

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN
OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Urška KLEPEC

**BIOEKOLOGIJA POLJSKE ZAPREDKARICE
(*Cephalcia arvensis* Panzer, 1805) V SMREKOVIH
ALTIMONTANSKIH GOZDOVIH SLOVENIJE**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2013

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Urška KLEPEC

**BIOEKOLOGIJA POLJSKE ZAPREDKARICE (*Cephalcia arvensis*
Panzer, 1805) V SMREKOVIH ALTIMONTANSKIH GOZDOVIH
SLOVENIJE**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**BIOECOLOGY OF SAWFLY (*Cephalcia arvensis* Panzer, 1805) IN
SPRUCE ALTIMONTANE FORESTS OF SLOVENIA**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2013

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija gozdarstva in obnovljivih gozdnih virov. Opravljeno je bilo v Skupini za varstvo gozdov in ekologijo prostoživečih živali na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Laboratorijsko delo je bilo opravljeno v Laboratoriju za varstvo gozdov in ekološke študije (LVGEŠ) na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire.

Komisija za študijska in študentska vprašanja Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF je dne 28. 8. 2012 sprejela temo in za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Majo Jurc, za recenzenta pa prof. dr. Janka Božiča.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Recenzent:

Datum zagovora:

Diplomsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Urška Klepec

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	GDK 145:151(497.4)(043.2)=163.6
KG	poljska zapredkarica/ <i>Cephalcia arvensis</i> /Riflov vrh/smreka/ <i>Picea abies</i>
KK	
AV	KLEPEC, Urška
SA	JURC, Maja (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2013
IN	BIOEKOLOGIJA POLJSKE ZAPREDKARICE (<i>Cephalcia arvensis</i> Panzer, 1805) V SMREKOVIH ALTIMONTANSKIH GOZDOVIH SLOVENIJE
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	X, 50 str., 6 pregl., 23 sl., 0 pril., 27 vir.
IJ	sl
Jl	sl/en
AI	

V diplomski nalogi je bil narejen pregled evropskih vrst zapredkaric, tudi tistih, ki ne prehajajo v gradacijo. Praktični del diplomske naloge je bil opravljen na terenu na lokaciji Prevalje, približno 80 let starem sestoju navadne smreke (*Picea abies*) v času od leta 2010 do 2012. V Prevaljah so bili nabrani vzorci zemlje na šestih ploskvah in iz njih izločene prepupalne oblike rodu *Cephalcia*. Na podlagi teh je bila ugotovljena velikost populacije *Cephalcia* spp. na lokaciji. Iz prepupalnih oblik je bil v laboratorijsko kontroliranih razmerah izveden poskus vzgoje odraslih osebkov. Z analizo prepupalnih oblik je bila v večini primerov določena vrsta *C. arvensis* (71 %), v letu 2012 pa je kot povzročitelj defoliacij na osnovi odraslih osebkov določena vrsta *Cephalcia arvensis*. Poleg bionomije zapredkarice so bili ugotovljeni tudi podnebni vplivi na dani lokaciji in sicer na podlagi temperature zraka, temperature tal in količine padavin. Potrjeno je bilo, da lahko tako temperatura zraka kot temperatura v tleh vplivata na razvoj vrste *C. arvensis* in da je pri obeh pomembna mejna vrednost 12 °C. Predvidevamo, da padavine, kljub veliki količini (2008, 2009), niso vplivale na zmanjšanje populacije *Cephalcia arvensis*.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN	Dd
DC	FDC 145:151(497.4)(043.2)=163.6
CX	sawfly/ <i>Cephalcia arvensis</i> /Riflov vrh/spruce/ <i>Picea abies</i>
CC	
AU	KLEPEC, Urška
AA	JURC, Maja (supervisor)
PP	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
PB	University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources
PY	2013
TI	BIOECOLOGY OF SAWFLY (<i>Cephalcia arvensis</i> Panzer, 1805) IN ALTIMONTANE SPRUCE FORESTS OF SLOVENIA
DT	Graduation thesis (University studies)
NO	X, 50 p., 6 tab., 23 fig., 0 ann., 27 ref.
LA	sl
AL	sl/en
AB	

The subject of this thesis is a review of all European sawfly species, including the species that do not have regular outbreaks. The practical part of the thesis was carried out in an 80 years old spruce (*Picea abies*) stand in Prevalje, between years 2010 and 2012. All the prepupae forms on all six plots on the site near the town Prevalje were collected. Based on this data, the size of the population was determined. An attempt was made to raise adult insects in a controlled laboratory environment from the prepupae. The majority of the sawfly subjects (71 %) were of the *arvensis* species and in the year 2012 *C. arvensis* was the culprit for defoliation. Besides the species bionomy climate conditions at the location, based on the air and soil temperature and precipitation were monitored. The results showed that air and soil temperature significantly impact the development of the *C. arvensis* and that the threshold temperature is 12 °C. We assume that the large amount of precipitation in the years 2008 and 2009 did not reduce the size of the population *C. arvensis*.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE.....	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK.....	VIII
1 UVOD.....	1
2 PREGLED OBJAV	3
2.2 VRSTE V EVROPI	6
2.3 POJAV ZAPREDKARIC IN RAZŠIRJENOST.....	14
2.3.1 Razširjenost v Evropi	14
2.3.2 Razširjenost v Sloveniji.....	16
3 VZROK ZA RAZISKAVO, CILJI IN HIPOTEZE	17
3.1 VZROK ZA RAZISKAVO.....	17
3.2 CILJI NALOGE	19
3.3 DELOVNE HIPOTEZE	19
4 MATERIALI IN METODE	20
4.1 OBJEKT RAZISKAVE.....	20
4.2 TERENSKO DELO.....	21
4.3 LABORATORIJSKO DELO	23
5 REZULTATI RAZISKOVANJA IN ANALIZA.....	26
5.1 BIONOMIJA	26
5.1.1 Velikost populacij vrst <i>Cephalcia</i> na lokaciji Riflov vrh.....	26

5.1.2	Gojenje v laboratorijsko kontroliranih razmerah.....	27
5.1.3	Vrstno določanje prepupalnih oblik	30
5.2	PODNEBNI POGOJI	31
5.2.1	Temperatura zraka	31
5.2.2	Padavine	34
5.2.3	Temperatura v tleh.....	36
6	RAZPRAVA IN SKLEPI.....	40
6.1	RAZPRAVA.....	40
6.2	SKLEPI.....	45
7	POVZETEK	46
8	VIRI IN LITERATURA.....	47
	ZAHVALA.....	51

