sonca, velikost vhoda ne sme biti prevelika (manj kot 75 cm<sup>2</sup>), vhod mora biti na dnu votline, votlina mora biti nekaj metrov nad tlemi (> 3 m). Vse te lastnosti vplivajo na termoregulacijo gnezda (Jones in Oldroyd, 2006). Čebela skavtinja preverja zunanje in notranje parametre tudi do 40 minut. Ker je v votlinah ponavadi jakost svetlobe nizka (<0,5 lux), čebela izmeri prostornino tako, da prehodi notranjo površino in oceni njeno velikost (Seeley, 1977). Skavtinje roju sporočijo informacijo o kvaliteti gnezda z različno intenzivnostjo plesa. Roj nato med več alternativami izbere najprimernejše bivališče (ang.

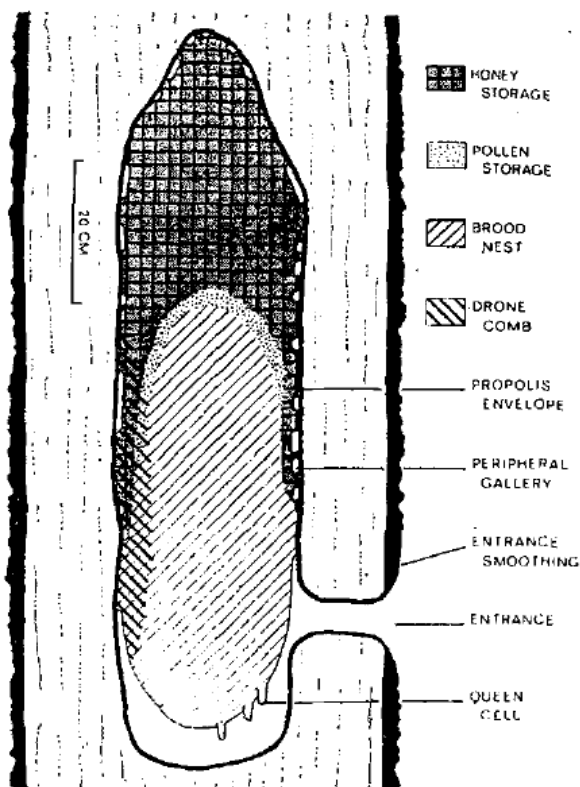
best-of-N decision rule) (Seeley in Buhrman, 2001). Čebele delavke v votlini zgradijo vertikalno satje iz voska. Gornji del in obrobni del je namenjen shranjevanju cvetnega prahu in medu, medtem ko je osrednji del satja namenjen zalegi. Tako je zalega izolirana z obdajajočo zalogo medu (Basile, 2009).

Človek se je seznanil z naravnimi bivališči čebel, ko jim je prvič odvzel sat medu. Če je želel najti čebelje gnezdo je moral biti seznanjen z vsemi značilnostmi okolja in oblikami bivališč. Vseskozi pa si je želel olajšati iskanje in plenjene čebeljih pridelkov. Tako je začel sam izdelovati bivališča podobna tistim, ki jih je našel v naravi (Javornik et al., 1982). Prva umetna bivališča so bila v tla izkopane votline, pleteni panji iz šibja, panji iz lončevine in drugi približki naravnih panjev (Javornik et al., 1982). Prve umetne panje so poznali že v starem Egiptu. Slike na stenah sončnega templja Nyuserre Ini iz 5. dinastije, ki prikazujejo puhanje dima v čebelje panje pri odstranjevanju satov, izvirajo iz leta 2422 pr. n. št. (Grimes, 2012). Panji se skozi zgodovino vseskozi spreminjajo zaradi vse boljšega poznavanja biologije čebel. Danes poznamo veliko različnih panjev, ki so bolj ali manj primerni za čebelarjenje. V Sloveniji se najpogosteje uporablja listovni Aleberti-Žnideršičev panj (v nadaljevanju AŽ panj), v svetu pa nakladni Langstroth-Rootov panj (LR-panj) (Lilek, 2012).

Listovni AŽ panj je sestavljen iz plodišča in prostora za shranjevanje medu in prestavljanje zalege (medišče). V plodišču in medišču je enako število satov, ki so enake velikosti. Oddelka sta ločena s Hannemanovo rešetko (matična rešetka), ki preprečuje matici prost prehod v medišče. Prednja stena je dvojna z vmesno izolacijo za boljšo zaščito pred zunanjimi vplivi. Zadaj so nameščena vrata, oddelka pa sta zaprta z mrežastima okencema, ki sta vsajena neposredno na sate in pričvrščena z zapahi. Na prednji steni je brada, ki ponavadi zapira žrelo na dnu bolj ali manj globoke terase. Žrelo lahko pripravimo tudi s posebnimi zapirali. Znotraj panja so nameščene kovinske palice, ki nosijo satovje. V plodišču so nosilne palice prečno vdolbene v obod panja približno 2,5 cm nad dnom, v medišču pa so ponavadi položene kar na matično rešetko. Na prednjo steno in zadnja okenca so pritrjena grabljicam podobna razstojišča, ki omogočajo razmik med sati (povz. po Javornik et al., 1982).



Nakladni panj smo naredili po merah naravnega čebeljega gnezda v duplu drevesa. Mere smo pridobili iz že opravljenih meritev. Leta 1976 sta Seeley in Morse v bližini kraja Ithaca, N.Y. opisala 39 naravnih gnezd medonosne čebele in jih 21 tudi podrobneje analizirala. Čebelje družine, katerih gnezda sta analizirala, so bili hibridi številnih uvoženih vrst medonosne čebele v Ameriko. To so bili hibridi vrst *Apis mellifera ligustica* Spinola, *A.m. caucasica* Gorbatschew, *A.m. carnica* Pollmann in *A.m. mellifera* Linnaeus. Področje, kjer so iskali čebelja bivališča ima vlažno, kontinentalno podnebje s toplimi poletji in dolgimi mrzlimi zimami. Podobno zmerno celinsko podnebje ima tudi vzhodna Slovenija (Podnebne razmere..., 2007), kjer je nameščen čebelnjak z AŽ panji in nakladna panja, ki smo jih uporabili v nalogi. Čebele so našle svoje bivališče v 12 različnih rodovih dreves,



**Slika 1:** Tipično naravno bivališče medonosne čebele (*Apis mellifera* L.) (Seeley in Morse, 1976: 500).

med katerimi nekoliko prednjači hrast (od 30 dreves 20 %) (*Quercus sp.*). Drevesa so bila v zmernem zavetju pred vetrom in dežjem ter rahlo zasenčena. Vse votline so bile vertikalno podolgovate in cilindrične. Izmerila sta 17 votlin in dobila sledeče podatke. Premer votlin se je gibal med 42,7-15,2 cm v povprečju 22,7 cm (SD 6,6 cm), višina votline med 351-49 cm v povprečju 156 cm (SD 83 cm) in razmerje med višina/premer 7,2 (SD 3,8). Povprečna prostornina gnezd je bila 45 L. Izmerila sta 49 vhodov v panj. 79 % votlin je imelo samo en vhod s povprečno dolžino 15,3 cm in odprtino velikosti 10-20 cm<sup>2</sup>. Večina vhodov je bila pri dnu votline. Gnezda so bila pri tleh, kar je verjetno pogojeno s tem, da je večina drevesnih votlin pri bazi drevesa. Prostor pred votlino je bil odprt in je omogočal neovirano izletavanje čebel (povz. po Seeley in Morse, 1976).

### 1.3 MIKROKLIMATSKE RAZMERE V BIVALIŠČIH EVSOCIALNIH ORGANIZMOV

Večina socialnih žuželk je sposobnih vzdrževati temperaturo znotraj gnezda. Za vzdrževanje temperature uporabljajo različne mehanizme, ki so se evolucijsko razvijali. Mehanizme lahko razdelimo na aktivne in pasivne. Pasivni mehanizmi so položaj gnezda, struktura gnezda, premikanje roja v gnezdu na mesto, kjer je temperatura najbolj primerna, in drugi. Ti mehanizmi zagotavljajo puferski sistem med temperaturo legla in temperaturo okolice in v veliki meri olajšajo delo osebkom, ki regulirajo temperaturo znotraj gnezda z energetsko dražjimi aktivnimi mehanizmi. Aktivno vzdrževanje pa je spreminjanje temperature v gnezdu s fizično aktivnostjo vsakega posameznega osebk. Čebele vzdržujejo torakalno temperaturo z drgetanjem letalnih mišic. Hlajenje pa poteka z evaporacijo. Obstajajo številni mehanizmi termoregulacije. Vsi termoregulatorni mehanizmi so samoorganizirani in izvirajo iz enostavnih pravil, ki jim sledijo posamezni osebki (povz. po Jones in Oldroyd, 2006).

Del ekološkega uspeha socialnih žuželk (termiti, mravlje, nekatere ose in čebele) je, da so sposobne delno regulirati temperaturo v gnezdu. Tako lahko ostanejo fizično aktivne tudi takrat ko ne-socialne žuželke podobne velikosti, pri nizkih temperaturah poginejo ali iščejo zatočišče pred visokimi temperaturami. Veliko socialnih žuželk vzdržuje temperaturo gnezda znotraj specifičnih, pogosto zelo ozkih meja, kljub temperaturnim ekstremom v okolju. Čebelja družina je sposobna vzdrževati temperaturo zalege v razponu od 33-36 °C,

kljub temu, da je temperatura okolja pod lediščem pa vse do 45 °C. Socialna termoregulacija čebelarom omogoča stabilno mikroklimo, kljub spreminjajoči klimi zunaj panja. Če temperatura gnezda ni znotraj vrstno specifičnih meja, pogosto nastanejo neželene posledice. Veliko anomalij lahko nastane na zalegi ali pa se odrasle žuželke sploh ne razvijejo. Pri razvoju zalege čebel lahko že zelo male spremembe temperature, vplivajo na obnašanje izleženih čebel (povz. po Jones in Oldroyd, 2006). Homeostazo vzdržujejo vse čebele starejše od dveh dni. Mlajše čebele še niso sposobne sodelovati pri vzdrževanju homeostaze (Stabentheiner et al., 2010).

Čebele delavke so sposobne vzdrževati stabilno temperaturo v okolici zalege pri nizkih temperaturah s tvorjenjem tesne gruče okoli zalege. Delavke prilagajajo obliko in gostoto gruče s premikanjem skupaj ali narazen, kar omogoča fine nastavitve temperature. Ko temperatura okolja pade pod 15 °C, se čebele delavke (*A. mellifera*) zberejo v gručo, ki je kompaktna in objema zalego. Zbiranje v gručo zmanjša izgubo toplote, ker se površina za izmenjavo toplote zmanjša. Če v gnezdu ni zalege se temperaturni prag za zbiranje v gručo pri *A. mellifera* lahko zniža. Pozimi, ko v gnezdu ni zalege, je temperaturni razpon večji (povz. po Jones in Oldroyd, 2006).

Aktivna in pasivna termoregulacija zahteva določene mehanizme, ki koordinirajo aktivnosti posameznega organizma tako, da je končni rezultat stabilna temperatura gnezda. Pri aktivnih mehanizmih termoregulacije se mora število osebkov, ki sodelujejo pri dvigovanju in zniževanju temperature spreminjati (povečati ali zmanjšati) glede na trenutne temperaturne razmere v gnezdu. Medonosna čebela (*Apis mellifera*) je glede na potrebe družine, visoko učinkovita pri regulaciji biofizičnih parametrov v panju. Termoregulacija je najširše raziskovani aspekt homeostaze panja (Human et al., 2006).

Vlaga v gnezdu je v primerjavi s temperaturo gnezda zelo slabo raziskana in o njej vemo zelo malo. Razlog zato so bile v preteklosti predvsem tehnične težave pri meritvah. Z razvojem električnih senzorjev za merjenje vlage pa počasi prihajamo do novih informacij (Ellis, 2008). Prve raziskave z električnimi senzorji je opravil Human s sod. (2006). Vlaga v gnezdu je pomemben parameter, ki vpliva na fitness čebelje družine (Ellis, 2008). Relativna vlažnost (ang. relative humidity - RH) vpliva na razvoj zalege, preživetje

odraslih osebkov in mikrobnno aktivnost v panju. Ličinke se ne izležejo, če je relativna vlažnost 50 °C RH. Prav tako se poveča odstotek poapnele zalege, ki jo povzroča plesen *Ascosphaera apis*, za 8 % če se RH dvigne iz 68 % na 87 % (Ellis, 2008). Raziskave Kraus in Velthuis (1997) so pokazale, da višja vlažnost zmanjša reproduktivni uspeh pršice *Varroa jacobsoni*, ki se razmnožuje v celicah z zalego. Vlaga je pomemben dejavnik pri koncentriranju nektarja in termoregulaciji. Učinkovitost tega pa je odvisna od stopnje evaporacije. Ohlajanje z evaporacijo ni mogoče, če je zrak nasičen z vlago (Ellis, 2008).

Vlažnost v panju se spreminja, vendar znotraj določenih meja. Relativna vlaga v zdravem čebeljem panju je čez dan relativno konstantna med 50-60 %. Deficit vodne pare (VPD) pa je visok, kar pomeni, da je možnost evaporacije visoka. Vlaga v panju je odvisna od različnih dejavnikov, ki so povezani s prinašanjem in izgubo vode. Gnezdo, ki ima ponavadi povprečno prostornino 40 L čebele premažejo s propolisom, ki je za vodo neprepusten. Voda, ki prihaja in izhaja iz gnezda mora najti pot skozi žrelo panja ali pa jo čebele same transportirajo. Voda v panju je lahko metaboličnega izvora (dihanje čebel, izguba preko kutikule, ekskrecija) ali pa jo v panj prinašajo pašne čebele (ang. foragers), ki zbirajo vodo in z vodo bogat nektar. Čebele spreminjajo vlago v panju tudi z ventilacijo, ki jo dosežejo s prhutanjem kril (povz. po Ellis, 2008).

#### 1.4 ČLENONOŽCI (ARTHROPODA) V ČEBELJEM PANJU

Več kot 80 % vseh opisani vrst v terestričnih, sladkovodnih in morskih ekosistemih spada v deblo členonožcev. Nobena druga skupina nevretenčarjev, razen nematodov, nima takšnega ekonomskega in ekološkega pomena kot členonožci. Najdemo jih v skoraj vseh habitatih od ekvatorja do tečajev, gora do globokomorskih oceanov, deževnega gozda do puščave in vročih vrelcev ter v vseh prehranjevalnih verigah (povz. po Thorp, 2009). Na podlagi teh trditev lahko pričakujemo, da čebelji panj poleg medonosne čebele naseljujejo tudi drugi členonožci.

Panj je kompleksno mikro-ekološko okolje. Čebele niso samo hrana za žuželke, ampak proizvajajo tudi propolis, med, vosek in različne ostanke, ki so primerna hrana za druge organizme. Panj lahko služi kot bivališče ali pa okolje, kjer žuželke najdejo hrano.

Chmielewski (2002, 2003, 2005) je vzorčil členonožce in pršice v izkopancu (cvetni prah v satnih celicah) in propolisu medonosne čebele na Poljskem. Analiziral je 116 vzorcev izkopanca in 215 vzorcev propolisa. Več kot 90 % vzorcev izkopanca in 81,9 % vzorcev propolisa je bilo kontaminiranih s členonožci. Najpogostejši organizmi, ki jih je našel v panjih so bili voščene večče (*Achroia grisella*, *Galleria mellonella*), hrošči (*Tribolium madens*, *Tenebrio molitor* L., *Dermestes lardarius* L., *Dermestes maculatus*, *Anthrenus*), prašne uši (*Lachesilla pedicularia* L., *Lepinotus inquilinus*, *Liposcelis divinatorius*). Manj pogosti pa so bili pajki, skakači, izopodni raki. Med pršicami (Acarina), so bile najpogostejše akaroidne vrste (Acaroiodea). Najštevilčnejše med njimi so bile iz družin Acaridae, Carpoglyphidae in Glycyphagidae. Nekaj vzorcev je bilo kontaminiranih s plenilskimi pršicami iz družin Cheyletidae in Aceosejidae, ki so naravni sovražniki akaroidov in drugih majhnih členonožcev. Propolis in izkopanec<sup>1</sup> (ang. bee bread) sta bila pogosto kontaminirana tudi z *Varroa destructor*, ki je najpogostejši parazit medonosne čebele.