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Število prepupalnih oblik (eonimf/pronimf)/m ²	26
Preglednica 2: Število gojenih prepupalnih oblik zapredkaric.....	28
Preglednica 3: Količina uporabljenega substrata v laboratorijskem poskusu	28
Preglednica 4: Datumi poteka vlaženja substrata.....	29
Preglednica 5: Število eonimf/pronimf	30
Preglednica 6: Količina padavin v obdobju 2006–2012 po mesecih	35

KAZALO SLIK

Slika 1: <i>Cephalcia arvensis</i> (Panzer, 1805) (Foto: Petr Pivoňka)	3
Slika 2: Jajčeca <i>Cephalcia arvensis</i> na iglicah smreke (Foto: Tommaso Branzanti)	4
Slika 3: Prepupalna oblika v kamrici (Foto: Urška Klepec)	5
Slika 4: Buba vrste <i>Cephalcia arvensis</i> (Foto: Andrea Battisti)	5
Slika 5: Območja izbruha poljske zapredkarice (<i>Cephalcia arvensis</i>) v Evropi.	14
Slika 6: Območje napada (Riflov vrh) (vir: Google, Tele Atlas)	21
Slika 7: Razporeditev 33 vzorčnih ploskev (vir: Meterc in sod., 2011)	22
Slika 8: Pobiranje podatkov iz T-gumbkov (Foto: Maja Jurc).	22
Slika 9: Laboratorij Skupine za varstvo gozdov in ekologijo prostoživečih živali na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire (Foto: Andreja Repe)	23
Slika 10: Označene posode za gojenje ličink zapredkaric (Foto: Andreja Repe)	24
Slika 11: Morfološka karakteristika glave prepupalnih oblik (Zanocco in Battisti, 1995).	24
Slika 12: Prepupa v kamrici (Foto: Urška Klepec)	27
Slika 13: Primerjava povprečne temperature zraka v obdobju 2001–2012 s temperaturo v letu 2007	31
Slika 14: Primerjava povprečne temperature zraka v obdobju 2001–2012 s temperaturo v letu 2008	32
Slika 15: Primerjava povprečne temperature v obdobju 2001–2012 s temperaturo v letu 2009	32
Slika 16: Primerjava povprečne temperature v obdobju 2001–2012 s temperaturo v letu 2011	33
Slika 17: Primerjava povprečne temperature v obdobju 2001–2012 s temperaturo v letu 2012	33
Slika 18: Letna količina padavin v mm v obdobju 2001 do 2012	34
Slika 19: Temperatura v tleh na ploskvah 1, 3, 4, 5, 6 v obdobju od 17. 11. 2009 do 9. 4. 2010	36

Slika 20: Temperatura v tleh na ploskvah 1, 3, 4, 5, 6 v obdobju 9. 4. 2010 do 9. 9. 2010	37
Slika 21: Temperatura v tleh na ploskvah 1, 3, 6 v obdobju od 9. 9. 2010 do 9. 3. 2011...	38
Slika 22: Temperatura v tleh na ploskvah 1, 5, 6 v obdobju 17. 10. 2011 do 5. 4. 2012....	38
Slika 23: Temperatura v tleh v obdobju od 2. 5. 2012 do 11. 10. 2012.....	39

1 UVOD

Vrste rodu *Cephalcia* (zapredkarice) naseljujejo Evrazijo in Severno Ameriko ter se delijo na vrste nearktika in palearktika. Vrste se pojavljajo na širšem območju in s tem ne povzročajo škode na sestojih. Lahko pa se zgodi, da zaradi določenih sprememb v sestoju ali drugih vzrokov pride do namnožitve vrst rodu *Cephalcia*. V tem primeru nastanejo obsežne defoliacije iglavcev iz družine Pinaceae, zlasti vrst *Picea*, *Pinus*, *Larix* ter občasno *Cedrus*. Vzrok za tak razvoj lahko najdemo v samem nastanku npr. smrekovega sestoja, ki so ga zasadili na neprimernih rastiščih in ustreznih ekoloških razmer za razvoj zapredkaric (višje temperature, sušno in vroče vreme), dodatno pa je bil sestoj obremenjen s spremembami zaradi biotskih in abiotskih dejavnikov (Jurc in Mlinšek, 2009).

Ko pride do množičnega pojava vrst rodu *Cephalcia* se praviloma hkrati pojavi več vrst. Od vseh vrst, ki so značilne za Evropo, se jih množično razvije le nekaj. Sem spadajo *C. arvensis*, *C. abietis*, *C. alashanica* in *C. alpina*. Ponavadi je pri izbruhu vodilna le ena vrsta, preostale pa so spremljevalne. Za vodilno vrsto se v večini primerov izkaže *C. abietis*, ostale tri pa sestavljajo spremljevalno skupino. V zgodovini napadov v Evropi pa je kot vodilna vrsta znana tudi *C. arvensis*, vendar redkeje kot *C. abietis* (Battisti, 1993).

Prvi znani zapis o gradaciji vrste *C. arvensis* je znan iz konca 19. stoletja. Zabeležena je bila na Danskem med leti 1868 in 1874 na površini 400 ha (Bories, 1896 cit. po Escherich, 1942).

Vrste rodu *Cephalcia* niso škodljive, dokler se ne namnožijo. Problematičen je njihov razvojni krog, ki ponavadi traja eno, dve, tri ali celo šest let. Samica odloži jajčeca na iglice, v teh se razvijejo ličinke, ki se potem prehranjujejo z iglicami, preden se v zadnji razvojni fazi spustijo na tla in se zarijejo v zemljo. Možen vzrok za uničenje sestoja je torej ta, da se pojavijo številčne samice vrst rodu *Cephalcia*, ki v sestoju odložijo ogromno število jajčec, iz katerih se potem razvijejo ličinke, ki žrejo iglice. Posamezna ličinka za svoje preživetje in dokončanje razvoja potrebuje določeno količino iglic. To lahko pripelje do popolnega uničenja fotosintetskega aparata sestoja. Posledično začnejo drevesa propadati.