**Tabela 1:** Preglednica členonožcev v 215 vzorcih propolisa (levo) in 116 vzorcih cvetnega prahu (desno), brez pršic (Wit Chmielewski, 2003: 89, 2005: 64)

Členonožci v vzorcih propolisa	Členonožci v vzorcih cvetnega prahu
<p><b>Coleoptera:</b></p> <p><i>Dermestidae:</i> <i>Anthrenus museorum</i> (L.) <i>Anthrenus verbasci</i> L. <i>Dermestes lardarius</i> L. <i>Dermestes maculatus</i> De Geer</p> <p><i>Ptinidae:</i> <i>Ptinus fur</i> L.</p> <p><i>Anobiidae:</i> <i>Stegobium paniceum</i> (L.)</p> <p><i>Tenebrionidae:</i> <i>Tenebrio molitor</i> L. <i>Tribolium madens</i> (Charpentier) <i>Trogoderma granaria</i> Everts</p> <p><b>Hymenoptera:</b></p> <p><i>Apidae:</i> <i>Apis mellifera</i> L.</p> <p><i>Formicidae:</i> <i>Formica rufa</i> L.</p>	<p><b>Thysanura:</b></p> <p><i>Lepismatidae:</i> <i>Lepisma saccharina</i> L.</p> <p><b>Psocoptera:</b></p> <p><i>Atropidae:</i> <i>Lepinotus inquilinus</i> Heyden <i>Liposcelidae:</i> <i>Liposcelis divinatorius</i> Müller</p> <p><i>Pterolichidae:</i> <i>Lachesilla pedicularia</i> L.</p> <p><b>Dermaptera:</b></p> <p><i>Forficulidae:</i> <i>Forficula auricularia</i> L.</p> <p><b>Coleoptera:</b></p> <p><i>Lathrididae:</i> <i>Enicmus minutus</i> L. <i>Ptinidae:</i> <i>Ptinus fur</i> L.</p> <p><i>Dermestidae:</i> <i>Dermestes lardarius</i> L., <i>D. maculatus</i> (L.), <i>Anthrenus verbasci</i> L.,</p>

<sup>1</sup> fermentiran cvetnih prah v satnih celicah, ki mu čebele dodajo slino, nekaj nektarja ali medu

nadaljevanje

Členonožci v vzorcih propolisa	Členonožci v vzorcih cvetnega prahu
<p><i>Lasius</i> spp.</p> <p><b>Vespidae:</b> <i>Paravespula germanica</i> F.</p> <p><b>Diptera:</b></p> <p><b>Drosophilidae:</b> <i>Drosophila melanogaster</i> Meig.</p> <p><b>Muscidae:</b> <i>Musca domestica</i> L.</p> <p><b>Hemiptera:</b></p> <p><b>Lygaeidae:</b> <i>Rhyparochromus vulgaris</i> (Schill.)</p> <p><b>Lepidoptera:</b></p> <p><b>Pyralidae:</b> <i>Achroia grisella</i> (F.) <i>Cadra cautella</i> (Walker) <i>Ephestia elutella</i> Hubner <i>Galleria mellonella</i> (L.) <i>Plodia interpunctella</i> (Hubner) <i>Tineola biseliella</i> (Hummel)</p> <p><b>Psocoptera:</b></p> <p><b>Pterolichidae:</b> <i>Lachesilla pedicularia</i> L.</p> <p><b>Troogida:</b> <i>Lepinotus inquilinus</i> Heyden</p> <p><b>Liposcelididae:</b> <i>Liposcelis divinatorius</i> Müller</p> <p><b>Dermaptera:</b></p> <p><b>Forficulidae:</b> <i>Forficula auricularia</i> L.</p> <p><b>Thysanura:</b></p> <p><b>Lepismatidae:</b> <i>Lepisma saccharina</i> L.</p>	<p><b>Tenebrionidae:</b> <i>Tribolium madens</i> (Charpentelie), <i>Tenebrio molitor</i> L.</p> <p><b>Hemiptera:</b></p> <p><b>Lygaeidae:</b> <i>Rhyparochromus vulgaris</i> (Schill.)</p> <p><b>Lepidoptera:</b></p> <p><b>Pyralidae:</b> <i>Achroia grisella</i> (F.), <i>Galleria mellonella</i> (L.), <i>Ephestia elutella</i> Hübner, <i>Plodia interpunctella</i> (Hübner)</p>

V drugi še obsežnejši raziskavi je Józef Banaszak (1980) v letih od 1971-1974 pregledoval panje medonosne čebele na 105 lokacijah po vsej Poljski. Vrstno pestrost je spremljal preko celega leta. V panjih je našel 150 različnih vrst in 15 redov členonožcev. V raziskavi je uporabil nakladne panje z eno naklado in streho. Ugotovil je, da se geografske lokacije

po gostoti naseljenosti organizmov in vrstni pestrosti med sabo razlikujejo. Organizmi so bili različno porazdeljeni v panjih. Najpogosteje so naseljevali dno panjev (90 vrst) in prostor pod streho (78 vrst), manj pa jih je bilo v samem gnezdu čebele (14 vrst) in takih, ki so naseljevali vse površine panja (6 vrst). Največ organizmov je bilo v panjih v zimskem obdobju, marec in februar okoli 60 različnih vrst, najmanj pa v spomladansko poletnem obdobju, okoli 20 vrst. Skupno najštevilčnejši organizmi (od več kot 1000 primerkov do 500 primerkov) so bili: **Arachnida:** Sarcoptiformes (*Tyreophagus entomophagus*, *Tyrophagus putrescentiae*, *Tyroglyphus farinae*, *Glycyphagus domesticus*, *G. destructor*), *Trombidiformes* (*Acarapis woodi*), *Acarina* (*Pyemotes ventricosus*, *Ghrysopa vulgaris*) **Insecta:** *Lepidoptera* (*Galleria mellonella*, *Achroea grisella*), *Coleoptera* (*Cryptophagus scanicus*, *Enicmus minutus*). Skupno pa je zbral kar 2028 vzorcev in 3231 primerkov organizmov (povz. po Banaszak, 1980).

## 2 METODE IN MATERIALI

Za vzorčenje nevretenčarske favne v čebeljem panju medonosne čebele *Apis mellifera carnica* Poll., smo izbrali ustrezen čebelnjak s primernim številom čebeljih panjev. Odločili smo se za čebelnjak v kraju Bovše pri Vojniku, ki stoji na nadmorski višini 334 m. Čebelnjak obdajajo posamezni nesklenjeni manjši travniki, večji del območja pa je poraščena z mešanimi in smrekovimi gozdovi. Čebele imajo na tej lokaciji tri pašna obdobja, spomladanski razvoj cvetnic ter sadnega drevja, glavna paša na kostanju in lipi konec junija in začetku julija ter paša na smreki konec julija in v začetku avgusta. V čebelnjaku so štiri dvoetažni deset satni AŽ panji, dva enajst satna AŽ panja in 5 plemenilnikov. Pri nalogi smo uporabili 5 AŽ panjev, ki so imeli primerno višino med prečkami, ki nosijo satje v plodišču in dnom panja. V ta prostor smo vgradili podnice na katerih se je nalagal drobir. Podnica je sestavljena iz lesenega okvirja v katerega je vpeta mreža, ki preprečuje čebelam dostop do drobirja. Okvir za 10 satni AŽ panj je dimenzije 405 x 306,5 x 11 mm za 11 satni pa 405 x 342 x 11 mm (dolžina x širina x višina). V okvir je vstavljena podnica narejena iz belega pleksi stekla, ki ima dimenzije 400 x 347 x



**Slika 2:** Čebelnjak z listovnimi panji v katerem je potekalo vzorčenje členonožcev (Ivenčnik, 2012).



19 mm za 10 satni AŽ panj in 400 x 383 x 19 mm za 11 satni AŽ panj. Belo pleksi steklo smo uporabili za boljši kontrast med podnico in drobirjem. Podnica vstavljena na dno plodišča pod kovinske letvice, ki nosijo satje. Prednja vratca plodišča so stisnjena ob okvir podnice tako, da čebele ne morejo prehajati v podnico. Vratom plodišča smo odstranili spodnjo letvico. Podnico lahko izvlečemo iz panja brez vznemirjanja čebel in odpiranja plodišča. Poleg teh panjev smo uporabili še dva, po merah narejena nakladna panja. Odvzeli smo tudi drobir dveh propadlih čebeljih družin iz območja Ribnice.



**Slika 3:** Podnica v listovnem panju na katero odpada čebelji drobir (Ivenčnik, 2012).

Pri nalogi smo uporabili dva narejena nakladna panja. Leseni stojišči za nakladna panja smo pritrdili na debli dveh hrastov ob gozdnem robu, na višini 3 m. Veje drevesa pred panjem smo odžagali, da so imele čebele neovirano pot pred panjem. Krošnje dreves so panja ščitile pred močnim deževjem in vetrom, hkrati pa sta bila v rahli senci. Panja smo dodatno z vijaki privili na dno nosilca, da ju močan veter ne bi prevrnil (slika 7).

Nakladni panj sestavlja podnica, tri naklade in streha. Naklada ima obliko kvadra z dimenzijami 341 x 311 x 259 mm (širina x dolžina x višina) in prostornino 27,47 L (tri

naklade skupaj 82 L). Na sredi prednje stene naklade je odprtina s premerom 2,5 cm (4,9 cm<sup>2</sup>) za izletavanje čebel. Odprtini v zgornjih dveh nakladah smo imeli zaprti. V odprtino je nameščena 10 cm dolga PVC cevka. S tem smo podaljšali dolžino vhoda v gnezdo. Zadaj so vratca, za njimi pa je prozorno pleksi steklo za lažje opazovanje čebel. Pod spodnjo naklado je podnica z višino 32 mm in v njej plastična posoda v katero pada drobir. Spodnja naklada in podnica sta ločeni z mrežo, ki preprečuje, da bi čebele odnašale in čistile drobir. Med nakladami so letvice za lažjo gradnjo satja. Letvice so široke 24,5 mm med njimi pa je razmik 5 mm, ki omogoča prehod čebelam v višjo ali nižjo naklado. Na zgornji nakladi je streha oblečena s pločevino. Streho smo z notranje strani izolirali s stirodurjem. Čez zimo smo panj dodatno toplotno izolirali s 3 cm stirodurjem.

V nakladna panja smo ometli čebele po postopku narejenca iz suhih čebel. Tako smo dobili dva umetno narejena roja. Količina čebel, ki jo potrebujemo za umetni roj je odvisna od razmer v naravi. V spomladanskem času potrebujemo približno 1 kg suhih čebel, bolj ko pa se čas približuje poznemu poletju, več čebel potrebujemo za isti učinek. Zadnji čas za narejanje ometencev je po kostanjevi paši. Takrat rabimo približno 2,5-3 kg suhih čebel (povz. po Mur et al., 2012). Iz več panjev smo vzeli po nekaj zaleženih satov s čebelami in jih ometli v prazno naklado panja. Ometenim čebelam smo dodali oplojeno matico v matičnici, ki je bila zaprta s sladkornim testom. Panj smo za 24 ur postavili v hladno klet (13 °C). V panj smo dodali tudi vodo in sladkorno pogačo.



**Slika 4:** Čebelji roj v nakladnem panju (Ivenčnik, 2011).



**Slika 5:** Čebelja družina v nakladnem panju na vrhuncu razvoja (Ivenčnik, 2011).

V nakladni panj D1 smo 29. 5. 2010 natresli približno 1,8 kg čebel in oplojeno matico v matičnici. V nakladni panj D2 pa smo 19. 6. 2010 natresli 1,5 kg čebel z matico. Oba panja smo nato namestili na konstrukcijo na drevesu. Panja sta bila med sabo oddaljena približno 4m.

Po vstavitvi podnic v AŽ panje in namestitvi nakladnih panjev na drevo smo počakali nekaj časa, da se je v podnicah nabral drobir. Podnice in notranje površine panja smo čez celo leto redno pregledovali in iskali nevretenčarje. Najdene živali smo konzervirali v fiolah z 96 % etanolom. Odrasle metulje (voščene vešče) smo konzervirali v fiolah brez dodanega etanola. Nekaj vzorcev drobirja iz vsakega panja smo shranili za nadaljnji pregled pod lupo.

Drobir in druge površine panja smo pregledovali in iskali morebitne organizme. Manjše količine drobirja iz vsakega panja smo spravili, za kasnejši bolj natančen pregled. Vse najdene organizme smo konzervirali v alkoholu, razen odraslih vešč. Organizme, ki so bili maloštevilni, smo iz panjev vzeli le posamezen primerek, da ne bi vplivali na nadaljnji razvoj populacije te vrste. Po končanem vzorčenju smo najdene organizme sistematsko uvrstili s pomočjo določevalnih ključev in že opravljenih podobnih raziskav.

Priprava panjev in podnic ter vzorčenje je potekalo v obdobju od 29. 5. 2010 do marca 2012.



**Slika 6:** Nakladna panja nameščena na drevesi, 3 m od tal (Ivenčnik, 2011).

### 3 OBDELAVA PODATKOV

Odvzete vzorce drobirja smo dodatno pregledali pod lupo in poiskali organizme, ki jih s prostim očesom nismo zasledili. S pomočjo določevalnih ključev in drugih gradiv smo nevretenčarje sistematsko razvrstili. S programom Microsoft Excel smo podatke vstavili v tabelo. Podatke smo razdelili v tri sklope. V prvem delu smo podatke razdelili glede na pojavljanje členonožcev v posameznem tipu panja in v drobirju propadlih družin. Pogostost pojavljanja posamezne vrste smo razdelili v tri skupine. Prva skupina so organizmi, ki so se pojavljali redko (1-5 osebkov/panj), druga skupina so organizmi, ki so bili prisotni v nekoliko večjem številu (5-10 osebkov/panj) in tretja skupina osebkov ki so bili prisotni v večjem številu (> 10 osebkov/panj). V drugem delu smo organizme opredelili glede na interspecifičen odnos do čebel in čebelje družine. Glede na odnos smo jih uvrstili med kompetitorje, predatorje, simbioante/mutualiste, detritivore, parazite, komenzale, amenzale in nevtralne, naključne organizme brez posebne vloge v panju. V tretjem delu pa smo poiskali vzroke za pojavljanje posamezne vrste v panju. Podatke smo primerjali tudi z že opravljenimi študijami favne čebeljih panjev z drugih področij (Poljska).

**Tabela 2:** Tabela odnosov med dvema organizmoma (- negativen odnos, + pozitiven odnos, ○ nevtralen odnos).

poimenovanje odnosa	organizem 1	organizem 2
kompeticija	-	-
predacija	+	-
simbioza/mutualizem	+	+
detritivornost	+	○
parazitizem	+	-
komenzalizem	+	○
amenzalizem	○	-
nevtralizem	○	○

## 4 REZULTATI IN RAZPRAVA

### 4.1 UGOTOVLJENI NEVREtenČARJI V ČEBELJIH PANJIH

Z rezultati smo potrdili, da poleg čebel v panju najdemo tudi druge organizme, ki so tam bolj ali manj stalno prisotni. Členonožce smo našli v vseh panjih vključenih v raziskavo in v drobirju dveh propadlih družin. Najpogosteje so bili to organizmi, ki spadajo v skupino žuželk. Uvrstili smo jih v 10 redov in 15 družin. Poleg njih smo našli tudi pajke iz treh družin in dve vrsti pršic.

**Tabela 3:** Taksonomski seznam členonožcev (Arthropoda) najdenih v čebeljih panjih.

<b>Žuželke (Insecta)</b>	<b>Pajkovci (Arachnida)</b>
<b><u>Hymenoptera:</u></b> <i>Formicidae: Monomorium pharaonis,</i> <i>Solenopsis fugar, Dolichoderus</i> <i>quadripunctatus, Limetopum</i> <i>microcephalum, Prenolepis nitens</i> <i>Vespidae: Vespula vulgaris</i> <i>Apidae: Apis mellifera carnica</i>	<b><u>Aranea:</u></b> <i>Thomisidae</i> <i>Anyphaemidae</i> <i>Dysderidae</i>
<b><u>Dermoptera:</u></b> <i>Forficula auricularia</i>	<b><u>Acarina:</u></b> <i>Varroa destructor</i> <i>Acarina</i>
<b><u>Psocoptera:</u></b> <i>Psocoptera</i>	
<b><u>Collembola:</u></b> <i>Collembola</i>	
<b><u>Thysanura:</u></b> <i>Lepismatidae</i>	
<b><u>Coleoptera:</u></b> <i>Dermestidae: Dermestes lardarius</i> <i>Tenebrionidae: Tenebrio molitor</i> <i>Coccinellidae: Harmonia axyridis</i>	

se nadaljuje

nadaljevanje

<b>Žuželke (Insecta)</b>	<b>Pajkovci (Arachnida)</b>
<p><b><u>Hemiptera:</u></b> <i>Lygaeidae: Rhyparochromus vulgaris</i> <i>Pentatomidae: Pentatomidae sp.</i></p> <p><b><u>Diptera:</u></b> <i>Stryphidae sp.</i></p> <p><b><u>Lepidoptera:</u></b> <i>Pyralidae:</i> <i>Achroia grisella</i> <i>Galleria mellonella</i></p> <p><b><u>Neuroptera:</u></b> <i>Neuroptera sp.</i></p> <p><b><u>Auchenorrhyncha:</u></b> <i>Cicadellidae sp.</i></p>	



#### 4.2 OSNOVNA BIOLOGIJA TER VZROKI IN POSLEDICE POJAVLJANJA ČLENONOŽCEV V ČEBELJEM PANJU MEDONOSNE ČEBELE

Za lažje razumevanje pojavljanja posamezne vrste ali skupine nevretenčarjev v čebeljih panjih je najprej potrebno razumeti in poznati osnovno biologijo le teh. Organizmi se pojavljajo v panju iz različnih vzrokov. V panju se pojavljajo oportunistično ali pa je njihovo pojavljanje posledica evolucijske prilagoditve na bivanje v podobnih razmerah ali pa so še bolj specifično prilagojeni na bivanje v čebeljem bivališču. Naključne vrste so tiste, ki niso s čebelami razvile tesnejših odnosov in jih najdemo v širši okolici panja. Drugi organizmi pa so skozi evolucijski razvoj s čebelami vzpostavili tesnejši odnos. Njihov obstoj je bolj ali manj odvisen od prisotnosti čebelje družine in panja. Tako so se med čebelo in drugimi vrstami v čebeljem panju razvili različni odnosi. Na videz škodljiva ali nepomembna vrsta ima lahko v panju pomembno funkcijo. Odnos se lahko spreminja in je v veliki meri odvisen od velikosti populacije organizma. Močna čebelja družina sama nadzoruje velikost populacij drugih organizmov in jih vzdržuje pod pragom škodljivosti. Na ta način lahko organizem pozitivno vpliva na čebeljo družino in je pokazatelj moči čebelje družine. Če je družina šibka (izgubi matico, bolezní) ne more več sama nadzorovati velikosti populacije drugega organizma v panju. Ta se prekomerno namnoži in povzroča škodo čebelji družini.

**Tabela 4:** Pregled taksonov najdenih v panjih ter obseg njihovega pojavljanja.

<b>Družina</b>	<b>število panjev, v katerih smo našli organizem</b>	<b>prisotnost</b>
fam. Thomisidae	2	prisotni v širši okolici
fam. Anyphaenidae	2	prisotni v širši okolici
fam. Dysderidae	2	prisotni v širši okolici
fam. Varoidae	8	tujerodna invazivna vrsta, ki jo najdemo samo znotraj panjev
fam. Formicidae	7	prisotni v širši okolici
fam. Vespidae	2	prisotni v širši okolici
fam. Forficulidae	1	prisotni v širši okolici
Psocoptera	5	prisotni v širši okolici
Collembola	2	prisotni v širši okolici

se nadaljuje

### nadaljevanje

<b>Družina</b>	<b>število panjev, v katerih smo našli organizem</b>	<b>prisotnost</b>
fam. Lepismatidae	1	prisotni v širši okolici
fam. Dermastidae	2	škodljivec, ki ga pogosto najdemo v skladiščeni hrani
fam. Coccinellidae	3	prisotni v širši okolici
fam. Tenebrionidae	2	škodljivec, ki ga pogosto najdemo v skladiščeni hrani
fam. Rhyparochromidae	1	prisotni v širši okolici
fam. Pentatomidae	1	prisotni v širši okolici
fam. Stryphidae	1	prisotni v širši okolici
fam. Pyralidae	7	koevolucijski razvoj, ličinke samo v panjih
Neuroptera	2	prisotni v širši okolici
fam. Cicadellidae	1	prisotni v širši okolici

**Tabela 5:** Sistematska uvrstitev organizmov, pojavljanje vrst glede na tip panja in opredelitve številčnosti (pogosti > 10/panj, prisotni 5-10/panj, redki 1-5/panj), odnosov do čebele in vzrokov za pojavljanje posamezne vrste.