Za vrste rodu *Cephalcia* na splošno velja, da imajo veliko variabilnost tako med vrstami kot tudi znotraj posamezne vrste, odvisno od okolja. Posledično so se zapredkarice sposobne prilagoditi na različne razmere v različnih okoljih (Battisti in sod., 2000)

2 PREGLED OBJAV

2.1 BIOLOGIJA VRST RODU *CEPHALCIA*

Samice niso zelo mobilne, prilezejo iz tal, kjer so prezimile. Rojijo od aprila do julija, včasih tudi avgusta (odvisno od vrste). Po kopulaciji na tleh in na pritalni vegetaciji odložijo večje število jajčec na iglice vej v spodnjem delu krošnje gostiteljskih dreves (Jurc, 2012) (Slika 1, 2).



Slika 1: *Cephalcia arvensis* (Panzer, 1805) (Foto: Petr Pivoňka)

Pozneje v krošnjah odložijo preostala jajčeca (Slika 2). Samci so bolj mobilni in letijo. Imagi so v povprečju od 8–14 mm dolge osice, hranijo se predvsem z medeno roso (Jurc, 2012).

Ličinke so dolge od 15–22 mm, razvijejo se v rahlih zapredkih v svilnatih tulcih na vejah, razvoj ličink evropskih vrst traja od 30 do 45 dni. Ličinke se v zadnji razvojni fazi spustijo na tla in se zarijejo v prst od 5 do 15 cm globoko, kjer oblikujejo ovalne kamrice v prsti (Slika 3). V tleh se preobrazijo v prepupe (eonimfe in pronimfe), pozneje v bube (Slika 4) in zaključijo razvoj v enem, dveh ali več letih (Jurc, 2012).



Slika 2: Jajčeca *Cephalcia arvensis* na iglicah smreke (Foto: Tommaso Branzanti)

Za *C. arvensis* velja, da se pojavlja od konca aprila do avgusta z viškom v juniju in juliju. Jajčeca odlagajo na smrekove iglice, ponavadi posamezno, ličinke pa se razvijejo v svilnatih kamricah, ki so lahko prekrte z izločki. Zrele ličinke se spustijo na tla od julija do oktobra, se zarijejo v zemljo in si zgradijo kamrico iz zemlje (Slika 3). Prepupalna oblika lahko vstopi v diapavzo kot eonimfa ali pa se preobrazi v pronimfo. O eonimfah govorimo, ko imajo posamezni osebk podaljšano diapavzo, o pronimfah pa, ko se iz posameznih osebkov razvije odrasli osebek že v prvem poletju. Le iz pronimfe se bo razvila buba iz nje pa odrasli osebek v prihajajoči pomladi (Battisti, 1993). Tako je trajanje razvojnega cikla lahko od 1 do 2 leti, od 1 do 4 leta, občasno pa tudi od 5 do 6 let. Trajanje je odvisno ravno od dolžine podaljšane diapavze eonimfe.



Slika 3: Prepupalna oblika v kamrici, ki je bila najdena na terenu v Prevaljah (Foto: Urška Klepec)

Eonimfe in pronimfe se razlikujejo po izgledu kot tudi načinu razvoja. Eonimfe so v primerjavi s pronimfami svetlejše in nimajo razvitih oči in gonad (pronimfe imajo razvite tako oči kot gonade). Tako eonimfe kot tudi pronimfe zgradijo kamrico v zemlji, vendar pronimfe v primeru poškodovanja kamrice niso zmožne ponovno oblikovati. Buba se razvije spomladi iz pronimfe v 15–20 dneh (Slika 4) (Jurc, 2012).



Slika 4: Buba vrste *Cephalcia arvensis* (Foto: Andrea Battisti)

Pred izleganjem odrasli osebk ostanejo v kamrici še nekaj dni in se šele potem pojavijo na tleh ter na pritalni vegetaciji sestoja (Jurc, 2012).

Poznavanje biologije poljske zapredkarice je pomembno, kajti na podlagi tega lahko predvidimo pojav namnožitve v naravi. Najpomembnejši podatek za predvidevanje je temperatura tal pri prehodu ličink v tla (Jurc, 2012).

2.2 VRSTE V EVROPI

Vrste rodu *Cephalcia* so holarktične vrste, ki spadajo v red kožekrilcev/opnokrilcev (Hymenoptera), podred rastlinskih os (Symphyta) in družino zapredkaric/prelk (Pamphiliidae) (Achterberg in Aartsen, 1986).

Za paleartktik so znane naslednje vrste zapredkaric (Achterberg in Aartsen, 1986):

- *Cephalcia hartigi* (Bremi, 1849),
- *Cephalcia abietis* (Linnaeus, 1758),
- *Cephalcia alashanica* (Gussakovskij, 1935),
- *Cephalcia europaea* (Beneš, 1976),
- *Cephalcia arvensis* (Panzer, 1805),
- *Cephalcia intermedia* (Hellen, 1984),
- *Cephalcia pallidula* (Gussakovskij, 1935),
- *Cephalcia erhytrogaster* (Hartig, 1837),
- *Cephalcia lariciphila* = *Cephalcia alpina* (Wachtl, 1898),
- *Cephalcia fallenii* = *Cephalcia annulicornis* (Dalman, 1823),
- *Cephalcia tannourinensis* n. sp. ,
- *Cephalcia masutii* n. sp.,
- *Cephalcia fulva* n. sp.

Za območje nearktike pa so značilne (Eidt, 1969):

- *Cephalcia frontalis* (Westwood, 1874),
- *Cephalcia californica* (Middlekauff, 1958),
- *Cephalcia distincta* (MacGillivray, 1912),
- *Cephalcia fascipennis* (Cresson, 1880),
- *Cephalcia fulviceps* (Rohwer, 1910),
- *Cephalcia hopkinsi* (Rohwer, 1910),
- *Cephalcia marginata* (Mideelekauff, 1953),
- *Cephalcia nigra* (Middlekauff, 1958),
- *Cephalcia provancheri* (Huard, 1879),

- *Cephalcia semidea* (Cresson, 1880).

Za območje Evrope in Slovenije so pomembne vrste palearktika. V strokovni literaturi je bilo napisanih že vrsto ključev in člankov na temo prepoznavanja vrst iz družine zapredkaric/prelk (Pamphiliidae). Prepoznavanje vrst lahko poteka na podlagi ličinke ali na podlagi adulta/odraslega osebk. Mi smo povzeli opis vrst družine po ključu »The European Pamphiliidae (Hymenoptera:Symphyta), with special reference to the Neatherlands«, ki sta ga napisala Achterberg in Aartsen leta 1986, na podlagi adultov. Gre za holarktični rod srednje velikosti, zelo tesno povezan z rodom *Acantholyda*, vendar s to razliko, da živijo ličinke v krošnjah drevesnih vrst iz rodov *Picea*, *Abies*, *Tsuga* ali *Larix*. Obstajajo pa tudi posredni dokazi, da ličinke *Cephalcia hartigii* živijo v krošnjah dreves rodu *Pinus*. Ličinke večine vrst živijo posamezno v svilnatih tulcih, le ličinke nekaterih vrst živijo družno. Identifikacija *Cephalcia* spp., predvsem samcev, je še vedno težka naloga.

1. *Cephalcia abietis* (smrekova zapredkarica) – hitro se jo lahko zamenja za katero drugo vrsto rodu *Cephalcia*, vendar pa je bolj robustna kot sorodne vrste, razen *Cephalcia alashanica*. Pojavlja se v severni in centralni palearktični regiji vse do severne Kitajske. Ličinke živijo družno (pogosto v velikem številu) v krošnjah dreves rodu *Picea* v svilnatih gnezdih, ki so gosto prekrite z iztrebki, kjer ima vsaka ličinka svoj zapredek in pogosto povzročajo resne poškodbe v smrekovih plantažah. Ena samica odloži 40–100 jajčec. Življenjski cikel traja 2–4 leta, vendar aktivno obdobje ličink v prvem letu traja le 6–8 tednov. Ličinka zgradi pupalno kamrico v avgustu, in sicer 5–20 cm globoko v zemljo, kjer ostane kot eonimfa 2–4 leta. V jeseni, leto pred pojavom postane pronimfa in spomladi pupa. Adult se pojavi navadno v maju.
2. *Cephalcia alashanica* – hitro se jo lahko zamenja za *Cephalcia abietis*. Poznana je evropska populacija, ki je ločena od tipa vrste v Mongoliji. Razlike (v glavnem v barvi) so precej pogoste pri evropskih vzorcih, zato menijo, da so razlogi za priznanje evropskega vzorca za samostojno podvrsto nezadostni. V severni Kitajski živi ličinka v krošnjah dreves *Picea korainensis* Nakai, na ozemlju nekdanje Češkoslovaške, pa je bila najdena v krošnjah dreves *Picea abies*. Sicer pa

je bil zabeležen pojav vrste na Finskem, Švedskem, nekdanjem ozemlju Češkoslovaške, Švici, Rusiji, Mongoliji in severni Kitajski.

3. *Cephalcia arvensis* (poljska zapredkarica) – na Nizozemskem je najbolj pogosto pojavljajoča se vrsta iz družine Pamphiliidae, vendar je tudi ena izmed najbolj variabilnih vrst. Pogosto se jo zamenja s *Cephalcia abietis*, vendar je *C. arvensis* vitkejša. Znana je v Evropi in Sibiriji. Beneš (1976) je ugotovil, da je bila ta vrsta že določena pod imenom *Lyda saxicola* (Hartig, 1837). Odrasli osebki so manjši in vitkejši kot *C. abietis*, v velikosti 9–11 mm, zadaj za očmi ima zoženo glavo. Pri odraslih samicah se šteje kot normalna svetlejše obarvana oblika, kjer je celotno telo svetlo rdeče-rjave barve s temnimi in svetlimi vzorci na glavi in sredoprsju. Tipalke so rumeno-rdeče barve, proti vrhu rjave (Escherich, 1942). Odrasli samci so temnejši v primerjavi s samicami. Osnovna barva na glavi in oprsju je vedno črna, tipalke večinoma rumene s črnimi linijami na glavnem členu. Risba na glavi je rumene barve in je majhna. Zadek je rumeno-rdeč, prvi hrbtni segment je črn, naslednji pa na vrhu progasto črn. Črna barva se lahko naprej širi na druge zadkove segmente kot tudi na prsi in glavo, prevladuje črna barva telesa (Escherich, 1942). Čas pojava odraslih osebkov je ponavadi med majem in junijem in traja od 30–40 dni (Battisti, 1993). Spola se razlikujeta tudi po obnašanju. Samci ponavadi mrgolijo blizu tal, pristajajo in plezajo vsepovsod. Kot so ugotovili med samci ni agresivnega obnašanja, tudi pri veliki populaciji ne. Ponavadi se predvsem osredotočijo na samice. Nasprotno pa samice večino časa preživijo na tleh, plezajo na obtalne rastline in občasno na krošnje dreves ter se potem spustijo na tla v zelo kratkih razdaljah. Ugotovljen je bil agresivnejši odnos po kopulaciji in delnem odlaganju jajčec med samicami, predvsem takrat ko so prišle v kontakt (Battisti, 1993).

Ličinka *C. arvensis* je med evropskimi smrekovimi zapredkaricami še najbolj barvita. Osnovna barva pri jajčni ličinki je sivo-rumena. Glava je črna z nekoliko svetlejším čelom. Tipalke, ustni deli, panožice in noge so temne (Escherich, 1942). Naslednji trije stadiji ličinke (2–3) so videti približno enaki. V zadnji fazi žrtja so ličinke velike 15–20 mm. Osnovna barva je temna, umazano rumeno-zelena. Glava je rjavkasta, svetlejša ali temnejša, nikoli pa v celoti črna. Prednji del glave pa je

nekoliko svetlejši, s temnejšo X-risbo, ki je bolj ali manj jasna kot pri *C. abietis*. Večji del panožic je bel, pri mlajših stopnjah (L_1 – L_3) pa so vsi deli panožic črni (Escherich, 1942). Vse rdečo-rjave podolžne črte na hrbtni strani telesa larve L_4 brez sledu izginejo, ko ličinke preidejo v stanje mirovanja (eonimfe in pronimfe v zemlji) (Escherich, 1942). Ličinke v stadiju mirovanja in v zemlji kažejo na pomembne spremembe, so rumene, že blizu citronsko rumene (zeleni deli ne pridejo tako do izraza kot pri *C. abietis*). Ličinke so tekom svojega razvoja izolirane v svilnatem zapredku, ki je pritrjen na iglico z več svilnatimi nitkami. V prvih dveh oblikah (L_1 , L_2) je zapredek ohlapnen, potem pa se začne debeliti in rjaveti. Ličinka zapusti zapredek le v času prehranjevanja. Hrano si odnese v bližino zapredka in jo pozneje zaužije. Hrano predstavljajo vse iglice z izjemo iglic, ki so se razvile isto leto. Lahko pa se zgodi, da napadejo tudi te, v primeru, da so starejše uničene. Za popolni razvoj ličinke potrebujejo v povprečju 80–120 iglic (Battisti, 1993).