PANJ	sistematska uvrstitev organizmov	list. panj AŽ (5 kom)	nak. panj (2 kom)	drobir dveh propad. družin	št. pris. org. (org./panj)	interspec. odnos do čebel	vzroki za pojav.
cl. Arachnida							
o. Aranea	fam. Thomisidae		X		pogosti	pred., mut.	plen, hrana
	fam. Anyphaenidae		X		prisotni	pred., mut.	plen, hrana
	fam. Dysderidae		X		prisotni	pred., mut.	plen, hrana
o. Acarina	fam. Varroidae	X	X	X	pogosti	par.	biv., hrana, razm.
	<i>Varroa destructor</i>						
	fam. neznana vrsta	X			pogosti	/	/
cl. Insecta							
o. Hymenoptera (Aculeata)	fam. Formicidae	X			pogosti	pred., mut.	hrana
	subfam. Myrmicinae						
	<i>Monomorium pharaonis</i>						
	<i>Solenopsis fugar</i>	X			pogosti	pred., mut.	hrana
	subfam. Dolichoderinae	X	X		pogosti	pred., mut.	hrana
	<i>Dolichoderus quadripunctatus</i>						
	<i>Limetopum microcephalum</i>	X	X		pogosti	pred., mut.	hrana
	subfam. Formicinae	X	X	X	pogosti	pred., mut.	hrana, biv.
	<i>Prenolepis nitens</i>						
	fam. Vespidae	X			redki	pred.	hrana
<i>Vespula vulgaris</i>							

se nadaljuje

nadajevanje

PANJ	sistematska uvrstitev organizmov	list. panji AŽ (5 kom)	nak. panji (2 kom)	drobir dveh propad. družin	št. pris. org. (org/panj)	interspec. odnos do čebel	vzroki za pojav.
	fam. Apidae	X	X	X	pogosti	/	/
	<i>Apis mellifera carnica</i>						
o. Dermaptera	fam. Forficulidae	X			redki	det.	hrana, biv.
	<i>Forficula auricularia</i>						
o. Psocoptera	<i>Psocoptera</i>	X	X		pogosti	det.	hrana, biv.
o. Collembola	<i>Collembola</i>	X			redki	det.	hrana, biv.
o. Thysanura	fam. Lepismatidae	X			redki	det.	hrana, biv.
	fam. Dermastidae			X	pogosti	det.	hrana, biv.
	<i>Dermestes lardarius</i>						
o. Coleoptera	fam. Coccinellidae	X	X		prisotni	kom.	prezim.
	<i>Harmonia axyridis</i>						
	fam. Tenebrionidae			X	pogosti	det.	hrana, biv.
	<i>Tenebrio molitor</i>						
o. Heteroptera	fam. Rhyparochromidae		X		redki	kom.	prezim.
	<i>Rhyparochromus vulgaris</i>						
	fam. Pentatomidae		X		redki	kom.	prezim.
o. Diptera	subo. Brachycera	X			redki	pred.	hrana
	fam. Syrphidae (trepetavke)						
o. Lepidoptera (Heterocera)	fam. Pyralidae	X	X		pogosti	det.	hrana, biv., razmn.
	<i>Achroia grisella</i>						
	<i>Galleria mellonella</i>	X	X		pogosti	det.	hrana, biv., razmn.
o. Neuroptera	<i>Neuroptera sp.</i>		X		prisotni	kom.	prezim.
o. Auchenorr.	fam. Cicadellidae		X		redki	pred.	hrana
število taksonov		17	16	5			

Legenda: glava tabele: list. panj – listovni panji, nak. panji – nakladni panji, št. pris. org. – številčna prisotnost organizmov, interspec. – interspecifičen. Vsebina tabele: o. Auchenorr. – o. Auchenorrhyncha, cl. – razred, o. – red, fam. – družina, subo. – podred, sp. – vrsta.,

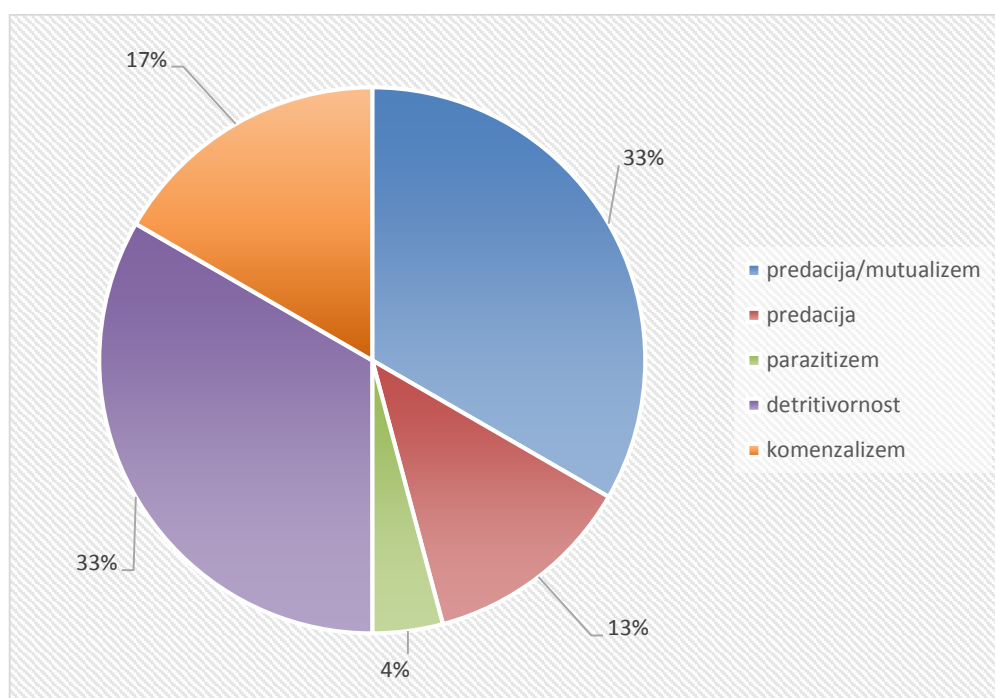
subfam. – poddružina, pred. – predator, mut. – mutualist, par. – parazit, det. – detritivor, kom. – komenzalizem, biv. – bivališče, prezim. – prezimovališče, razm. – razmnoževanje.

#### 4.2.1 Interspecifični odnosi najdenih organizmov do čebel in čebelje družine ter primerjava med dvema tipoma panjev

Najpogostejši odnosi, ki vladajo med gostujočimi organizmi v čebeljem bivališču in čebelami so kombinacija predacije in mutualizma (33,3% organizmov) ter detritivornost (33,3% organizmov). V prvo omenjeno skupino spadajo pajki in mravlje. Obe skupini organizmov izrabljata čebelji panj za iskanje hrane. Pajki plenijo čebele in druge organizme v panju in njegovi okolici. Število čebel, ki jih pajki ujamejo za zdravo močno družino ne predstavlja resne grožnje, s plenjenjem ostalih organizmov, kot so večče, ose, itd. pa lahko čebelam tudi koristijo. Na ta način kontrolirajo število čebeljih škodljivcev v bližini bivališča. Mravlje iz panjev odnašajo odpadlo varojo ter ostali drobir, ki se nalaga na podnici, redko pa uplenijo tudi čebelo. Med organizmi, ki smo jih našli v panjih so bili tudi komenzali. Ti organizmi čebelam ne povzročajo škode ali posebne koristi. To so organizmi, ki so si le začasno našli prostor v panju za prezimovanje. Manj pogosti pa so bili predatorji in paraziti.

**Tabela 6:** Deleži interspecifičnih odnosov med organizmi najdenimi v čebeljih panjih in čebelami.

Interspecifičen odnos do čebel	Število odnosov	Delež odnosa
predacija/mutualizem	8	33,33%
predacija	3	12,50%
parazitizem	1	4,17%
detritivornost	8	33,33%
komenzalizem	4	16,67%
skupaj odnosov	24	



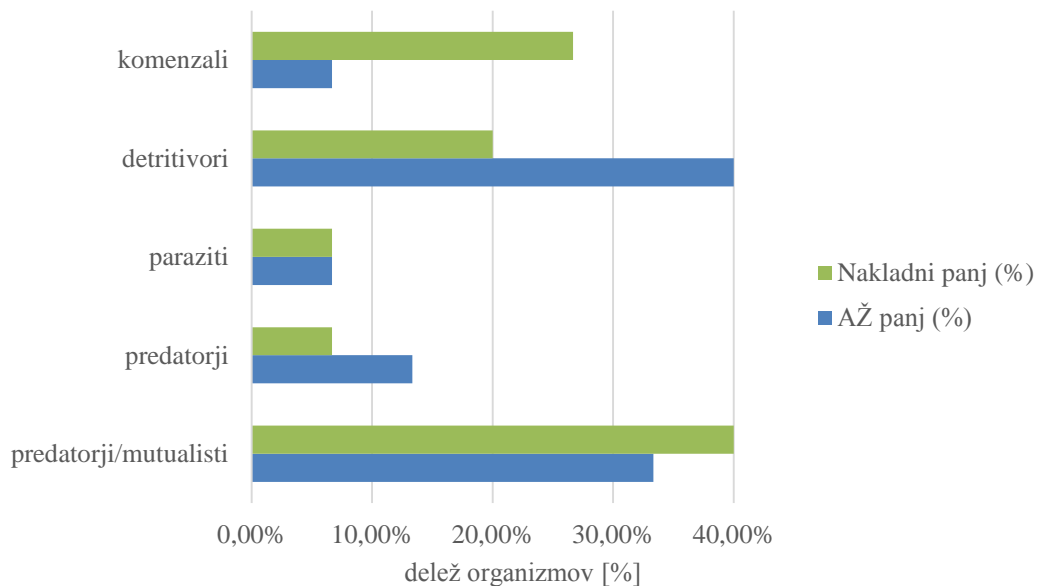
**Slika 7:** Deleži interspecifičnih odnosov med organizmi najdenimi v čebeljem panju in čebelami.

**Tabela 7:** Deleži interspecifičnih odnosov, primerjava med dvema tipoma panjev.

Interspecifičen odnos do čebel	AŽ panj	Nakladni panj	AŽ panj (%)	Nakladni panj (%)
predacija/mutualizem	5	6	33,33%	40,00%
predacija	2	1	13,33%	6,67%
parazitizem	1	1	6,67%	6,67%
detritivornost	6	3	40,00%	20,00%
komenzalizem	1	4	6,67%	26,67%
število odnosov	15	15		

V listovnih AŽ panjih in nakladnih panjih smo našli približno enako število vrst členonožcev (AŽ panji 17 taksonov, nakladni panji 16 taksonov), vendar pa se vrstna sestava in deleži interspecifičnih odnosov nekoliko razlikujejo. V obeh tipih panjev so prevladovali predatorji/mutualisti ter detritivori. Detritivorov je bilo v AŽ panjih več, kar je bilo za pričakovati, kajti ti organizmi so večinoma talni. Detritivori so lažje kolonizirali AŽ panje, ki so postavljeni malo nad tlemi, medtem ko so bili nakladni panji postavljeni pod drevesno krošnjo na 3m. V nakladnih panjih je bilo večje število komenzalov. Razlog je večja dostopnost nakladnih panjev, ki sta prosto stala pod krošnjo drevesa, med tem ko so AŽ panji postavljeni v čebelnjaku. Komenzali so izkoristili ugodne pogoje v nakladnem

panju za prezimovanje. Ker je bil nakladni panj postavljen nad tlemi so bila pozimi temperaturna nihanja manjša kot pri tleh. Ostale skupine se med panjema niso statistično razlikovale.



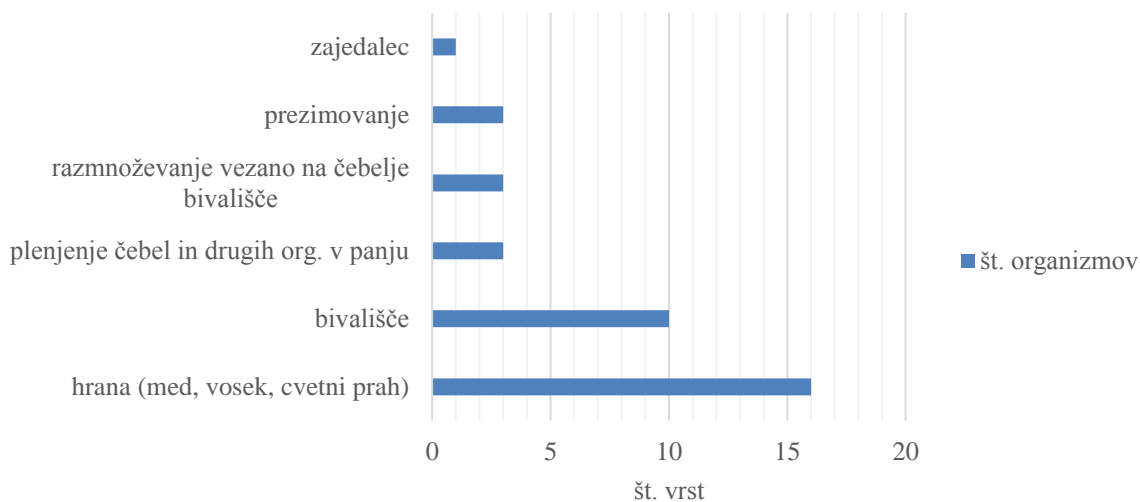
**Slika 8:** Deleži interspecifičnih odnosov, primerjava med dvema tipoma panjev.

#### 4.2.2 Vzroki za pojavljanje organizmov v čebeljih panjih

Najpogosteje organizmi v čebeljih bivališčih iščejo hrano, med, vosek, cvetni prah ter druge čebelje ostanke. Drugi najpogostejši vzrok pa je bivališče samo, ki zagotavlja ugodne razmere za preživetje. Te razmere so stabilna temperatura, vlaga, zaščita pred zunanjim okoljem, stalna tema, itd.

**Tabela 8:** Vzroki za pojavljanje gostujočih organizmov v čebeljih panjih

vzroki za pojavljanje org. v panju	št. organizmov
hrana (med, vosek, cvetni prah)	16
bivališče	10
plenjenje čebel in drugih org. v panju	3
razmnoževanje vezano na čebelje bivališče	3
prezimovanje	3
zajedalec	1



**Slika 9:** Vzroki za pojavljanje organizmov v čebeljih panjih.



### 4.2.3 Aranea (pajki)

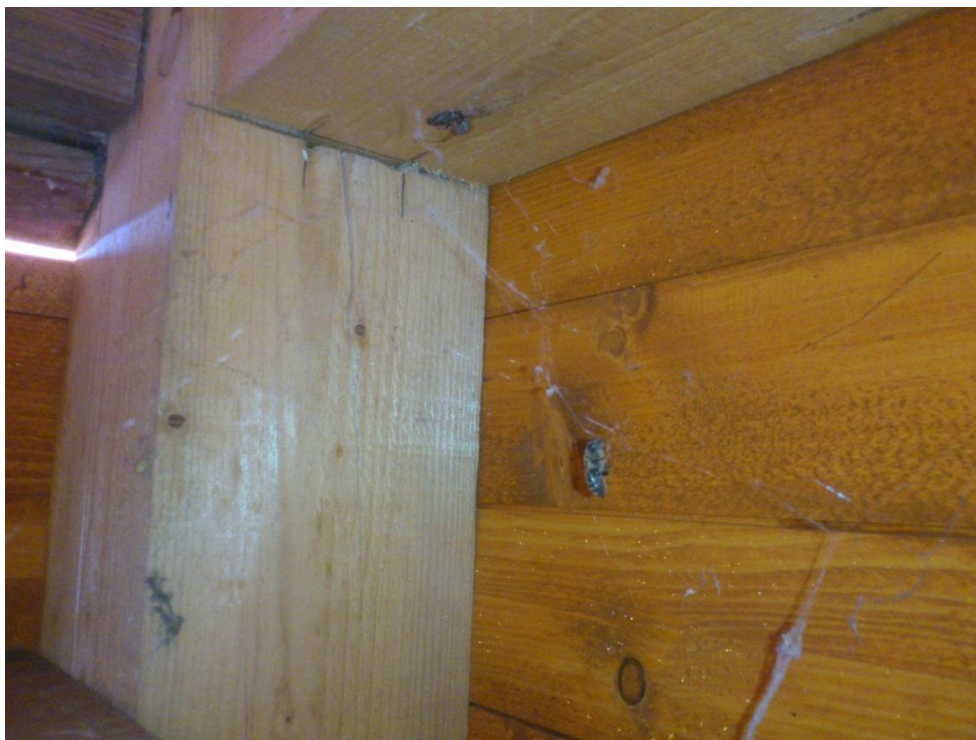
Pajke najdemo v vseh terestričnih ekosistemih razen Antarktike. So predatorji, ki se večinoma prehranjujejo z žuželkami (Guertsch, 1949; Foelix, 1982 povz. po Hamida, 1999). Večina pajkov je generalistov in niso specializirani za lovljenje le ene vrste plena. Med ostalimi žuželkami in organizmi so njihov plen tudi čebele. Trenutno je opisanih okoli 40.000 vrst pajkov v 108 družinah. Vendar pa obstaja veliko število še neopisanih vrst. Približna ocena velikosti redu je 80.000. Pajki so monofiletska skupina. Njihove skupne značilnosti so: telo deljeno na dva dela, cefalotoraks (prosoma) in abdomen (opistosoma); na glavi nimajo anten; namesto mandibul imajo helicere v katerih so strupne žleze; pedipalpe imajo samci prilagojene za shranjevanje sperme; indirekten prenos sperme; štiri pare nog; zunanjo prebavo in predilne bradavice. Najdemo jih v skoraj vseh terestričnih habitatih, kjer so prisotni tudi drugi členonožci, ki so njihov plen (povz. po Cushing, 2008).

Pajki svoj plen lovijo na različne načine. Nekateri aktivno iščejo svoj plen, drugi prežijo zakamuflirani na cvetovih. Prežijo na žuželke kot so muhe, čebele in hrošči. Večina pajkov plete lepljive mreže za leteče in plazeče organizme. Nekatero vrsto velikih pajkov družine Theridiidae so resni ali potencialni sovražniki čebel. Ti pajki pletejo nepravilne mreže na katerih visijo od zgoraj navzdol (Kaston, 1978 povz. po Hamida, 1999). Nekaj vrst rodu *Latrodectus* (črne vdove), ki so strupeni (Rayment, 1917; Botha, 1970; Smith, 1960 povz. po Hamida, 1999), so še posebej številčni blizu divjih družin in živijo pod panji, v ozkih prehodih med panji in v špranjah. Langstroth (po njemu se imenuje tip nakladnega panja, LR – Langstroth Rootov panj) je predvideval, da vsi pajki niso nujno škodljivi za čebele saj lahko pripomorejo družini pri obrambi pred voščenimi veščami (Root, 1966 povz. po Hamida, 1999). Kljub temu, da pajek občasno opleni čebelo, pleni tudi škodljivce čebel. Potencialni plen pajkov v okolici čebelnjaka so lahko vešče, ose, ščetinorepke, hrošči, muhe in ostale žuželke, ki jih tam najdemo.

Največ težav povzročajo čebelam pajki iz rodu *Aranaeus* (*Aranaeus quadratus*, *A. diadematus* in *A. marmoraesus*). Spadajo v družino Araneidea. Najbolj se namnožijo v sušnih letih (Toumanoff, 1939; Borchert, 1974 povz. po Hamida, 1999). Rakovičarji

(družina Thomisidae) so prav tako plenilci čebel. Te vrste pajkov prežijo na plen v zasedi in ne pletejo mrež (Hamida, 1999). Vendar pajki močnim družinam medonosne čebele ne predstavljajo resne grožnje.

Pajki smo našli v nakladnih panjih, v AŽ panjih pa jih nismo zasledili. Številni pa so bili na stenah in drugih površinah čebelnjaka ter v njegovi okolici. Pogosto pletejo mreže na pročelju panjev, kjer čebele izletavajo in so zato velikokrat tudi njihov plen. Vrste iz družine Thomisidae ne pletejo mrež ampak zakamuflirani na cvetovih, ki jih obiskujejo čebele in druge žuželke prežijo na svoj plen. Avstralska čebela *Austroplebia australis* je v svojem naravnem okolju razvila uspešno obrambo proti pajku rakovičarju *Thomisus spectabilis*. Avstralska čebela prepozna cvet na katerem preži pajek rakovičar, medtem ko *Apis mellifera*, ki je bila prenesena pred približno 200 leti v Avstralijo tega ni sposobna (Heiling in Herberstein, 2003). V srednji Evropi so pajki prisotni v vseh terestričnih ekosistemih, zato je njihova prisotnost v panjih in njihovi okolici pričakovana, vendar pa niso tako številni, da bi ogrožali čebelje družine, ki lahko na vrhuncu poletnega razvoja štejejo tudi do 60.000 osebkov. Pajki povzročajo več težav žuželkam, ki so solitarne (npr. čebele samotarke) ali pa živijo v manjših družinah (npr. čmrlji). V takšnih primerih lahko izguba nekaj osebkov pomeni večje posledice za družino. Poleg tega plen pajkov v panjih in njihovi okolici niso samo čebele ampak tudi druge žuželke, kot so hrošči, voščene vešče, ose in drugi organizmi. V tem pogledu bi lahko bili za čebeljo družino v večji meri koristni kot škodljivi.



**Slika 10:** Pajkova mreža v čebelnjaku in vanjo ujeti čebeli (Ivenčnik, 2013).

#### **4.2.4 Pseudoscorpiones (paščipalci)**

Pogosti organizmi, ki jih najdemo v čebeljih panjih, vendar jih pri našem iskanju nismo zasledili, so paščipalci. Kljub temu pa jih je vredno omeniti, ker so potencialno zelo koristni organizmi za samo čebeljo družino.

Red Pseudoscorpiones spada v razred Arachnida. Opisanih je okoli 3064 vrst v 434 rodovih in 24 družinah. So predatorji, ki imajo pomembno vlogo pri uravnavanju potencialno škodljivih insektov in pršic. Imajo 8 nog in velike pedipalpe, zaradi katerih močno spominjajo na škorpionjone. Paščipalci so v naravi pogosti organizmi vendar jih zaradi njihove velikosti težko opazimo. Ponavadi merijo v dolžino manj kot 5 mm, največji med njimi (*Garypus titanius* Beier) pa dosežejo dolžino tudi do 12 mm. Telesa imajo sploščena in ovalna. Večina ima 2 do 4 očesa lahko pa so tudi brez njih. Vloga paščipalcev v čebeljem bivališču še vedno ni dobro poznana. Prehranjujejo se z malimi in počasnimi členonožci kot so pršice, larve voščene vešče, skakači, larvami hroščev, prašnimi ušmi in

ostalimi drobnimi žuželkami. Mnoge izmed teh žuželk najdemo tudi v čebeljem panju. Paščipalcem v čebeljem bivališču uhajajo tudi mikroklimatske razmere, kot so relativno konstantna temperatura, visoka vlažnost in stalna tema. Najdemo jih tako v umetnih kot naravnih panjih. Zadržujejo se pod streho panja (LR - panj), notranjih stenah, razpokah, na podnici, najdemo pa jih tudi med satjem in na satovju. Paščipalci v panju ne motijo čebel, prav tako pa čebele njihova prisotnost ne vznemirja. Do interakcij med njimi prihaja le v času rojenja čebelje družine. Paščipalci zaznajo rojenje s čutilnimi dlačicami na palpih. Ko se družina roji se paščipalci oprimejo čebele za nogo. Čebele to vznemiri in se jih poskušajo otresti. Ena čebela lahko tako prenaša od 2 do 8 paščipalcev (povz. po Kassimatis, 2013).

Njihovo pomembno vlogo v čebeljem panju opisujeta tudi Kozinc in Višnar (2013). Opravila sta poskus, v katerem sta gojene paščipalce dodajala v testni panj, nato pa sta v njem opazoval odpad in napadenost čebelje družine z varjo. Po treh letih opazovanj sta ugotovila, da je testna družina še vedno živa in naravni odpad varje minimalen. Glede na dobre rezultate, bi bilo smiselno opraviti še obsežnejše raziskave na več testnih panjih. Takšno zatiranje varje je še posebej pomembno, ker gre za naravno biokontrolo škodljivca. Potencialno pa bi lahko s paščipalci zatirali tudi druge organizme, kot so trahealna pršica, *Tropilaelaps* in majhnega panjskega hrošča (Donovan in Paul, 2005).

#### **4.2.5 Acarina (pršice)**

Z medonosno čebelo je povezanih preko 100 vrst pršič. Od tega pa so tri vrste še posebej škodljive: *Varroa destructor* (Gamasida: Dermanyssoidea: Varroidae); pršica *Tropilaelaps*, *Tropilaelaps clareae* (Gamasida: Dermanyssoidea: Laelapidae); trahealna pršica, *Acarapis woodi* (Actinedida: Tarsonemoidea: Tarsonemidae) (Capinera, 2008a).

*Varroa destructor* je najpogostejši zajedavec čebel. Najdemo jo skoraj po celotni zemeljski obli kjer so prisotne čebele, razen v Avstraliji, Novi Zelandiji in Havajih. Bolezni rečemo varoza. Varoja se hrani z hemolimfo čebel. Najraje zajeda mlade čebele, stare čebele pa samicam služijo za transport. *Varroa destructor* je kompleks najmanj petih vrst pršic (Capinera, 2008a). Prve varoje na evropski medonosni čebeli so našli okoli leta 1952 v takratni Sovjetski zvezi. Pršica se je od takrat širila ekstremno hitro. Kmalu za tem so jo

našli tudi na Japonskem, Kitajskem, Pakistanu. V vzhodni Evropi pa naj bi se pojavila v 60. letih. Pršica se v 70. letih pojavila tudi v zahodni Evropi in v južni Ameriki. V poznih 80. letih pa je osvojila ZDA.

*Varroa destructor* najbolj ogroža medonosno čebelo (*Apis mellifera*), ker ta skozi evlucijski razvoj ni bila prilagojena nanjo. *V. destructor* je tujerodna invazivna vrsta in je bila prinesena na območje habitata *A. mellifera*. *Apis cerana*, ki pa je njen naravni gostitelj, je skozi evlucijski razvoj razvila uspešne obrambne mehanizme proti njej, zato ji ne povzroča resne škode.

Varoja je bila prisotna v vseh pregledanih vzorcih. Pršica tudi na splošno na celotnem področju Slovenije predstavlja resno grožnjo za čebelarstvo. Čebelarji in veterinarska stroka se vsako leto znova spopada z zatiranjem. Na voljo je več metod zatiranja, ki so bolj ali manj prijazne čebelam. Vse bolj se uporabljajo organske kisline (mlečna, mravljinčna in oksalna) ter timol, ki so čebelam prijazne snovi in jim s pravilno uporabo ne škodujejo. Manj priporočljivi pa so sintetični akaricidi kot so organofosfat kumafos, piretroida tau-fluvalinat in flumetrin ter formamid amitraza. Neprimerni so zato ker se kopičijo v čebeljih pridelkih in na daljši rok škodujejo tako čebelam kot uporabnikom čebeljih pridelkov.

#### **4.2.6 Collembola (skakači)**

Skupaj z redovoma Diplura in Protura spadajo v razred Entognatha. Opisanih je okoli 8000 vrst v 29 družinah. Red Collembola sestavljata dva podredova, Arthropleona (podolgovati) in Symphypleona (kroglasti). Veliki so med 0,2-17 mm. Večina je manjših od 5 mm. Poznanih je veliko različnih telesnih oblik. So heksapodi, ki so vedno brez kril. Abdomen je sestavljen iz 5-6 segmentov. Na glavi imajo kratke ali srednje dolge antene iz 4-6 členov in sestavljene oči. Ustni aparat je namenjen grizenju. Večina ima skakalni aparat (furka) na 4. abdominalnem segmentu. Na mestu ga drži zapahu podobna struktura na 3. abdominalnem segmentu. Ko se zapah sprosti, organizem katapultira tudi do 10 cm daleč. Ventralno imajo na prvem abdominalnem segmentu nameščeno strukturo podobno cevki (ang. callophore). Cevka ima različne funkcije, kot so absorbcija in ekskrecija vode,

oprijem gladkih površin. Skakači nimajo metamorfoze (ametabolija<sup>2</sup>). Imajo 6-8 levitev. Organizem je spolno odrasel po petih levitvah. Najstarejši znani fosili so stari okoli 400 milijonov let iz obdobja Devona. Red Collembola je eden izmed najbolj razširjenih in številčnih redov med terestričnimi členonožci. Najdemo jih skoraj v vseh habitatih, tudi na Antarktiki kjer so členonožci zelo redki. Ni pa jih na odprtih delih oceanov in velikih jezer. Najdemo jih v morskih in celinskih vodah, do 20 m globine, v gnezdih ptic, sesalcev, mravelj in termitov, listnem odpadku, na rastlinah, v nevstonu<sup>3</sup>, jamah ter ledenih površinah ali ledenikih. So zelo pomemben del organizmov, ki sodelujejo pri dekompoziciji organskega materiala. Med njimi je zelo malo škodljivcev. Večinoma se prehranjujejo z glivami, bakterijami, lišaji, cvetnim prahom, mrtvimi živalmi, nekaj pa je tudi rastlinojedih in karnivornih. Najpomembnejši limitirajoči faktor njihovega razvoja je vlaga (povz po Christiansen et al., 2009). Pogosti so v vlažnih okoljih, med katere spada tudi čebelje gnezdo.

Skakače smo našli v dveh AŽ panjih, vendar niso bili številčni, zato v našem primeru težko govorimo o tesnejši povezanosti z medonosno čebelo. Odnos je najbližje mutualističnemu. Skakači v panju najdejo primerno mikroklimo in hrano (cvetni prah, med) za razvoj, poleg tega pa lahko namesto čebele odstranjujejo drobir in opravljajo vlogo čiščenja panja. Podobno kot prašne uši, s tem potencialno preprečujejo razvoj bakterijskih in virusnih bolezni. Če bi želeli ugotoviti podrobnejše interakcije med njimi in čebelami, bi bilo potrebno opraviti dodatne raziskave v tej smeri.

---

<sup>2</sup> iz jajčeca se izležejo odraslim osebkom podobne ličinke

<sup>3</sup> meja med vodo in atmosfero

#### 4.2.7 Thysanura (ščetinorepke)

Ščetinorepke so dorzo-ventralno sploščeni organizmi. Poznamo okoli 400 vrst in 5 družin. So brez krilate žuželke. Velike od 2 do 20 mm. Na zadku so trije cerki. Mediani cerk je nekoliko daljši od lateralnih. So belkaste, sive ali rjavkaste barve. Telo je mehko, lahko ga pokrivajo luske. Antene so različno dolge. Oči in ocelli so lahko reducirani ali pa manjkajo. Nimajo zunanje metamorfoze. Po zunanjem izgledu se odrasli osebki ne razlikujejo od nezrelih osebkov, razen v velikosti. Imajo veliko število levitev, od 20 do 70. Živijo od 1 do 4 let. Najdemo jih pod lubjem in v podzemeljskih skrivališčih (živalska zatočišča, jame, mravljišča, termitnjaki). Razmnožujejo se lahko partenogenesko. Za življenje potrebujejo visoko vlago. Prehranjujejo se z rastlinsko hrano (povz. po Capinera, 2008b). Pogosto jih najdemo tudi v človeških zgradbah kot so kleti in podstrešja. Rettenmeyer (1963) jih opisuje kot simbionte v mravljiščih ognjenih mravelj (ang. fire ants). V mravljišču najdejo hrano, hkrati pa nudijo pomoč mravljam pri čiščenju njihovih teles in gnezda. So zelo hitre žuželke, ki so aktivne predvsem ponoči, ko iščejo hrano. Ščetinorepke so mrhovinarji in obžiralci. Hranijo se z različno hrano, med katero prednjačijo alge, lišaji in rastlinski škrob (Meyer, 2009a). Našli smo jih v panju AŽ 5. Skrite so bile v špranjah okovja zadnjih vrat. Za ščetinorepke je čebelji panj ugodno bivališče, zaradi visoke vlage, stalne teme ter hrane, ki jim je na razpolago. S čebelami so v podobnem odnosu kot ostale drobnorazmnoževalke.



**Slika 11:** Ščetinorepka (*Thysanura*) na zadnjih vratih listovnega panja (Ivenčnik, 2013).

#### 4.2.8 Dermaptera (strigalice)

Dermaptera je majhen red hemimetabolnih<sup>4</sup> žuželk, ki jih najlažje prepoznamo po cerkih na zadku, ki spominjajo na kleščce. Med njimi je tudi nekaj zajedalskih dermapterov, ki teh cerkov nimajo. Krilati imajo kratka tegmina, ki nepopolno prekrivajo zadnja krila. So tigmotaktični<sup>5</sup>, nokturnalni<sup>6</sup>, subsocialni<sup>7</sup> organizmi. Ime dermaptera je sestavljeno iz besed derma (koža) in ptera (krila). Samica zaleže, skrbi in brani jajca ter mlade nimfe. So predstavniki orthopteroidov in so v tesnem sestrskem odnosu z Dictyoptera in sorodni z Grylloblattodea. Poznamo tri podredove in približno 1500 vrst (Capinera, 2008c). Večina vrst spada v podred Forficulina. Hemimerina in Arixinina so majhni skupini viviparnih ektoparazitov. Hemimerina obsega okoli 10 vrst, ki so slepe, brez kril in živijo na gigantskih podganah v tropski Afriki. Te vrste imajo majhne cerke. Arixenina pa obsega okoli 5 vrst, ki živijo na netopirjih v jugovzhodni Aziji. So skoraj slepi, brez kril in imajo

---

<sup>4</sup> nepopolna preobrazba – ličinka podobna odrasli živali, se levi in postaja vse bolj podobna odrasli živali

<sup>5</sup> organizem, ki se stisne v špranje in razpoke zaradi želje po ozkih prostorih

<sup>6</sup> organizmi aktivni ponoči

<sup>7</sup> organizmi, ki imajo omejeno skrb za zarod



ravne cerke. Skupino Dermaptera je poimenoval DeGeer leta 1773, vendar je ime uporabil za vse orthopteroide. Leta 1815 pa je Kirby uporabil ime v istem smislu kot ga poznamo še danes. Najstarejše primerke poznamo in obdobja Jure iz pred približno 208 milijonov let. So podolgovati in vitki insekti. Veliki so od 4 do 80 mm, črne ali rjave barve. Ustni aparat je grizalo. Antene so dolge, sestavljene iz 6-15 segmentov (Capinera, 2008c). Imajo sestavljeno oko in so brez ocelov. Od hroščev jih ločimo po abdominalnih cerkih, ki so podobni kleščam. Uporabljajo jih za lovljenje plena, obrambo, bojevanje, za pomoč pri kopulaciji in zlaganju zadnjih kril. S pomočjo cerkov lahko določimo nekatere vrste, spol in starost osebkov. Imajo dva para kril. V odraslem stanju so lahko krila tudi odsotna. Večina ima kratka modificirana prednja krila (tegmina), ki prekrivajo zadnja funkcionalna krila. Zadnja krila so ovalna, vene pa izhajajo radialno iz centra kril. Noge so kratke in ne specializirane (povz. po Rankin in Palmer, 2009). Pred sončno svetlobo se skrivajo v tleh, listnem odpadku, pod lubjem in v drugih vlažnih skrivališčih. Večinoma so omnivori. Nekaj predstavnikov je predatorjev in ektoparazitov na vretenčarjih (Capinera, 2008c).

Evropska strigalica *Forficula auricularia* L. spada v skupino žuželk, ki jih pogosto najdemo v čebeljih panjih. Strigalice so polifagne živali, ki se prehranjujejo z rastlinsko in živalsko hrano. V čebeljem panju in njegovi okolici plenijo različne male členonožce, ki živijo v tem okolju. Prehranjujejo se tudi z mrtvimi čebelami, ostanki hrane in ostalimi čebeljimi produkti (izkopanec, med, cvetni prah). Ponavadi so nočno aktivne živali. Najdemo jih v panjih, smukalnikih cvetnega prahu in v okolici čebelnjaka, kjer iščejo hrano. Podnevi se zatečejo v razpoke pod naletno letev, v smukalnik, pod streho nakladnega panja in druge špranje. Velikokrat jih najdemo na zapuščenem satovju. Večkratne raziskave entomofavne čebeljih panjev so pokazale, da so strigalice konstantni prebivalci tega habitata (povz. po Chmielewski, 2009). Po raziskavah Chmielewski (2009) lahko imajo strigalice tudi pomembno vlogo pri prenašanju foretičnih<sup>8</sup> pršic med panji.