Obdobje spuščanja ličink na tla traja en mesec od konca julija do konca avgusta. Takoj ko zrela ličinka doseže tla, začne prodirati v zemljo. V spodnjem A horizontu si zgradi kamrico iz zemlje; velikost kamrice pri samicah je 7 mm × 12 mm, pri samcih pa 6 mm × 9 mm. V tej kamrici ličinka uspešno preživi še preostali del razvoja. V primeru, da gre za enoletno generacijo, se izoblikujejo bubina očesca pod ličinkino kutikulo že v nekaj dneh po izgradnji kamrice. Tukaj govorimo o pronimfi. V tem stadiju dosežejo bubina očesca končno velikost v septembru. V primeru stadija eonimfe, ko govorimo o daljši diapavzi, pa se bubina očesca razvijejo šele poleti (julij, avgust) tistega leta, ko pride do pojava odraslega osebka. Eonimfe so svetlejših barv in bolj živahne kot pronimfe. Pomembna razlika je tudi, da eonimfe lahko ponovno zgradijo kamrico v primeru poškodbe kamrice, medtem ko pronimfe niso sposobne ponovne izgradnje kamrice (Battisti, 1993).

Jajčeca imajo ovalno obliko kot pri vrsti *C. abietis*. Sveže odložena jajčeca so svetlo zelene barve (kot iglice, na katerih so odložene). Jajčeca so odložena na iglice na isti način kot pri *C. abietis*, vendar ne skupaj, ampak posamično in

razpršeno, na lanskoletnih iglicah (Tragardh, 1919 cit. po Escherich, 1942) (Slika 2), na iglicah majskih poganjkov (Baer, 1916 cit. po Escherich, 1942). Battisti (1993) navaja, da je variabilnost glede starosti iglic na smreki, na katere samice odložijo jajčeca, povezana s tem, da iglice postanejo primerne za odlaganje, ko dosežejo končno velikost in otrdijo. Ponavadi odlagajo jajčeca na koncu dobe pojavljanja, na iglice v spodnjem delu krošnje. Splošno velja, da so enoletne iglice najprimernejše za odlaganje jajčec. Izkazalo se je, da *C. arvensis* odlaga na posamezno iglico samo eno jajčece (Slika 2), kot smo že prej omenili. Pri višjih gostotah populacije pa so opazili kar tri jajčeca na posamezni iglici (Battisti, 1993). Borries (1896 cit. po Escherich, 1942) je pri seciranju samic *C. arvensis* ugotovil, da je bilo največje število jajčec v ovarijih 40. Podobno število je ugotovil Battisti (1993), kjer se maksimalno število jajčec gibalo med 33–38 v različnih obdobjih. Kot je potem komentiral Battisti (1993), je povprečno število jajčec v ovarijih pomembno za razlikovanje med pomladno in poletno obliko pri vrsti *C. arvensis*, te pa niso ugotovili v raziskavi v Italijanskih Alpah, saj sta se populaciji bolj ali manj prekrivali. Samice ponavadi živijo največ en mesec in celotno obdobje odlagajo jajčeca. Največje število jajčec odložijo v prvem tednu svojega življenja. Samice so sposobne odlagati jajčeca, kljub temu da niso bila oplojena. V tem primeru so se iz jajčec razvili samci, iz oplojenih jajčec pa tako samci kot samice (Battisti, 1993). Odlaganje posameznega jajčeca ponavadi traja nekaj minut. Samica naredi z leglico podolžen rez dolg 0.12–0.15 mm v povrhnjico z zgornje strani iglice. Jajčece je deloma odloženo v tkivo iglice. Takoj po odlaganju jajčec samica okrog iglice naredi prstan iz lepljive snovi, 2–3 mm pod jajčecem (Battisti, 1993). Battisti (1993) je ugotovil, da so odložena jajčeca velika 1.65 mm v dolžino in 0.6 mm v širino in da so se tekom embrionalnega razvoja še nekoliko povečala in spremenila barvo iz prvotne zelene v svetlo sivo (Battisti, 1993).

Bionomija

Rojenje *C. arvensis* je praviloma obsežnejše kot pri *C. abietis*. Bear je še konec meseca julija opazoval kopulirajoče pare (Bear, 1916 cit. po Escherich 1942). Kopulacija ponavadi poteka na tleh ali nizki vegetaciji in traja od 1–5 minut

(Battisti, 1993). Ustrezno glede na odlaganje jajčec živijo ličinke samotno in žretje pričnejo po Bearu na majskih poganjkih spodaj, naprej od baze poganjkov (medtem ko *C. abietis* napade mlade iglice šele takrat, ko so vse štiriletne iglice zasedene).

Battisti (1993) je ugotovil, da obstajajo med enoletnimi, dvoletnimi in ponekod tudi triletnimi osebki razlike v:

- v obdobju pojava odraslega osebka,
- produkciji jajčec,
- plodnosti,
- teži zrele ličinke.

V splošnem velja, da dlje ko traja diapavza, težji in plodnejši so osebki in porazdeljeni globlje v tleh (posledica tega je kasnejša eklozija adultov) (Battisti, 1993).

Obžrti deli poganjkov smrek so obdani z zapredki, ki so ponavadi ohlapni in šibki. Kjer obžiranje ni močno, zapredek ni tako velik in je le nekoliko zapolnjeno z iztrebki. Na močno obžrtih predelih so lahko zapredki močno razviti in v izjemnih primerih so tako močno napolnjeni z iztrebki, da (kot pri *C. abietis*) z iztebki napolnjene grude visijo navzdol. V zapredkih najdemo kratke rjavkaste rove. Ti so naloženi na poganjkih, odprti na obeh koncih; ti se oblikujejo v omejene ohlapne zapredke, ki so domovanja posameznih ličink. Pri močnem žrtju so ti malo opazni, ker so večinoma prekriti z iztrebki in ostanki iglic. Napadeni so tudi popki. Ličinke konzumirajo iglice tako, do jo približno do konca odgrizne in jih potem potegne v cev, kjer jih porabi. Ličinka navadno miruje 2 leti, temu pa sledi kratek stadij bube, ki traja le nekaj dni. Generacija je najpogostejše dvoletna. Battisti (1993) pa je ugotovil, da se posamezni osebki z dolgo diapavzo (2 leti ali več) pojavijo pozneje kot enoletni (Battisti, 1993).