Strigalice smo našli zgolj v panju AŽ 2. Vzrok, da nismo strigalice našli tudi v ostalih panjih je verjetno ta, da so aktivne ponoči, mi pa smo preglede opravljali v dopoldanskem in popoldanskem času. Ker so tigmotaktične živali jih tudi težje opazimo, ker se hitro

---

<sup>8</sup> žival, ki izkorišča drugo žival izključno za transport (npr. pršice na žuželkah)

skrijejo v špranje in razpoke v panju. Odnos med njimi in čebelami je mutualističen. Panj je za strigalice ugodno bivališče s primerno mikroklimo in hrano, po drugi strani pa z odstranjevanjem mrtvih čebel in ostalega drobirja skrbijo za čistočo panja. Strigalice lahko prenašajo tudi foretične pršice med panji, ki jih obiskujejo. Najpogostejše pršice, ki jih prenašajo so iz družine Anoetoidea (*Histiostoma polypori*, *H. feroniarum*) in Acaroidea (*Acarus farris*, *Rhizoglyphus echinopus*, *Caloglyphus berlesei*). Tako lahko posamezna strigalica na sebi prenaša od 1 do 100 pršic (Chmielewski, 2009).

#### 4.2.9 Psocoptera (prašna uš)

Psocoptera je majhen red neopternih<sup>9</sup>, eksopterigotnih<sup>10</sup> insektov, ki jih najdemo v različnih ekosistemih. Poznamo okoli 4408 vrst, 41 družin in 371 rodov (Lienhard in Smithers, 2002). Njihovi najbližji sorodniki so Phthiraptera (prave uši) s katerimi delijo nekaj morfoloških lastnosti. Ta dva redova nekateri skupaj uvrščajo v superred Psocodea. Odrasli so veliki od 1 – 10 mm. Red Psocoptera sestavljajo trije podredovi, Trogiomorpha, Troctomorpha in Psocomorpha. Večina odraslih osebkov je krilatih. Prednja krila so daljša in imajo bolj kompleksno ožilje kot zadnja krila. Prednja krila v mirovanju pokrivajo celoten abdomen in gledajo čez konico abdomna. Antene so dolge in vitke, pri večjih osebkih so lahko celo daljše od telesa. Na okrogli glavi so sestavljene oči. Ustni aparat je namenjen grizenju in ima velike dobro razvite mandibule. Abdomen je sestavljen iz 11 segmentov. Njihova bivališča so drevesa, grmičevje, listni odpad, skale, ptičja gnezda, gnezda sesalcev, na zeliščih, travah, v jamah in nekatere tudi na mahu. Nekaj vrst je vezanih tudi na človeška bivališča (povz. po Mockford, 2009). Najstarejši fosili so bili najdeni iz obdobja Perma (Kansas, Rusija in Avstralija) in Jure (Nemčija, Rusija). Vendar so primerki iz teh dveh obdobji še precej drugačni od recentnih vrst. Primerki, ki pa so nedvomno v sorodu z današnjimi, pa izhajajo iz obdobja Krede (Baz, 2008).

Prašne uši so herbivori ali detritivori, ki se hranijo z mikrofloro in organskim drobirjem na površini vegetacije in drugih substratih. Njihova glavna prehrana so alge iz rodu *Pleurococcus*, lišaji in spore gliv. Večkrat pa najdemo v njihovem prebavnem traku tudi

---

<sup>9</sup> neopterne žuželke – zložijo krila preko abdomna, to jim omogočajo posebne strukture na bazi kril

<sup>10</sup> eksopterigotne žuželke imajo zunanji razvoj kril, nimajo stadija pupe oz. metamorfoze. Iz jajc se zvalijo nimfe.

cvetni prah, detrit (odmrle rastline) in delce členonožcev (dekompozicija mrtvih členonožcev). Nekateri so lahko tudi delni predatorji, ki plenijo jajca žuželk. Pogosto jih najdemo v bivališčih sesalcev in gnezdih ptic. V talnih bivališčih sesalcev naseljujejo predvsem listni odpad oz. steljo, drevesne vrste pa najdemo na lubju. Prašne uši velikokrat naseljujejo ptičja gnezda, kjer imajo ugodne pogoje za razvoj. Odnos med prašnimi ušmi in pticami v gnezdu ni parazitski, ker se prašne uši prehranjujejo na mikroflori, ki raste v ptičjem gnezdu. Večina vrst, ki jih najdemo v ptičjih gnezdih je brezkrilih (apterigotni) ali pa imajo zelo mala reducirana krila (mikropterigotni). Te vrste spadajo v družine Trogiidae, Liposcelididae in Ectopsocidae. Manj pogosto naseljujejo gnezda žuželk. Vrste *Liposcelis formicaria* in *Liposcelis myrmecophila* najdemo v gnezdih mravelj in *Lachesilla pedicularia* v osjih gnezdih rodu *Polistes*. Številne vrste najdemo tudi v bivališčih medonosne čebele (povz. po Baz, 2008).

Čebelje gnezdo je ugoden prostor za razvoj prašnih uši. Nudi jim primerno mikroklimo, razmeroma visoko temperaturo (32-36 °C na mestu zalege) in vlago (60 %), ter hrano (cvetni prah ter drugi čebelji ostanki). Prašne uši smo našli v več kot polovici opazovanih panjev, tako v AŽ panjih kot v nakladnih panjih. Svoje bivališče so našle med drobirjem na podnicah. Odnos med čebelami in prašnimi ušmi je mutualističen. Prašne uši v panju najdejo vse potrebno za ugoden razvoj in življenje, s tem pa ne škodujejo čebelam. Prašne uši so drobne in lahko pridejo tudi v najožje špranje v panju. Iz špranj odstranjujejo drobir s katerim se hranijo in na ta način opravljajo čistilno delo namesto čebel, za katere so ozke špranje nedostopne. Drobir, ki se nalaga na dnu lahko predstavlja za čebele vir bolezni, prašne uši pa z odstranjevanjem drobirja preprečujejo njihov razvoj. V panju delujejo kot detritivori, ki razkrajajo organske odpadke čebel.

#### **4.2.10 Heteroptera (stenice)**

Podred Heteroptera je ena izmed najbolj bogatih in biološko raznolikih skupin med žuželkami, ki imajo nepopolno metamorfozo. Prvi par kril je razdeljen na dve področji. Bazalni del je otrdel in neprosojen, apikalni del pa je mehka membrana. So diurnalne<sup>11</sup> žuželke, ki se večinoma prehranjujejo z rastlinsko hrano (60 %), ostali pa so predatorji in

---

<sup>11</sup> dnevne živali

ektoparaziti (40 %) (Brambila in Hodges, 2008). Imajo dobro razvite oči in krila. Od ostalih hemipterov se ločijo po krilih, ustnem aparatu (kljunec), skutelumu in smradilnih žlezah. Ustni aparat je namenjen zbadanju in sesanju. Smradilne žleze uporabljajo predvsem za obrambo pred plenilci. Heteroptera je majhna monofiletska skupina s približno 37.000 opisanimi vrstami in z najmanj 25.000 vrstami, ki jih je potrebno še opisati. Skupino sestavlja 88 družin, vendar se ta številka zaradi sprememb pri klasifikaciji venomer spreminja (povz. po Brambila in Hodges, 2008). Terestrične vrste so velikokrat povezane z rastlinami. Prehranjujejo se z vaskularnim rastlinskim tkivom in semeni. Druge vrste živijo kot mrhovinarji v prsti, podzemnih votlinah in mravljiščih. Lahko pa so predatorji majhnih členonožcev. Znane so tudi vrste, ki se prehranjujejo s krvjo vretenčarjev (Meyer, 2009b).

Za izolacijo nakladnih panjev smo našli dva predstavnika heteropterov, *Rhyparochromus vulgaris* v panju D2 in *Pentatomidae sp.* v D1. Prisotni so bili pozno jeseni, ko so se temperature v okolici znižale in je začelo primanjkovati hrane. Špranje med izolacijo in panjem so jim nudile primerno prezimovališče. Panj izkoriščajo na podoben način kot harlekinska polonica.

#### **4.2.11 Auchenorrhyncha (škržati in škržatki)**

Spadajo v red Hemiptera. Opisanih je okoli 40.000 vrst. Podred sestavljajo štiri superdružine (Cercopoidea, Cicadoidea, Membracoidea in Fulgoroidea). Od ostalih hemipterov jih ločimo po rostromu (ustni aparat), timbanalnem organu (organ za proizvodnjo zvoka) in načinu spenjanja kril. Najdemo jih v skoraj vseh terestričnih habitatih razen Antarktiki. Najbolj raznoliki in raznovrstni pa so v tropih. Nekatere vrste so pomembni škodljivci v kmetijstvu. Odrasli osebki in nimfe se hranijo tako, da s parom stiletov (modificirane mandibule in maksile) prebodejo gostiteljsko rastlinsko tkivo in vanj vbrizgajo slino. Imajo dva tipa sline. Prvi tip sline se ob kontaktu z zrakom strdi in služi kot nekakšno tesnilo okoli stileta. To prepreči iztekanje tekočine med hranjenjem. Drugi tip sline pa vbrizgajo v rastlinsko tkivo in služi za lažjo prebavo in prepreči zamašitev prebodenega mesta. S slino lahko prenašajo tudi patogene na rastline. Med hranjenjem se skozi anus izločajo kapljice tekočine. Rastlinski sok je hranilno zelo raznolik. Floem

vsebuje veliko sladkorja, ksilem pa je hranilno reven. Zato imajo prilagoditve s katerimi izboljšajo hranilno vrednost rastlinskih sokov z odstranjevanjem viška vode s pomočjo filtra v srednjem črevesu (povz. po Dietrich, 2009).

V panju D1 smo našli samo en osebek škržata. Iz tega lahko sklepamo, da se je tam znašel po naključju. Tesnejše povezave med njimi in čebelami niso znane.

#### **4.2.12 Vespidae (ose)**

Z besedo osa v entomološkem smislu mislimo vse Apocrite brez mravelj in čebel. Pri populistični uporabi pa je osa socialni organizem iz družine Vespidae, še posebej rodovi *Vespula*, *Dolichovespula* in *Vespa*. Skupina ose obsega ogromno število parazitskih vrst *Ichneumonidae*, *Braconidae*, *Chalcidoidea* in druge družine, zraven štejemo tudi solitarne ali lovske ose *Sphecidae*, *Pompilidae*, *Eumeninae*, *Scoliidae*, *Mutillidae* in številne druge. Te skupine številčno močno presegajo socialne vrste, vendar pa so socialne vrste pomemben element in imajo močan vpliv v številnih ekosistemih. Ose s socialno organizacijo izvirajo iz pozne krede približno 65 milijonov let nazaj, še več pa je bilo najdenih iz obdobja terciarja. Poznamo okoli 900 vrst socialnih os, ki spadajo v tri poddružine. *Stenogastrinae* (50 vrst v 7 rodovih), *Polistinae* (800 vrst v 26 rodovih) in *Vespinae* (60 vrst v 4 rodovih). Predstavnik rodu *Vespa*, pravi sršeni, najdemo v zmernotoplem in tropskem pasu na območju Evrazije in S Afrike. Poznamo približno 23 vrst. So največji predstavniki med osami in največji insekti z želom. Rod *Vespula* (prave ose) najdemo na S hemisferi. Poznamo približno 22 vrst, ki jih najdemo na območju od Arktike do SZ Afrike, Indije in osrednje Amerike (povz. po Schmidt, 2009).

Hrana, ki jo najpogosteje nabirajo ose, je tekočina bogata s sladkorji in živalskimi beljakovinami. Večino živalskih beljakovin pridobijo s plenjenjem muh in ostalih večjih insektov (Free, 1970). Sršene in ose pogosto najdemo v bližini čebeljih družin. Sršeni (*Vespa crabro*) povzročajo največ težav s plenjenjem pašnih čebel in plenjenjem pred vhodom v čebelje gnezdo.

Navadne ose se prehranjujejo z mrtvimi in umirajočimi čebelami pred panjem ter ropajo med iz šibkih družin (Dewey, 2000). Plenjenje in ropanje panjev lahko predstavlja resen

ekonomski problem v nekaterih regijah (Hamida, 1999). Ose so karnivorni predatorji, ki hranijo svojo zalego s proteini živalskega izvora (žuželke, sveže in pokvarjeno meso, ribe), medtem ko se odrasli osebki prehranjujejo z ogljikovimi hidrati (nektar, medicina, zrelo sadje). V čebeljem gnezdu ose najdejo vir živalskih proteinov (čebele in larve) in ogljikovih hidratov (nektar in med) (Bacandritsos et al., 2006). Največ težav povzročajo ose čebelam v poznopoletnem in jesenskem času, ko v naravi primanjkuje medene paše in drugih virov hrane, prav v tem času (avgust) pa so ose na vrhuncu razvoja. Ker se dnevi krajšajo in temperature nižajo, v okolju počasi začne primanjkovati hrane. Takrat postanejo ose največja nadloga za čebele. Močne čebelje družine se brez težav branijo pred vsiljivci, malim in šibkim družinam pa povzročajo s plenjenjem medu več težav. Nekatere azijske vrste sršenov, kot je *Vespa mandarinia* (azijski sršen) lahko vdrejo v panj in uničijo vse čebele, ličinke ter bube (Fuchs in Tautz, 2011).

Največ os vrste *Vespula vulgaris* (navadna osa) smo opazili v okolici čebeljih panjev v septembru in oktobru. Takrat so se temperature v okolici znižale zato so se čebele strnile v gručo. Vhod v panj je ostal nezavarovan in ose so imele prost vhod do hrane v panjih. Nekaj poginulih os se je znašlo tudi med drobirjem. Te so najverjetneje zašle pod mrežo podnice in iz nje niso našle izhoda. Poginule ose so mravlje počasi razkrojile, ostal je le eksoskelet (kutikula). Navadne ose pobirajo tudi mrtve in oslabele čebele na bradi panjev in odmirajoče trote. V okolici panjev so bili prisotni tudi sršeni vrste *Vespa crabro*, ki so plenili pašne čebele. Sršeni so pomembni škodljivci čebel. Čebele plenijo na polju v naravi in pred vhodi v panj (Gregorc, 2008).

#### **4.2.13 Formicidae (mravlje)**

Poznamo 20 poddružin in 288 rodov mravelj. Do sedaj je opisanih okoli 9.000-10.000 vrst, skupno število vrst pa je ocenjeno na okoli 15.000. Prvi fosili mravelj so znani iz obdobja Krede, stari okoli 120 milijonov let. Fosile mravelj, ki so podobni današnjim, pa poznamo iz obdobja Eocena, stare približno 45 milijonov let (Franks, 2009). Kljub velikosti, so mravlje zaradi svoje številčnosti in prilagoditev eden izmed najbolj osupljivih plenilcev med nevretenčarji terestričnih ekosistemov (De Jong, 1990; povz. po Hamida, 1999). Mravlje imajo pomembno funkcionalno vlogo v ekosistemih. Pomembne so pri kroženju

hranil in biotskih interakcijah (Oliveira et al., 2012). Njihova skupna biomasa je približno enaka skupni biomasi ljudi (Franks, 2009). Vzroki za uspeh so predvsem delitev dela in prilagajanje okolja svojim potrebam z gradnjo bivališč. Navzoče so v skoraj vseh terestričnih ekosistemih in so pogosto gradniki in ključna vrsta (ang. keystone species) ekosistemov. Obstaja tudi nekaj dokazov, da imajo mravlje pomembno vlogo pri uravnavanju populacijske dinamike rastlin, spreminjanju strukture združb členonožcev nad in v tleh in moduliranju procesov v ekosistemih (Zelikova et al., 2011). Zanimiva je tudi interakcija med mravljami in listnimi ušmi (Aphidoidea). Mravlje ližejo s sladkorji bogato mano, ki jo zaradi presežkov listne uši izločajo, v zameno pa jih branijo pred plenilci in jih včasih načrtno prenašajo na primernejše rastline. Najboljši dokaz ekološke uspešnosti mravelj je, da so njihovi največji sovražniki druge mravlje (Franks, 2009). Tekoči ogljikovi hidrati so glavna hrana mravelj, to so mana, rastlinski nektar in izločki gosonic metuljev iz družine Lycaenidae (Nicolson et al., 2007).

Mravlje so redni obiskovalci čebeljih panjev, večkrat pa si v njihovi bližini zgradijo tudi gnezda. Primeren prostor za gradnjo gnezd najdejo v špranjah med panji. Tam izkoriščajo ugodno temperaturo in vlago (Hamida, 1999). Mravlje velikokrat najdemo v okolju kjer so prisotne sladke snovi, kot so med, sladkor in sokovi. Močnim čebeljim družinam ne predstavljajo resne grožnje. V panjih mravlje koristijo drobir, med katerim so mrtve in umirajoče čebele, voščeni pokrovci, cvetni prah, kristaliziran med in drugi organizmi, redko pa kradejo med in čebeljo zalego. Z odnašanjem drobirja iz panja opravljajo pomembno vlogo čiščenja in odstranjevanja mrtvih in umirajočih čebel iz panja. S tem zmanjšujejo možnost razvoja potencialnih bolezni (Hamida, 1999). Iz panja odnašajo tudi odpadle pršice, zato moramo pri ocenjevanju velikosti populacije *Varroa destructor* s preštevanjem naravnega odpada, upoštevati tudi napako, ki nastane zaradi mravelj (Dainat et al., 2011). Mravlje pa z odnašanjem živih varoj tudi preprečijo, da bi ponovno prišle na čabelo in v zalego. Zato so mravlje potencialno lahko tudi koristne za čebele.

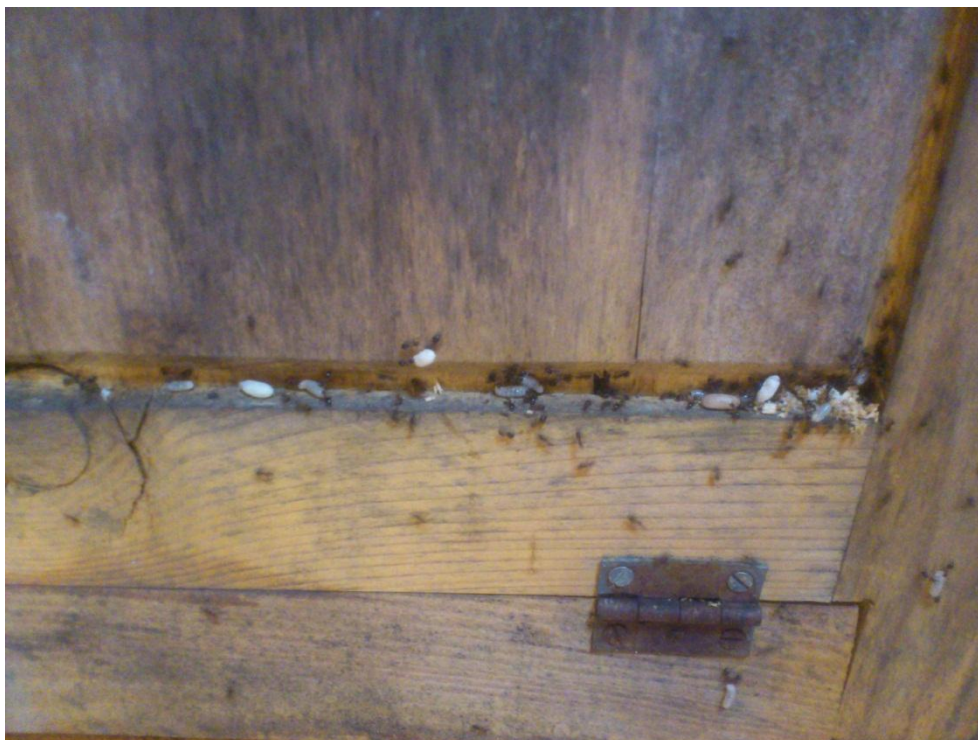
Poznamo tudi nekaj vrst mravelj iz družin Dorylinae in Ecitoninae, med katerimi so vojaške mravlje, ki so sposobne uničiti celoten čebelnjak v nekaj urah. To so predatorji odraslih čebel, larv in jajčec. Večina ostalih vrst mravelj ni tako škodljivih ampak le vznemirjajo družino z ropanjem medu (*Formica rufa*, *Formica sanguinea*, *Formica fusca*,

*Lasius niger*) ali cvetnega pragu (*Crematogaster jherinji*) (Santis in De Regalia, 1978 po Hamida, 1999). Nekatere vrste mravelj uničujejo lesena stojišča in panje (Burril, 1926 po Hamida, 1999).

Mravlje se branijo pred napadalci z grizenjem in izločanjem mravljinčne kisline ter feromonov. Poznamo tudi organizme, ki to lastnost mravelj s pridom izkoriščajo za obrambo pred paraziti. Takšen odnos obstaja med mravljami in pticami. Izločanje mravljinčne kisline in feromonov pri obrambi mravelj pripomore k zatiranju zunanjih parazitov na koži pod perjem, k večji seksualni stimulaciji ptic, povečuje izločanje slin za čiščenje perja ter spodbuja rast novega perja (Potter in Hauser, 1974). Mravljinčna kislina se vse pogosteje uporablja tudi v čebelarstvu za zatiranje varoje, zato bi bilo smiselno preveriti ali obstaja podobna interakcija tudi med mravljami in čebelami. Bricman (2008) je ugotovila, da se čebele ob stiku z mravljo vedejo podobno kot ob stiku z 10 % ali 20 % mravljinčno kislino. Iz tega je sklepala, da mravlja ob kontaktu s čebelo izloči mravljinčno kislino. Pri čebelah mravljinčna kislina poleg varoje uničuje vse stadije voščene vešče, zatira spore poapnele zalege (*Ascospora apis*), trahealno pršico (*Acarapis woodi*) in preprečuje nose mavost (Rihar, 1999).

Mravlje smo našli v vseh uporabljenih panjih. Določili smo jih 5 vrst: *Monomorium pharaonis*, *Solenopsis fugax*, *Dolichoderus quadripunctatus*, *Limetopum microcephalum* in *Prenolepis nitens*. Te vrste mravelj naseljujejo tudi širšo okolico čebelnjaka. Panj jim služi kot dokaj enostaven vir hrane, hkrati pa med panji gradijo tudi gnezda. Jeseni jih v panje privablja razlit sladkor pri krmljenju čebel s sladkorno raztopino. Mravlje so bile pogost obiskovalec panjev, vendar ni bilo zaznati, da bi povzročale čebelam večje nevšečnosti. Največ težav je povzročala vrsta *Prenolepis nitens* iz družine Formicinae, ki je v špranjah med AŽ panji gradila mravljišča. Mravlje so se nahajale predvsem na podnici, do katere čebele niso imel dostopa. Na satovju jih nismo opazili, ker so bile čebelje družine močne in so zasedale vso satovje. V primeru, da bi bila čebelja družina šibka in ne bi bila sposobna braniti vsega satja, bi lahko mravlje pričakovali tudi tam.





**Slika 13:** Mravlje pri gradnji bivališča v listovnem panju (zadnja vrata panja) (Ivenčnik, 2013).



**Slika 12:** Mravlje pri gradnji bivališča v listovnem panju (prostor za plodiščno mrežo) (Ivenčnik, 2013).

#### 4.2.14 Coleoptera (hrošči)

Hrošči so najštevilčnejši red živih bitij na planetu Zemlja. Predstavljajo 25 % vseh opisanih živalskih in rastlinskih vrst. Do sedaj je opisanih okoli 350.000 vrst. Najdemo jih v skoraj vseh biogeografskih regijah. Večina odraslih hroščev ima krila, ki jih v mirovanju prekrivajo elitre in služijo kot ščit za krila. Hrošči so holometabolne<sup>12</sup> žuželke. Večina so herbivori, fungivori ali pa predatorski karnivori v larvalnem in odraslem stanju. Med njimi je veliko škodljivcev, ki jih najdemo v domovih, gozdovih, na pridelkih in v skladiščih hrane. Najdemo pa tudi koristne vrste, ki so pomembne pri biološki kontroli drugih organizmov. Ime Coleoptera jim je dodelil že Aristotel (coleo=ščit in ptera=krila). Največkrat živijo v kriptičnih habitatih pod lubjem, v odmrlem lesu, tleh, listnem odpadu, ribnikih, jezerih in vodotokih. So različnih velikosti, najdemo jih med največjimi in najmanjšimi žuželkami. So različnih oblik in barv. Ustni aparat je namenjen grizenju. Ponavadi imajo 11 členske antene (povz. po McHugh in Liebherr, 2009).

Hrošči so največja skupina med žuželkami in predstavljajo okoli 40 % vseh žuželk. Večina hroščev čebelam ne povzroča večjih težav in so le občasni obiskovalci panjev. V panjih se prehranjujejo s cvetnim prahom in ostalim čebeljim drobirjem. Leonard (1983) je raziskoval hrošče v pasteh s cvetnim prahom in v njih odkril kar 22 različnih družin (Hamida, 1999). Hrošče najdemo na podnicah šibkih družin in na nepravilno skladiščenem satju. V močnih družinah ne predstavljajo resne grožnje, ker so jih čebele sposobne same odstranjevati iz panja in nadzorovati velikost njihove populacije pod pragom škodljivosti.

Hrošč, ki se hitro širi in po svetu povzroča čebelam in čebelarjem največ težav je mali panjski hrošč (*Aethina tumida*). Hrošč izhaja iz Afrike, kjer domačim vrstam čebel (*Apis mellifera scutellata*) ne povzroča večje škode. Afriška čebela je skozi evolucijo sama razvila uspešno obrambo pred njimi. Prvič so to vrsto opazili izven njenega naravnega območja, leta 1998 na Floridi, od kjer se je hitro razširil na druge dele Združenih držav Amerike in Havaje. Našli so ga tudi v Kanadi in Avstraliji. Ni pa še znanih podatkov o prisotnosti te vrste na območju Evrope in Združenega kraljestva, vendar obstaja velika verjetnost, da se bo kmalu pojavil tudi tam. Prenaša in širi se predvsem s trgovino rastlin,

---

<sup>12</sup> žuželke s popolno preobrazbo, ličinka drugačna od odraslega organizma

čebel, čebeljih matic, čebeljih pridelkov (vosek, med v sodih), sadja in drugim transportom. Hrošč se v čebeljem gnezdu hitro širi. V panju se prehranjuje s čebeljo zalego, medom in cvetnim prahom, uničuje satovje in povzroča fermentacijo medu. Takšen med se pokvari in je neužit (povz. po The small hive..., 2010).

V panjih smo našli tri vrste hroščev, *Harmonia axyridis*, *Dermestes lardarius* in *Tenebrio molitor*.

*Harmoni axyridis* (Harlekinska polonica) je polimorfna vrsta. Njena obarvanost je izjemno variabilna. Osnovna barva pokrovk je lahko rumena, oranžna, rdeče-oranžna, rdeča in črna. Pike so oranžno-rdeče ali črne. Pronotum je bele barve, ima do 5 pik, ki se lahko tudi zlivajo in tvorijo dve ukrivljeni progi, progno v obliki črke M ali trapezoid. Noge so skoraj vedno rjavo obarvane (Veenvliet J. K., 2009). Odrasli osebki so ovalni in konveksni, dolgi okoli 7-8mm. V svojem naravnem habitatu je vrsta vezana predvsem na gozdove. Raziskave v Belgiji so pokazale, da se harlekinska polonica pojavlja v zelo različnih habitatih, vendar je v poseljenih območjih pogostejša kot v polnaravnih in naravnih habitatih. Za vrsto je značilno prezimovanje v velikih skupinah, ki neredko štejejo več kot 20.000 osebkov. Na leto imajo 4 – 5 generacij. Ob koncu zime poteka parjenje, nato pa se kolonija razkropi. Odrasli organizmi se hranijo pretežno z ušmi, vendar plenijo tudi druge žuželke (povz. po Veenvliet J. K., 2009). Vrsta lahko prezimi tudi v čebeljih panjih, vendar ne škoduje čebelam (Caron 1996; pov. po Koch 2003).

*Harmonia axyridis* je avtohtona azijska vrsta. Kot avtohtono vrsto jo najdemo na Kitajskem, Japonskem, Koreji, Mongoliji in Sibiriji. Njeno naravno področje pa še vedno ni v celoti zabeleženo na področju bivše Sovjetske zveze (Brown et al., 2008). V Evropo in S Ameriko je bila prenesena za biokontrolo listnih uši (fam. Aphididae) in kaparjev (fam. Coccidae). V Evropi jo obravnavamo kot invazivno tujerodno vrsto, zaradi izpodrivanja avtohtonih vrst polonic (Adriaens et al., 2007). Ker so larve *H. axyridis* zelo požrešne, polifagne in jih je enostavno gojiti, so jih začeli uporabljati v rastlinjakih, sadovnjakih in vrtovih (Adriaens, et al., 2007) za biološko kontrolo listnih uši (Veenvliet J. K., 2009). V Severni Ameriki so jih začeli uporabljati leta 1916 (Gordon, 1985; pov. po Adriaens et al., 2007) in v zahodni Evropi od leta 1982 (Iperti and Bertrand 2001; pov. po Adriaens et al.,

2007). Po indeksu tveganja je *H. axyridis* med 31-imi tujerodnimi vrstami, ki se uporabljajo za biološko kontrolo v Evropi, druga najbolj tvegana vrsta (Brown et al., 2007). Uvrščena je tudi med 100 najresnejših tujerodnih groženj evropski biotski raznovrstnosti (*Harmonia axyridis*, 2013). Vrsta se hitro širi in kolonizira velika področja. V Evropi se zelo hitro širi od leta 2002 in je neukrotljivo razširjena že v 13 evropskih državah (Brown et al., 2007). V Sloveniji je njena razširjenost slabo raziskana. Prve primerki so bili v Sloveniji najdeni v Mariboru, leta 2008. Leta 2009 pa so bile prve prezimovalne kolonije že razširjene v naseljih na Štajerskem, v Ljubljanski kotlini in na Primorskem (Veenvliet J. K., 2009). *H. axyridis* je pomemben člen znotraj vrstne kompeticije z drugimi apidofagnimi avtohotnimi vrstami, kot so polonice vrste *Adali bipunctata* in *Coccinella septempunctata*. Laboratorijski testi so pokazali, da ličinke v 4. levitveni fazi (zadnja faza ličinke) napadajo larve *A. bipunctata* v odsotnosti drugega plena (Adriaens et al., 2007).

Harlekinske polonice smo našli v panju AŽ 3 in nakladnih panjih. Zasedili smo jih pozno jeseni, ko so iskale primeren prostor za prezimovanje. Pogoste so bile tudi v drugih toplejših objektih (npr. stanovanjski objekti). Polonice imajo priskledniški odnos do čebel. V panju in za izolacijo panja izkoriščajo primeren prostor za prezimovanje. Čebelam polonice ne škodujejo, vendar pa od njih tudi nimajo koristi. Je prehodna vrsta, ki ni posebej vezana na čebelje panje in tja zaide predvsem zaradi poslabšanja razmer v okolju (nizke temperature, pomanjkanje hrane).

Superdružino Bostrichoidea sestavljajo štiri družine, Nosodendridae, Dermestidae (slaninarji), Bostrichidae in Anobiidae. Predstavniki zadnjih treh družin so škodljivci, ki jih najdemo v živalskih izdelkih kot so volna, usnje, perje, svila (Dermestidae), skladiščenih izdelkih in lesu ter lesnih izdelkih (Bostrichidae in Anobiidae). *Dermestes lardarius* (slaninar) je pogost škodljivec, ki ga najdemo na živalskih izdelkih, kot so suho meso, sir, perje, dlaka, rogovje, koža ter izdelkih, ki vsebujejo velike količine proteinov. Najdemo ga tudi v ptičjih, osjih in čebeljih gnezdih ter na živalskih ostankih (Larder beetle..., 2006). Veliki so okoli 1 cm in temne barve s svetlim pasom. Gosenica je temno rjave barve in je močno dlakava. Na koncu zadka ima dva trna. Larva izdolbe jamico v les in se vanjo zabubi.

Tenebrionidae (prav črnivci) spadajo v podred Polyphaga. Tenebrionidae je peta največja družina hroščev s približno 14.641 vrstami in 12 poddružinami. Število vrst in družin se nenehno spreminja zaradi številnih sprememb v klasifikaciji. Je ena izmed najbolj razvitih in raznolikih družin superdružine Tenebrionoidea in redu Coleoptera. Zaradi številnih izjem je zelo težko splošno opisati morfološke znake družine. Velikokrat jih najdemo v ekstremnih habitatih kot so puščava, vlažni habitati (tropsko in subtropsko podnebje), jame, skalne razpoke. Najdemo jih tudi na oceanskih obalah, pod drevesno skorjo, nekateri pa naseljujejo glive. So omnivori in ponavadi nimajo specifičnega gostitelja. Veliko se jih hrani s koreninami. Pogosto pa jih najdemo v shrambah žit, kjer so sekundarni škodljivci. Ne hranijo se direktno z žitnimi zrnji, ampak z žiti, ki imajo odprta jedrca ali z odpadkom na tleh pri mletju (moka, zdrob, druga hrana iz žita). Največkrat jih najdemo v shrambah z visoko vlaga in plesnijo (povz. po Triplehorn, 2008). Ličinke velikega mokaarja (*Tenebrio molitor*) gojijo v živalskih vrtovih, akvarijih in za komercialne namene, kot hrano za ptice, ribe in druge male živali. Izkopanec, ki je produkt čebel, nastane s fermentacijo laktoze v nabranem cvetnem prahu shranjenem v satovju. To je visoko proteinska hrana, ki je nujno potrebna za dobro kondicijo čebel in primerna hrana tudi za druge členonožce. V raziskavi, ki jo je opravil Chmielewski (2003), je analiziral 116 vzorcev izkopenca, od katerih je bilo več kot 90 % kontaminiranih s sinatropičnimi členonožci, insekti in pršicami. V vzorcih je našel kar 33 različnih vrst škodljivcev, med njimi tudi hrošča *Dermestes lardarius* in *Tenebrio molitor*.

Hrošča *Dermestes lardarius* in *Tenebrio molitor* smo našli v drobirju dveh propadlih družin. Te dve vrsti sta značilna predstavnika hroščev, ki jih pogosto najdemo v neprimerno skladiščenih izdelkih (moka, suho meso, dlaka, perje, žitarice) in v propadlih ptičjih in čebeljih gnezdih. V panje propadlih družin in v panje šibkih družin imata neoviran vstop. Takšni panji hroščem nudijo obilico hrane, ki jo čebele pustijo za sabo, šibke družine pa ne zmorejo pokrivati in ščititi vseh satov pred škodljivci. V panjih z močnimi družinami teh dveh hroščev nismo zasledili.

#### **4.2.15 Neuroptera (pravi mrežekrilci)**

Rod Neuroptera je eden izmed najstarejših redov med žuželkami s popolno metamorfozo (holometabolni organizmi). Opisanih je okoli 6000 vrst v 17 družinah (Stange, 2008). So majhen red organizmov, ki jih najdemo v različnih habitatih povsod po svetu razen na Antartiki. Odrasli osebkovi imajo mehko, nežno telo in dva para kril. Prednja in zadnja krila imajo podobno velikost in strukturo. Krila so mrežasto ožiljena in se proti robu večkrat dihonomno cepijo. Pri mirovanju organizma se strehasto zložijo. Ustni aparat odraslih osebkov je namenjen grizenju. Na glavi imajo velike sestavljene oči in so brez ocelov (razen fam. Osmylidae). Antene so mnogočlenske. Larve se močno razlikujejo od odraslih. Imajo podaljšane in vitke mandibule in maksile, ki so namenjene za sesanje. Larva v plen vbrizga encime, ki utekočinijo tkiva. Pred zabubljenjem splete svileni kokon, v katerem poteka metamorfoza pupe (povz. po Stange, 2008). Larve mrežekrilcev, ki živijo med vegetacijo, se hranijo z listnimi ušmi, pršicami in kaparji. Tudi odrasli organizmi so večinoma predatorji, nepredatorske vrste pa se prehranjujejo z nektarjem, cvetnim prahom in medeno roso (ang. honeydew) (Meyer, 2009c).

Podobno kot harlekinske polonice in stenice smo za izolacijo panjev našli mrežekrilce (Neuroptera). Naselili so se pozno jeseni, najverjetneje zaradi primerne prostora za prezimovanje. Potencialno pa bi lahko bili v panju tudi zaradi hrane, kajti določene vrste se prehranjujejo z nektarjem in cvetnim prahom. Tesnejše povezave med njimi in čebelami nismo ugotovili.