4. *Cephalcia erythrogaster* – vrsto so zabeležili v srednji Evropi (na ozemlju nekdanje Jugoslavije, Nemčije), redkeje v severozahodni Evropi (Belgija, Danska, Švedska, Finska). Ličinke živijo v svilnatih zapredkih v krošnjah *Picea abies*.
5. *Cephalcia fallenii* – pojavlja se v severni in osrednji Evropi ter severni Rusiji. Ličinke živijo posamezno v svilnatih zapredkih v krošnjah *Picea abies* in *Picea obovata*. Za to vrsto obstaja tudi sinonim *C. alpina*, ki je bil v rabi v preteklosti. Pod tem imenom so v preteklosti pogosto prepoznali dve vrsti *C. fallenni* in *C. lariciphila*, ki so ju takrat zaradi napačnih opisov določali pod imenom *C. alpina*. Šele Beneš ju je omenil kot dve samostojni vrsti (Jachym, 2007).
6. *Cephalcia hartigi* – redka vrsta, katere pojav so zabeležili v osrednji in južni Evropi, severni Afriki in Kavkazu. Biologija vrste je neznana, vzorci pa so bili nabrani na drevesih rodu *Pinus*.
7. *Cephalcia lariciphila* – edina evropska vrsta zapredkaric, ki občasno napade tudi drevesa rodu *Larix*, na katerem živijo ličinke posamezno v svilnatih zapredkih. Pojav je bil zabeležen v osrednjem in severnem palearktičnem območju (na jugu Evrope v severni Italiji, na zahodu v Angliji in na severu do Finske). Ugotovili so, da je za samice te vrste značilen nekoliko bogatejši rumenkasti vzorec.
8. *Cephalcia pallidula* – ličinke najdemo v krošnjah dreves *Picea abies* in *Picea obovata*; znana je le v severnem palearktičnem območju (Skandinavija, Finska, preko Sibirije do Sahalina, ruskega otoka na vzhodni obali Rusije in severno od Japonske).
9. *Cephalcia europaea* – je sinonim za *C. alashanica* (Gussakovskij, 1935).
10. *Cephalcia intermedia* – je sinonim za *C. lariciphila* (Wachtl, 1898).
11. *Cephalcia tannourinensis* – se pojavlja v Libiji na drevesih rodu *Cedrus*.
12. *Cephalcia masutii* – je bila najdena v jugovzhodnih Alpah v Evropi. Ličinke se prehranjujejo v skupinah na drevesih rodu *Picea*. Pojav vrste je bil zabeležen tudi zunaj Evrope in sicer v osrednji Sibiriji in severovzhodni Kitajski. Odrasli osebki so morfološko podobni *C. alashanica*, s katero sta primerjani. Da gre za novo vrsto so ugotovili, ko so na več lokacijah po Evropi našli bistveno večje svilnate zapredke, zapolnjene z iztebki, kot jih imajo druge vrste. Ena izmed lokacij je bila tudi v Sloveniji na Vršiču (geografska dolžina 13° 44' 42" E, geografska širina 46° 26' 12" N) (Battisti in Boato, 1998).

13. *Cephalcia fulva* n. sp. – je bila določena iz materiala, ki je bil nabran v smrekovih gozdovih (*Picea abies* in *Picea koraiensis*) v Evropi in na Kitajskem. Vrsta pripada skupini *C. arvensis* in je blizu oblikam, za katere so značilni svetlejši barvni vzorci odraslih osebkov. Za življenjski cikel je značilni kasnejši pojav odraslih osebkov z višjo stopnjo plodnosti v primerjavi z drugo obliko *C. arvensis*, ki živi pod podobnimi pogoji. Tudi telo je večje pri *C. fulva*, kot pri *C. arvensis* (Battisti in Zanocco, 1994).

Od naštetih vrst prehajajo v Evropi v gradacije le štiri vrste. Vrsta *C. abietis* je pogosto najštevilčnejša, sledijo pa ji *C. arvensis*, *C. alashanica* in *C. alpina*. Vse vrste rodu *Cephalcia*, ki jih najdemo na smreki se pojavljajo na celotnem območju razširjenosti smreke v srednji Evropi, vendar nekatere od njih le v majhnih gostotah (Holuša in sod., 2007).

2.3 POJAV ZAPREDKARIC IN RAZŠIRJENOST

2.3.1 Razširjenost v Evropi

V Evropi je prihajalo do obsežnega pojava zapredkaric predvsem v osrednjem delu, kot je razvidno iz slike 5. Do prvih pojavov je prišlo na Danskem (Slika 5, Oznaka 1, 3) in Švedskem (Slika 5, Oznaka 2) že v začetku prejšnjega stoletja. Na Češkem (Slika 5, Oznaka 4, 5, 9, 10) so se pojavile na kar štirih lokacijah (Bohemija, Vetrny Jenikov, Opava in Nachod), v Nemčiji pa v bližini Ulma, na Poljskem na območju Karpatov prav tako na večih območjih (Slika 5, Oznaka 11), v Italiji v Alpah na dveh območjih, imenovanih Cansiglio in Asiago (Slika 5, Oznaka 6, 7), in na koncu tudi v Sloveniji (Slika 5, Oznaka 8).



Slika 5: Območja izbruha poljske zapredkarice (*Cephalcia arvensis*) v Evropi so označena s številkami od 1 do 7. Horizontalne črte označujejo območje naravne razširjenosti smreke (*Picea abies*), prekinjene črte pa predstavljajo vrzeli naravne razširjenosti smreke (Battisti in sod., 2000). Nove lokacije pojava zapredkaric v Evropi so označeno z rdečo.