#### **4.2.16 Galleriini (voščene vešče)**

Voščene vešče spadajo v superdružino Pyralaidea, ki ima okoli 17.312 opisanih predstavnikov in tri družine (Hyblaeidae, Thyrididae in Pyralidae). Družina Pyralidae, v katero spadajo voščene vešče, je tretja največja družina Lepidopterov, ki ima okoli 16.500 opisanih vrst in 19 poddružin (Heppner, 2008).

Voščene vešče so aktivne ponoči. Vhod najdejo tudi v najmočnejše čebelje družine. Odrasla samica vstopi v panj ponoči pri vhodu ali skozi razpoke v steni panja. V panju odloži jajca direktno na satovje ali v špranje, ki nudijo zaščito pred čebelami delavkami, da

jih te ne bi odstranile. Vešča zaleže od 50 do 150 jajc, ki so zlepljene skupaj (Ritter in Akwatanakul P., 2006). Po nekaj dnevih se larve izvalijo in splazijo na satje, kjer se pričnejo hraniti (Jafari et al., 2010). Larve se prehranjujejo z voskom, cvetnim prahom in ostanki kokonov izleženih čebeljih larv. Larvalni stadij (7 stadijev) *G. mellonella* je časovno najdaljši in edini stadij, ki se prehranjuje. Med grizenjem skozi satovje larva gradi svilene prehranjevalne tunele. Nenasitna narava larv vodi do uničenja satovja in posledično do propada šibkih družin (Gardew, 2003). Odrasli osebki se ne prehranjujejo, ker imajo nefunkcionalni ustni aparat (Charrière in Imdorf, 1999). Najbolj ogroža šibke čebelje družine, ki se ne morejo same braniti pred veščo. Če je družina dovolj močna, so čebele sposobne same očistiti jajca in larve voščene vešče iz panja. Šibke družine, gosenice voščene vešče hitro uničijo. Preden se gosenica preobrazi v bubo, zagriže vdolbino v obliki čolnička v les satovnih okvirjev ali stene panja, kamor pritrdi svilen kokon (Dewey, 2000). Na področju Slovenije poznamo dve vrsti, *Galleria mellonella* (velika voščena vešča) in *Achroea grisella* (mala voščena vešča).

Velika voščena vešča je sive barve, zgornja površina prednjih kril pa ima rdečerjave pike. Samico ločimo od samca po nekoliko bolj belkastih zadnjih krilih. Samice so velike okoli 20mm in tehtajo do 169 mg, samci pa so nekoliko manjši (okoli 16 mm) (Hamida, 1999). Glava je pri samcih okrogla, pri samicah pa nekoliko podolgovata. Velikost in barva obeh spolov je odvisna od prehrane larv. Odrasli osebki larv, ki se prehranjujejo pretežno na mladem satovju so srebrno bele barve med tem ko so tisti, ki se prehranjujejo s starim satovjem rjavi, temno sivi ali skoraj črni. Larve se razvijajo počasneje, če nimajo na voljo dovolj primerne hrane ali če so temperature nizke. Iz takšnih larv se razvijejo manjši osebki (Hamida, 1999). Izvaljena larva je keramično bele barve, ki se s staranjem na dorzalni in lateralni strani obarva sivo do temno sivo. Dolga je okoli 28 do 30 mm in lahko doseže težo tudi do 240 mg (Hase, 1926 povz po Hamida, 1999). Zelo majhna glava je kostanjevo rjave barve in močno hitinizirana. Obustni aparat sestavljata močni in dobro razviti mandibuli. Pupe so rumene ali rdeče-rumene barve v dobro razvitih in močnih kokonih. Kokoni so ponavadi belkasti, nekateri pa so skoraj popolnoma prekriti s temnimi delci izločkov. V dolžino merijo med 12 in 20 mm v premer pa 5 do 7 mm (Hamida, 1999). V Evropi in ZDA gojijo larve *Galleria mellonella* za komercialne namene. Uporabljajo se kot vaba za ribe in za raziskave v fiziologiji, toksikologiji, patologiji in kot

gostitelje za razmnoževanje Dipteroev in Hymenopteroev (Morse in Nowogrodski, 1990 povz. po Hamida 1999). Za čebelarje pa je *G. mellonella* eden izmed najbolj pogostih in pomembnih škodljivcev v čebeljih panjih in shrambah čebeljih pridelkov. Za zdrave čebelje družine ne predstavlja resne grožnje. Čebele so sposobne same obvladovati in odstraniti vešče oz. njene gosenice iz panja. Največ škode vešče povzročijo v čebelnjakih s šibkimi družinami, ki se ne morejo same zaščititi pred njo. Te družine so podhranjene, obolele, brez matice. Vzrok so lahko tudi pesticidi zaradi katerih pogine večja količina pašnih čebel (Hamida, 1999). Z zaužitjem okuženega satja lahko vešče v panju širijo nalezljive bolezni (npr. čebelja gniloba). Velika voščena vešča je kozmopolitska vrsta. Njeno razširjenost omejujejo le nizke temperature. Zanj so usodna daljša obdobja z nizkimi temperaturami, zato na višjih nadmorskih višinah ne povzroča resne škode (Paddock, 1928 povz. po Hamida, 1999).

V rod *Achroea* uvrščamo samo eno vrsto, *Achroea grisella*. Mala voščena vešča ni tako razširjena kot velika. Najdemo jo v tropskem in zmerno toplem pasu. Samci so veliki okoli 10mm, samice pa 12-13 mm (Kunicke, 1930 povz. po Hamida, 1999). Glava je oker rumene barve. Prednja krila so rjavo siva in sesalo (proboscis) kratko. Samci imajo labialne palpe obrnjene navzgor, samice pa naprej. Larve so manjše kot pri veliki vešči in gradijo nekoliko drugačne galerije. Kokone in svilene tunele prekrijejo s črnim izločkom. Zaradi tega svile, ki gradi osnovo, ni moč videti skozi premaz.

V čebeljih panjih sta bili prisotni obe opisani vrsti vešč. Velika voščena vešča (*Galleria mellonella*) in mala voščena vešča (*Achroia grisella*) sta med najpogostejšimi škodljivci v čebeljih panjih in shrambah čebeljega satja. Velikokrat najdemo obe vrsti v istem panju kjer koeksistirata. V zdravih čebeljih družinah živijo v simbiozi s čebelo, komercialna čebelarska literatura pa ju navaja kot škodljivca skladiščenega čebeljega satja (Madeira et al., 2007). Zasledili smo jih v vseh opazovanih panjih. V naravi se prehranjujejo s starim in kontaminiranim čebeljim voskom, ki ga čebele ne morejo več uporabiti, ter z zapuščenim satovjem propadlih družin (Madeira et al., 2007). Čisti vosek ni dovolj za popolni razvoj larve voščene vešče (Suwannapong et al., 2011). Vešče ne prebavijo voska, ampak ga zaužijejo in iz njega absorbirajo ostanke zalege, kot so iztrebki, kokoni in ostanki cvetnega prahu (Madeira et al., 2006). Voščene vešče so naravni mrhovinarji čebeljega satja ter



čistilci zapuščenih čebeljih gnezd in šibkih, obolelih čebeljih družin. Iz zapuščenih čebeljih gnezd očistijo satovje in druge nečistoče ter s tem preprečijo razvoj potencialnih bolezni (bakterijskih in virusnih) in bolezni zaradi katerih je družina tudi propadla. Ta proces ne vpliva samo na medonosno čebelo in divjo čebelo, ampak tudi na druge organizme, ki naselijo zapuščena gnezda (Madeira et al., 2007). Očiščeno gnezdo lahko nov čebelji roj ali drug organizem znova naseli. Voščene vešče najverjetneje nikoli niso krivec za propad čebelje družine. Vzrok za propad je izguba čebelje matice, bolezen (virusna, bakterijska) ali drugi škodljivci (npr. varoza), ki napadajo čebeljo družino. Voščena vešča le izrabi šibko družino, ki ne more braniti satja (Somerville, 2007). Najboljša obramba pred voščenimi veščami so močne, zdrave čebelje družine.



**Slika 14:** Mala voščena vešča v listovnem panju (*Achroia grisella*) (Ivenčnik, 2013).

#### **4.2.17 Syrphidae (trepetavke)**

So ena izmed večjih družin redu Diptera. Opisanih je okoli 5.000 vrst. Zaradi črno-rumene obarvanosti se jih pogosto zamenja s čebelami ali osami. Prehranjujejo se z nektarjem na

cvetovih in so lahko pomembni opraševalci. Larve se prehranjujejo na rastlinah, detritu, v vodnih habitatih, veliko pa je tudi plenilcev, ki plenijo žuželke. Med njimi je tudi nekaj koristnih vrst za človeka, ki se prehranjujejo z ušmi, kaparji in drugimi škodljivci. Nekatere med njimi pa najdejo hrano tudi v gnezdih socialnih insektov (povz. po Capinera, 2008d).

Predstavnika iz družine trepetavk smo našli v panju AŽ 3. Trepetavke so zelo podobne (mimikrija) medonosni čebeli (*Apis mellifera* L.). Podobne so jim v velikosti, obliki in imajo podoben barvni vzorec (Golding in Edmunds, 2000). Mimikrija jim služi za zaščito pred plenilci (pticami, žužkami). Odrasli osebkovi so pomembni opraševalci nekaterih vrst rastlin (Thompson et al., 1976). Prehranjujejo se z rastlinskim nektarjem, cvetnim prahom in medeno mano, ki jo izločajo listne uši (aphids). Nekatere vrste trepetavk iz družine Eristalinae (Volucellini in Merodontini) izležejo svoje larve v čebelja gnezda, osja gnezda in termitnjake, kjer parazitirajo (Thompson et al., 1976). Našli smo samo en osebek, ki se je verjetno v panju znašel po naključju.

## 5 SKLEPI

Različni gostujoči organizmi so v panju stalno ali občasno prisotni, drugi pa se tam znajdejo po naključju. Določene vrste so tesneje povezane s čebeljo družino, druge pa so prisotne v širši okolici panjev.

Organizmi so številčno različno zastopani. Organizme iz družin Varoidae, Formicidae, Psocoptera in Pyralidae smo našli v skoraj vseh panjih, drugi pa se pojavljajo redkeje in v manjšem številu.

Členonožci izkoriščajo čebelji panj za iskanje hrane, bivališče, razmnoževanje in prezimovanje.

S čebelami so gostujoči organizmi v različnih odnosih. Odnosi so predatorski, parazitski, komenzalni, mutualistični ali pa organizem v panju opravlja delo detritivora. Odnos ni stalen in se lahko spreminja v odvisnosti od velikosti populacije gostujočega organizma.

Najpogostejši odnosi so predatorstvo in mutualizem ter detritivornost.

Močna čebelja družina lahko koristi usluge drugih organizmov. Te usluge so odnašanje drobirja iz panja, razgradnja odmrlih čebel in drugih organizmov v panju, plenjenje škodljivcev čebel, čiščenje propadlih panjev ter s tem preprečevanje širjenja bolezni na druge družine, itd.

## 6 POVZETEK

V naravi si družina medonosne čebele sama poišče najprimernejši prostor za življenje, ki ji nudi dobre pogoje za razvoj in zaščito pred neugodnimi zunanjimi vplivi (visoke in nizke temperature, dež, veter). V kamnitem svetu najdejo takšna bivališča v kamnitih razpokah in votlinah, v stepah in polpuščavah v zemeljskih luknjah, v grmičastih in toplejših okoljih pa si naredijo gnezdo na prostem med vejami. Najprimernejša bivališča v zmernem klimatskem pasu, med katere spada tudi Slovenija, pa najdejo v drevesnih duplih, ki jim nudijo odlično zaščito pred naravnimi vplivi. Čebelji roj z veliko natančnostjo izbira med različnimi duplinami, med katerimi izbere tisto, z najprimernejšimi karakteristikami.

Za bivanje in razvoj čebel so potrebne specifične mikroklimatske razmere. Za zagotavljanje stabilnih razmer v čebeljem panju so potrebni pasivni mehanizmi, ki jih zagotavlja bivališče samo (izpostavljenost sončni radiaciji, debelina sten, volumen, oddaljenost od tal in drugo) in aktivni mehanizmi, ki so jih čebele razvile skozi svoj evolucijski razvoj. Tako čebele s svojo aktivnostjo vzdržujejo razmeroma visoko vlažnost (okoli 60 %) in temperaturo 32-36 °C na mestu zalege). Temperatura proti zunanjim robovom zalege upada. V času prezimovanja, ko v gnezdu ni zalege, lahko na zunanjih robovih gruče pade vse do 10 °C (Seeley, 2010). Tovrstno mikroklimatsko okolje je v zmernih klimatih izjemno in omejeno le na aktivna čebelja bivališča. V čebeljih bivališčih pa se nahaja tudi med, cvetni prah, vosek ter različni čebelji ostanki. Omenjeni pogoji se pojavljajo že od pojavljanja čebel v zmernih klimatih in so primerna okolja za druge živalske vrste. Osebkni teh vrst so v različnih interakcijah s čebelami.

Za inventarizacijo členonožcev čebeljega panja smo uporabili 5 listovnih AŽ panjev in 2 posebej za nalogo narejena nakladna panja. Poleg tega smo pregledali tudi drobir dveh propadlih družin. V AŽ panje in nakladna panja smo namestili podnice, v katere je odpadal drobir. Podnice so bile prekrte z mrežo, da čebele niso mogle same čistiti drobirja in živali iz panja. Drobir in druge notranje površine panja smo v obdobju enega leta pregledovali in iskali različne organizme. Organizme smo nato v laboratoriju s pomočjo določevalnih ključev in druge literature sistematsko uvrstili. Iz objavljenih podatkov o njihovi biologiji

smo opredelili njihove vzroke in posledice pojavljanja v čebeljem panju in interakcije do čebel.

V nalogi smo ugotavljali kateri organizmi, poleg čebel, naseljujejo čebelje panje in v kakšnih interakcijah so z njimi. Rezultate smo primerjali z že znanimi tujimi raziskavami. Večina raziskav, do sedaj je bilo usmerjenih predvsem v raziskovanje škodljivcev, manj pa vemo o življenju drugih organizmov. Velikokrat si interakcije organizmov tudi napačno tolmačimo. Na prvi pogled škodljiva vrsta ni nujno slaba za čebeljo družino. Zato bo potrebno v prihodnosti narediti še kar nekaj natančnih analiz medsebojnih odnosov med čebelami in gostujočimi členonožci v panjih.

Najpogostejši organizmi v čebeljih panjih so členonožci, večinoma pršice in žuželke (Chmielewski, 2005). V naši raziskavi smo se osredotočili na iskanje makročlenonožcev (žuželk in pajkov) v čebeljem panju. V preiskovanih panjih smo našli organizme 19 družin. Najpogosteje so se pojavljali Varoidae (*Varroa destructor*), Formicidae (*Monomorium pharaonsis*, *Solenopsis fugax*, *Dolichoderus quadripunctatus*, *Limetopum microcephalum*, *Prenolepis nitens*), red Psocoptera in Pyralidae (*Achroia grisella*, *Galleria mellonella*). Ostali organizmi pa so bili prisotni v manjšem številu ali pa v posameznih panjih.

Med organizmi v panju vladajo različni interspecifični odnosi med katerimi so najpogostejši predacija/mutualizem in detritivornost. Med dvema tipoma panjev ni bilo večjih razlik v vrstni sestavi, kar je verjetno pogojeno tudi z nekoliko premajhnim vzorcem iz nakladnih panjev za resnejšo primerjavo.

## 7 VIRI

- Adriaens T., Gomez G. San Martin, Maes D. 2008. Invasion history, habitat preferences and phenology of the invasive ladybird *Harmonia axyridis* in Belgium. *BioControl*, 53, 1: 69-88
- Bacandritsos N., Papanastasiou I., Saitanis C., Roinioti E. 2006. Three non-toxic insect traps useful in trapping wasps enemies of honey bees. *Bulletin of Insectology*, 59, 2: 135-145
- Banaszak J. 1980. Badania nad fauna towarzysząca w zasiedlonych ulach pszczelich (Investigation of the fauna associated with beehives). *Fragmenta faunistica*, 25, 10: 127-177
- Basile R., 2009. Thermoregulation and resource management in the honeybee (*Apis mellifera*). Würzburg, Südwestdeutscher Verlag für Hochschulschriften AG & Company KG: 188 str.
- Baz A., 2008. Bark-Lice, Book-Lice or Psocids (Psocoptera). V: *Encyclopedia of Entomology*, 2nd edition. Capinera J.L. (ed.). Verlag, Springer: 381-399
- Brambila J. in Hodges G.S. 2008. Bugs (Hemiptera). V: *Encyclopedia of Entomology*, 2nd edition. Capinera J.L. (ed.). Verlag, Springer: 591-611
- Bricman Z. 2008. Obrambno vedenje medonosne čebele (*Apis mellifera carnica*) proti rdeči gozdni mravlji (*Formica polyctena*). Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za biologijo: 79 str.
- Brown P.M.J., Adriaens T., Bathon H., Cuppen J., Goldarazena A., Hägg T., Kenis M., Klausnitzer B.E.M., Kovář I., Loomans A.J.M., Majerus M.E.N., Nedved O., Pedersen J., Rabitsch W., Roy H.E., Ternois V., Zakharov I.A., Roy D.B. 2007. *Harmonia*

*axyridis* in Europe: spread and distribution of a non-native coccinellid. *BioControl*, 53, 1: 5-21

Capinera J.L., 2008a. Mites (Acari). V: *Encyclopedia of Entomology*, 2nd edition. Capinera J.L. (ed.). Verlag, Springer: 2413-2441

Capinera J.L. 2008b. Silverfish (*Zygentoma*). V: *Encyclopedia of Entomology*, 2nd edition. Capinera J.L. (ed.). Verlag, Springer: 3376-3379

Capinera J.L. 2008c. Earwigs. V: *Encyclopedia of Entomology*, 2nd edition. Capinera J.L. (ed.). Verlag, Springer: 1264-1265

Capinera J.L. 2008d. Flies (Diptera). V: *Encyclopedia of Entomology*, 2nd edition. Capinera J.L. (ed.). Verlag, Springer: 1479-1487

Charrière J.D., Imdorf A. 1999. Protection of honeycombs from wax moth damage. *American Bee Journal*, 139, 8: 627-630

Chmielewski W. 2002. Acaro-entomological contaminations of propolis (Introductory observations). *Journal of Apicultural Science*, 46, 1: 17-23

Chmielewski W. 2003. Insects and mites – pests of bee-bread stored in honey combs. *Journal of Apicultural Science*, 47, 2: 87-92

Chmielewski W. 2005. Results of investigation on infestation and contamination of propolis with arthropods. *Journal of Apicultural Science*, 49, 2: 59-67

Chmielewski W. 2009. Phoretic mites (acarina) on earwigs, *Forficula auricularia* L. (insecta, dermaptera), found in apiaries. *Journal of Apicultural Science*, 53, 1: 75-80

- Christiansen A.K., Bellinger P., Janssens F. 2009. Collembola (Springtails, Snow Fleas). V: Encyclopedia of insects, 2nd edition. Resh V.H., Cardé R.T. (ed.). Burlington, Elsevier: 206-210
- Cushing P.E. 2008. Spiders (Arachnida: Aranea). V: Encyclopedia of Entomology, 2nd edition. Capinera J.L. (ed.). Verlag, Springer: 3490-3507
- Dainat B., Kuhn R., Cherix D., Neumann P., 2011. A scientific note on the ant pitfall for quantitative diagnosis of *Varroa destructor*. Apidologie, 42, 6: 740–742
- Dewey M.C. 2000. Pest of honey bees. MAAREC, publication 4.3. [http://agdev.anr.udel.edu/maarec/wp-content/uploads/2010/03/Pests\\_of\\_Honey\\_Bees\\_PM.pdf](http://agdev.anr.udel.edu/maarec/wp-content/uploads/2010/03/Pests_of_Honey_Bees_PM.pdf) (23. nov. 2010)
- Dietrich C.H. 2009. Auchenorrhyncha (Cicadas, Spittlebugs, Leafhoppers, Treehoppers, and Planthoppers). V: Encyclopedia of insects, 2nd edition. Resh V.H., Cardé R.T. (ed.). Burlington, Elsevier: 56-64
- Donovan B. J., Paul F. 2005. Pseudoscorpions: the forgotten benefidals inside beehives and their potential for management for control of varroa and other arthropod pests. Bee world, 86, 4: 83-87
- Ellis M.B. 2008. Homeostasis: Humidity and water relations in honeybee colonies (*Apis mellifera*). MSc dissertation, University of Pretoria, Pretoria. <http://upetd.up.ac.za/thesis/available/etd-10022009-135223/> (7. maj 2012)
- Franks N.R. 2009. Ants. V: Encyclopedia of insects, 2nd edition. Resh V.H., Cardé R.T. (ed.). Burlington, Elsevier: 24-27
- Free J.B. 1970. The behaviour of wasps (*Vespa germanica* L. and *V. vulgaris* L.) when foraging. Paris, Insectes Sociaux, 17, 1: 11-20



- Fuchs S., Tautz J. 2011. Colony defence and natural enemies. V: Honeybees of Asia. Hepburn H.R., Radloff S.E. (ed.). Berlin Heidelberg, Springer: 369-395
- Gardew A. 2003. Microcalorimetric and microbiological in vitro investigations on the acaricidal, insecticidal, and antimicrobial effects of propolis. [http://www.diss.fu-berlin.de/diss/servlets/MCRFileNodeServlet/FUDISS\\_derivate\\_00000001164/](http://www.diss.fu-berlin.de/diss/servlets/MCRFileNodeServlet/FUDISS_derivate_00000001164/) (9. jan. 2013)
- Golding Y.C., Edmunds M. 2000. Behavioural mimicry of honeybees (*Apis mellifera*) by Droneflies (Diptera: Syrphidae: Eristalis spp.). *Proc. Biol. Sci.*, 267, 1446: 903-909
- Gregorc A. 2008. Bolezni čebel. V: Slovensko čebelarstvo v tretje tisočletje 1. Zdešar P. (ur.). Lukovica, Čebelarstva zveza Slovenije: 143-225
- Grimes K. 2012. Bee hives ancient and modern. British beekeepers association. <http://www.bbka.org.uk/local/alnwick/bm~doc/bee-hives-ancient-and-modern.pdf> (18. mar. 2013)
- Hamida T.B. 1999. Enemies of bees. V: Bee disease diagnosis. Colin M.E., Ball B.V., Kilani M. (ed.). Zaragoza, CIHEAM-IAMZ: 25: 147-165  
<http://ressources.ciheam.org/om/pdf/b25/99600245.pdf> (7. jan. 2013)
- Harmonia axyridis. DAISIE - Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe. <http://www.europe-aliens.org/speciesTheWorst.do> (7. jan. 2013)
- Heiling A.M., Herberstein M.E. 2003. Predator-prey coevolution: Australian native bees avoid their spider predators. *Proceedings of the Royal Society – biological sciences*, 271, 4: 196-198
- Heppner J.B. 2008. Butterflies and Moths (Lepidoptera). V: Encyclopedia of Entomology, 2nd edition. Capinera J.L. (ed.). Verlag, Springer: 626-672

- Hölldobler B., Wilson E.O. 2009. The superorganism (The beauty, elegance, and strangeness of insect societies). New York, W.W. Norton & Company, Inc.: 544 str.
- Human H., Nicolson S.W., Dietemann V. 2006. Do honeybees, *Apis mellifera scutellata*, regulate humidity in their nest? *Naturwissenschaften*, 93, 8: 397–401
- Jafari R., Goldasteh S., Afrogheh S. 2010. Control of the wax moth *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) by the male sterile technique (mst). *Archives of Biological Sciences*, 62, 2: 309-313
- Javornik F., Kastelic L., Krajnc A., Mihelič J., Senegačnik E., Senegačnik J., Vidmar U. 1982. Čebelarstvo. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 377 str.
- Jones J.C., Oldroyd B.P. 2006. Nest thermoregulation in social insects. V: *Advances in insect physiology*. Simpson S.J. (ed.). Academic Press, 33: 153-191
- Kassimatis E. 2013. Pseudoscorpions and bees. Agricultural research council. <http://www.arc.agric.za/home.asp?PID=1&ToolID=63&ItemID=1770> (26. jul. 2013)
- Koch RL. 2003. The multicolored Asian lady beetle, *Harmonia axyridis*: A review of its biology, uses in biological control, and non-target impacts. *Journal of Insect Science*, 3: 32-47
- Kozinc B., Višnar S. 2013. Ščipalci (Pseudoscorpions) naravni sovražniki varoe. <http://www.cebelarstvo-kozinc.com/pod/scipalci.htm> (26. jul. 2013)
- Kraus B, Velthuis H.H.W. 1997. Higher humidity in the honey bee (*Apis mellifera* L.) brood nest limits reproduction of the parasitic mite *Varroa jacobsoni* Oud.. *Naturwissenschaften*, 84 5: 217-218

Larder beetle (*Dermestes lardarius*). 2006. Michigan State University  
<http://www.pestid.msu.edu/InsectsArthropods/LarderbeetleDermesteslardarius/tabid/239/Default.aspx> (4. jan. 2013)

Lienhard C., Smithers C.N. 2002. Psocoptera (Insecta). World Catalogue and Bibliography. *Journal of Insect Conservation*, 6, 3: 193-194

Lilek N. 2012. Čebelarji se predstavimo. Lukovica, Čebelarska zveza Slovenije: 32 str.

Madeira B.S., Abreu I., Ribeiro H., Cunha M. 2007. Bt transgenic maize pollen and the silent poisoning of the hive. *Journal of Apicultural Research*, 46, 1: 57–58

McHugh J.V., Liebherr J.K. 2009. Coleoptera (Beetles, Weevils, Fireflies). V: *Encyclopedia of insects*, 2nd edition. Resh V.H., Cardé R.T. (ed.). Burlington, Elsevier: 183-201

Meyer J. 2009a. Thysanura (Silverfish/Firebrats). NC State University (08. apr. 2009).  
<http://www.cals.ncsu.edu/course/ent425/library/compendium/thysanura.html> (27. feb. 2013)

Meyer J. 2009b. Hemiptera suborder Heteroptera (True bugs). NC State University (08. apr. 2009). <http://www.cals.ncsu.edu/course/ent425/library/compendium/thysanura.html> (27. feb. 2013)

Meyer J. 2009c. Neuroptera (Lacewings/Antlions/Dobsonflies/Alderflies/Snakeflies). NC State University (27. apr. 2011).  
<http://www.cals.ncsu.edu/course/ent425/library/compendium/thysanura.html> (27. feb. 2013)

Mockford E.L., 2009. Psocoptera (Psocids, Booklice) V: *Encyclopedia of insects*, 2nd edition. Resh V.H., Cardé R.T. (ed.). Burlington, Elsevier: 858-860

Moritz, R.F.A., Southwick, E.E. 1992. Bees as superorganisms. Verlag, Springer: 395 str.

Mur J., Gosar F., Preinfalk B., Meglič M., Pušnik V., Purnat M., Kapun S., Kotnik D., Auguštin V. 2012. Program apitehničnih ukrepov. Veterinarska fakulteta, Nacionalni veterinarski inštitut.  
[https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CCgQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.mkgp.gov.si%2Ffileadmin%2Fmkgp.gov.si%2Fpageuploads%2FDirKmet%2Fmed%2FAPITEHNICNI\\_UKREPI.doc&ei=mQ2rUe3lFMeqtAbTm4GwBQ&usg=AFQjCNHqPMpA4vZ0tTwsFYGi45KLCXN7hg&sig2=NawAeh-jAjNtAjP1nYSYtg&bvm=bv.47244034,d.Yms](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CCgQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.mkgp.gov.si%2Ffileadmin%2Fmkgp.gov.si%2Fpageuploads%2FDirKmet%2Fmed%2FAPITEHNICNI_UKREPI.doc&ei=mQ2rUe3lFMeqtAbTm4GwBQ&usg=AFQjCNHqPMpA4vZ0tTwsFYGi45KLCXN7hg&sig2=NawAeh-jAjNtAjP1nYSYtg&bvm=bv.47244034,d.Yms) (3. maj 2013)

Nicolson S.W., Nepi M., Pacini E. 2007. Nectaries and Nectar. Dordrecht, Springer: 395 str.

Oliveira R.F., Almeida L.C., Souza D.R., Munhae C.B., Bueno O.C., Morini M.S.C. 2012. Ant diversity (Hymenoptera: Formicidae) and predation by ants on the different stages of the sugarcane borer life cycle *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). *European Journal of Entomology*, 109, 3: 381-387

Podnebne razmere v Sloveniji (Obdobje 1971-2000). 2007. ARSO (Agencija Republike Slovenije za okolje).  
[http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/podnebne\\_razmere\\_Slo71\\_00.pdf](http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/podnebne_razmere_Slo71_00.pdf) (18. mar. 2013)

Potter, E. F., Hauser, D. C. 1974. Relationship of anting and sunbathing to molting in wild birds. *The Auk*, 91, 3: 537-563

Rankin S.M., Palmer J.O. 2009. Dermaptera (Earwigs). V: *Encyclopedia of insects*, 2nd edition. Resh V.H. (ed.) in Cardé R.T., Burlington, Elsevier: 259-261

Rettenmeyer C.W. 1963. The behavior of thysanura found with army ants. *Annals of the entomological society of America*, 56, 2: 170-174

Rihar J. 1999. Varoza čebel, 4. izdaja. Ljubljana, Pansan: 135 str.

Ritter W., Akwatanakul P. 2006. Honey bee diseases and pests: a practical guide. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012../a0849e/a0849e00.pdf> (28. jun. 2012)

Robinson G.E. 1987. Regulation of honey bee age polyethism by juvenile hormone. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 20, 5: 329-338

Schmidt J.O., 2009. Wasps. V: *Encyclopedia of insects*, 2nd edition. Resh V.H., Cardé R.T. (ed.). Burlington, Elsevier: 1049-1052

Seeley T. 1977. Measurement of nest cavity volume by the honey bee (*Apis mellifera*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 2, 2: 201-227

Seeley T.D. 1982. Adaptive significance of the age polyethism schedule in honeybee colonies. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 4, 11: 287-293

Seeley T.D., Buhrman S.C. 2001. Nest-site selection in honey bees: How well do swarms implement the "best-of-N" decision rule? *Behavioral ecology and sociobiology*, 49, 5: 416-427

Seeley T.D., Morse R.A. 1976. The nest of the honey bee (*Apis mellifera* L.). Paris, *Insectes Sociaux*, 23, 4: 495-512

Somerville D. 2007. Wax moth. [http://www.dpi.nsw.gov.au/\\_data/assets/pdf\\_file/0010/176284/wax-moth.pdf](http://www.dpi.nsw.gov.au/_data/assets/pdf_file/0010/176284/wax-moth.pdf) (26. feb. 2013)

Stabentheiner A., Kovac H., Brodschneider R. 2010. Honeybee colony thermoregulation – regulatory mechanisms and contribution of individuals in dependence on age, location and thermal stress. PLoS ONE, 5, 1: e8967

Stange L. 2008. Lacewings, antlions and mantispids (Neuroptera). V: Encyclopedia of Entomology, 2nd edition. Capinera J.L. (ed.). Verlag, Springer: 2102-2110

Suwannapong G., Benbow M.E., Nieh J.C. 2011. Biology of Thai honeybees: natural history and threats. V: Bees: Biology, threats and colonies. Floria R.M. (ed.). Nova Science Publishers, Inc.: 1-98

Tautz J. 2008. Čudežni svet čebel, 2. natis. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije, d.d: 278 str.

The small hive beetle. 2010. FERA (The food and environment research agency). <https://secure.fera.defra.gov.uk/beebase/downloadNews.cfm?id=85> (20. feb. 2013)

Thenius R., Schmickl T., Crailsheim K. 2006. Economic optimisation in honeybees: adaptive behaviour of a superorganism. V: From animals to animats 9. Nolfi S., Baldassarre G., Calabretta R, Hallam J.C.T., Marocco D., Meyer J.A., Miglino O., Parisi D. (Ed.): Berlin Heidelberg, Springe: 725-737

Thompson C.F., Vockeroth J.R., Sedman Y.S. 1976. Family Syrphidae. V: Evenhuis N.L., Catalog of the Diptera of the Australasian and Oceanian Regions. <http://hbs.bishopmuseum.org/aocat/syrphidae.html> (27. feb. 2013)

Thorp J.H., 2009. Arthropoda and related groups. V: Encyclopedia of insects, 2nd edition. Resh V.H., Cardé R.T. (ed.). Burlington, Elsevier: 50-56

Triplehorn C.A. 2008. Darkling Beetles (Coleoptera: Tenebrionidae). V: Encyclopedia of Entomology, 2nd edition. Capinera J.L. (ed.). Verlag, Springer: 1151-1153

Veenvliet J.K. 2009. Tujerodne vrste v Sloveniji: zbornik s posveta. Grahovo, Zavod Symbiosis: 88 str.

Whitfield C.W., Behura S.K., Berlocher S.H., Clark A.G., Johnston J.S., Sheppard W.S., Smith D.R., Suarez A.V., Weaver D., Tsutsui N.D. 2006. Thrice Out of Africa: Ancient and Recent Expansions of the Honey Bee, *Apis mellifera*. *Science*, 314, 5799: 642-645

Zdešar P. 2008. Čistost kranjske rase čebel. V: Slovensko čebelarstvo v tretje tisočletje 1. Zdešar P. (ur.). Lukovica, Čebelarstva zveza Slovenije: 237-252

Zelikova J.T., Sanders N.J. in Dunn R.R. 2011. The mixed effects of experimental and removal on seedling distribution, belowground invertebrates, and soil nutrients. *Ecosphere*, 2, 5: 1-14

## **ZAHVALA**

V prvi vrsti bi se rad zahvalil mentorju prof. dr. Ivanu Kosu za vso pomoč pri načrtovanju in pisanju diplomske naloge, ter za vse pogovore o čebelah in njihovem skrivnostnem življenju.

Zahvaljujem se tudi recenzentu izr. prof. dr. Janku Božiču za pregled diplomske naloge in vse komentarje, ter doc. dr. Rudiju Verovniku za natančen pregled naloge.

Velika zahvala gre tudi staršem, ki so me podpirali vsa leta študija in verjeli vame.

Hvala prijatelju in mizarskemu mojstru Gregi Žureju za izdelavo podnic in moji boljši polovici Sandri Rančan za slovnični pregled diplomske naloge.



PRILOGE

PRILOGA A

Členonožci v posameznem panju in drobirju dveh propadlih družin

PANJ		AŽ2	AŽ3	AŽ4	AŽ5	AŽ6	D1	D2	KOS1	KOS2
									panj 4	52.011
Cl. Arachnida										
o. Aranea	fam. Thomisidae						X	X		
	fam. Anyphaenidae						X	X		
	fam. Dysderidae						X	X		
o. Acarina	fam. Varroidae	X	X	X	X	X	X	X	X	
	<i>Varroa destructor</i>									
	fam. XXX				X					
	<i>Neznana vrsta (?)</i>									
Cl. Insecta										
o. Hymenoptera - Aculeata	fam. Formicidae									
	- subfam. Myrmicinae			X						
	<i>Monomorium pharaonis</i>									
	<i>Solenopsis fugar</i>	X			X					
	- subfam. Dolichoderinae		X		X			X		
	<i>Dolichoderus quadripunctatus</i>									
	<i>Limetopum microcephalum</i>		X				X			
	- subfam. Formicinae			X			X	X	X	
	<i>Prenolepis nitens</i> (acidopor)									
	fam. Vespidae		X	X						
	<i>Vespula vulgaris</i>									
fam. Apidae	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Apis mellifera carnica</i>										
o. Dermaptera	fam. Forficulidae	X								
<i>Forficula auricularia</i>										
o. Psocoptera	<i>Psocoptera</i>	X	X	X	X			X		
o. Collembola	<i>Collembola</i>		X			X				
o. Thysanura	fam. Lepismatidae				X					
o. Coleoptera	fam. Dermastidae								X	X
	<i>Dermestes lardarius</i>									
	fam. Coccinellidae		X				X	X		
	<i>Harmonia axyridis</i>									
o. Heteroptera	fam. Tenebrionidae								X	X
	<i>Tenebrio molitor</i>									
o. Heteroptera	fam. Rhyparochromidae							X		
	<i>Rhyparochromus vulgaris</i>									
o. Diptera	fam. Pentatomidae						X			
	subo. Brachycera		X							
	<b>fam. Syrphidae</b> (trepetavke)									
o. Lepidoptera	fam. Pyralidae									
(Heterocera)	<i>Achroia grisella</i>	X	X	X	X	X	X	X		
	<i>Galleria mellonella</i>	X	X	X	X	X	X	X		
o. Neuroptera	<i>Neuroptera sp.</i>						X	X		
o. Auchenorrhyncha	fam. Cicadellidae						X			
vrstna številčnost po panjih		7	11	8	9	5	13	13	5	3