O pojavu zapredkaric na Švedskem in Danskem je Escherich (1942) nekaj povzel iz svojih raziskav, nekaj pa tudi po drugih avtorjih v takratnem obdobju. Kot vidimo, so se že v preteklosti pojavljale zapredkarice, ki so povzročale škodo. Že takrat so opazili, da se C.

arvensis manj nagiba k izbruhom kot *C. abietis*, le na Danskem in Švedskem je bilo ugotovljeno, da ima vodilno vlogo pri izbruhu lahko tudi *C. arvensis* (Slika 5, Oznaka 1, 2, 3).

Na Švedskem so poročali o gradaciji zapredkaric pri Dalbyu, južno od Lunda. Poleti leta 1916 so pri opazovanju ugotovili napad. Prvotno je napadena površina obsegala 5 hektarjev. Naslednje leto (1917) pa se je napad razširil na kar 75 hektarjev (Trägardh, 1919 cit. po Escherich, 1942) (Slika 5, Oznaka 2).

Na Danskem je gradacija potekala v obdobju 1927–1931 v Kelstrup-Plantage v Nordschleswigu. Plantaža je obsegala približno 330 hektarjev, na njej pa je bilo dve tretjini smrekovega gozda starosti 30–80 let. Za sestoj je bilo značilno, da je bil v odličnem stanju, vendar neustrezno gospodarjen. Povečanje prisotnosti ličink je naraslo v treh letih. Od prve najdbe ličinke l. 1927 se je že naslednje leto (1928) število ličink znatno povečalo; l. 1929 je prišlo do množičnega pojava zapredkaric na površini 22 hektarjev in šibkega napada na 20 hektarjih površine (Boas, 1933 cit. po Escherich, 1942) (Slika 5, Oznaka 1, 3).

Do pojava zapredkaric je prišlo na Češkem na več lokacijah v različnih obdobjih, ponekod celo večkrat na isti lokaciji. Leta 1997 je prišlo do ponovnega izbruha *C. arvensis* na skrajnem severo-vzhodu Bohemije. Prvi pojav na tem območju je bil zabeležen že leta 1980. Napadena površina je obsegala kar 650 hektarjev na nadmorski višini od 500 do 650 m. Kot smo že prej omenjali, pri izbruhu pride do pojava več vrst iz rodu *Cephalcia*. Ponavadi je vodilna (najštevilčnejša) vrsta *C. abietis*, v tem primeru pa je bila vodilna vrsta *C. arvensis*, sledile pa so ji *C. abietis*, *C. annulicornis* in *C. alpina* (Liška in sod., 2001) (Slika 5, Oznaka 9). Holuša in sod. (2007) so v letih 2001 do 2006 raziskovali pojav zapredkaric na več lokacijah po celotni Republiki Češki. Ugotovili so, da so se pojavile *C. abietis*, *C. arvensis*, *C. alashanica*, *C. alpina*, *C. annulicornis*, *C. erythrogaster* in *C. massuttii*. Vrsta *C. abietis* je bila najštevilčnejša, sledile pa so ji *C. arvensis*, *C. alashanica* in *C. alpina*. *C. annulicornis*, *C. erythrogaster* in *C. massuttii* so bile maloštevilčne, vendar prisotne na vseh lokacijah (Slika 5, Oznaka 10).

Kot je razvidno iz Slike 5, je v Italiji prišlo do pojava zapredkaric na dveh območjih, imenovanih Asiago in Cansiglio (Oznaka 6, 7). Vzorce so nabirali v obdobju od 1987 do 1991. Ugotovili so, da se pojavlja *C. arvensis*. Pojav je bil zabeležen na več 100 hektarjih smrekovega sestoja starosti od 60 do 80 let, ki pa bil med drugim delno zasnovan na pašnikih. Sestoji so se nahajali med 900 in 1300 m nadmorske višine (Battisti, 1993).

V Nemčiji je prišlo do pojava zapredkaric med letoma 1986 do 1996 v kraju Erolzheim, v bližini Ulma. Napaden je bil 80 let star smrekov sestoj v obsegu 4 hektarjev na nadmorski višini 570 m. Ugotovljena je bila vrsta *C. abietis* (Eichhorn in Bogenschütz, 2000).

Na Poljskem so raziskovali pojav zapredkaric vse od leta 1958 do 2006, in sicer v gorovju Beskidy, ki se nahaja v zahodnih Karpatih. Določene so bile vrste *C. abietis*, *C. alashanica*, *C. alpina*, *C. annulicornis*, *C. arvensis*, *C. erythrogaster*, *C. fulva* in *C. masuttii*. Žarišče je obsegalo 580 hektarjev, obdajal pa ga je gozd v obsegu 1600 hektarjev, ki je bil lažje poškodovan. Napadena je bila velika površina srednjedobnih in starodobnih smrekovih gozdov, ki so bili umetnega in naravnega nastanka. Sestoji so se nahajali na nadmorski višini med 800 in 1200 m (Jachym, 2003, 2007) (Slika 5, Oznaka 11).

2.3.2 Razširjenost v Sloveniji

Pri nas do zdaj ni bil znan množični pojav zapredkaric. Pojav v Prevaljah pomeni prvo soočenje strokovnjakov z namnožitvijo zapredkaric. Da se nekaj dogaja z gozdom nad Prevaljami, so prvi ugotovili gozdarji na terenu, ko so začele krošnje smreke spreminjati barvo (Slika 5, Oznaka 8) (Jurc in Mlinšek, 2009, Jurc in sod., 2010, Meterc in sod., 2011).

Le kot zanimivost pa lahko omenimo vrsto *C. masuttii*, ki tudi spada v rod *Cephalcia*, vendar se ne pojavlja množično. Italijanski strokovnjaki so jo našli na Vršiču.

3 VZROK ZA RAZISKAVO, CILJI IN HIPOTEZE

3.1 VZROK ZA RAZISKAVO

Rod *Cephalcia* obsega večje število vrst, ki spadajo med holartktične vrste. Po novejših virih je v Evropi znanih več kot 10 vrst, ki se pojavljajo na smrekah in na macesnih, v Italiji so jih ugotovili tudi na jelkah (Jurc in Mlinšek, 2009). Pomembna razlika med vrstami rodu *Cephalcia* je, da le nekatere vrste prehajajo v gradacije in tako predstavljajo nevarnost za napadene sestoje. Od vrst rodu *Cephalcia* se v osrednji Evropi ponavadi množično pojavljajo le *C. abietis*, *C. arvensis*, *C. alashanica* in *C. alpina (fallenii)*. Ostale vrste rodu *Cephalcia* pa povzročajo le občasno škodo (Battisti, 1993).

Praviloma se pojavlja na posameznem območju več vrst hkrati, vendar pa je le ena vrsta vodilna (številčno izstopa). V Evropi je to večinoma *C. abietis*, *C. arvensis* pa predstavlja spremljajajočo vrsto (Martinek, 1961 cit. po. Battisti, 1993). Znani so tudi primeri, kjer je *C. arvensis* predstavljala vodilno vrsto (Escherich 1942).

Do pojava gradacij različnih vrst *Cephalcia* je v preteklosti prihajalo tudi v naši okolici (Italija, Nemčija, Češka, Poljska ...), vendar pa izbruh leta 2009 predstavlja prvi znani primer množičnega pojava na ozemlju Slovenije (Jurc in Mlinšek, 2009). Glede na to je pomembno, da ugotovimo, katere vrste rodu *Cephalcia* se pri nas pojavljajo in kako se te vrste obnašajo v našem okolju. Znano je, da kljub temu, da je vrsta že določena, se tako biologija kot tudi ekologija vrste med območji razlikujeta. Ravno *C. arvensis* velja za posebej variabilno s fenološkega in morfološkega vidika (Battisti, 1993). Zato je vrsta *C. arvensis* razdeljena na »pomladno« in »poletno« obliko. Razlika med oblikama je v času pojava odraslih osebkov (rojenju). Ravno variabilnost pri tej vrsti bi lahko pomenila široki obseg prilagoditev na različne lokalne razmere (Battisti in sod., 2000). To lahko predstavlja velik problem.

Kljub omenjeni variabilnosti pa je pomembno poudariti, da do množičnega pojava *C. arvensis* ponavadi prihaja v sestojih iglavcev (Battisti in sod., 2000):

- v starosti 50 do 100 let,
- ki se nahajajo na meji ali zunaj naravnega arela razširjenosti *Picea abies*,
- in so izpostavljeni različnim okoljskim obremenitvam.

Gradacija se praviloma dogaja počasi, vendar lahko traja več let. Objedanje ličink povzroča zmanjšanje radialnega prirastka lesa in šibkost dreves, tako da so ta posledično bolj dovzetna za napad sekundarnih organizmov in poškodb nežive narave, onesnaženja ter suše. Pri primeru iz Karpatov, kjer je gradacija trajala kar 10 let, je zaradi defoliacije na višjih nadmorskih višinah v smrekovih sestojih se je odpornost dreves bistveno zmanjšala. Oslabljena drevesa so potem odmrla zaradi okužb z vrstami štorovk (*Armillaria* spp.) in napada podlubnikov (Jachym, 2003).

3.2 CILJI NALOGE

Postavili smo naslednje cilje naloge, in sicer:

1. Raziskati nekatere segmente biologije in ekologije poljske zapredkarice *Cephalcia arvensis*.
2. Pojasniti namnožitve zapredkaric na lokaciji Prevalje leta 2009.
3. Narediti arhiv fotografij prepupalnih oblik različnih vrst rodu *Cephalcia*.

3.3 DELOVNE HIPOTEZE

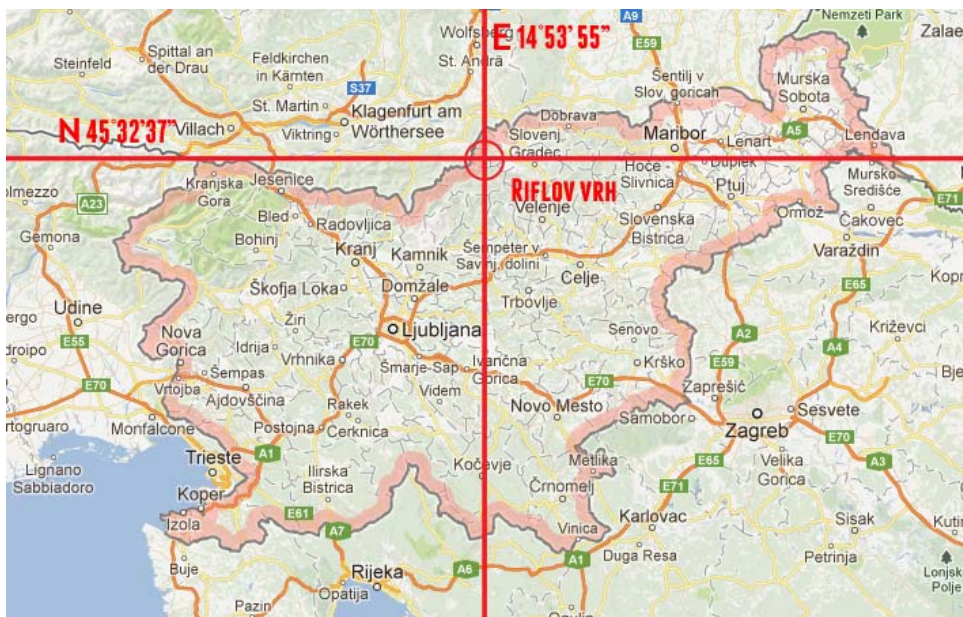
1. Biologija in ekologija raziskovane vrste se razlikujeta od biologije in ekologije drugih vrst rodu zapredkaric.
2. Do izbruha *C. arvensis* na lokaciji Prevalje je leta 2009 verjetno prišlo, med drugimi dejavniki, zaradi ugodnih temperaturnih razmer (ozračje, tla) v predhodnih letih.
3. Na osnovi morfometričnih značilnosti prepupalnih oblik je mogoče ločiti nekatere vrste rodu *Cephalcia*.

4 MATERIALI IN METODE

4.1 OBJEKT RAZISKAVE

Pojav zapredkaric v Sloveniji je bil prvič zabeležen leta 2009 v Prevaljah (GGO Slovenj Gradec, KE Prevalje, GGE Ravne) (Jurc in Mlinšek, 2009). Kraj Prevalje (Slika 6) se nahajajo v severnem delu Slovenije. Natančneje je do gradacije zapredkaric prišlo zahodno od Prevalj na pobočju Riflovega vrha (726 m). Površina poškodovanih gozdov zaradi zapredkaric na Riflovem vrhu je zajemala 4 oddelke, kot je tudi razvidno iz Poročila o pojavu škodljivih dejavnikov žive in nežive narave v gozdu za leto 2010, ki ga vsako leto izda Zavod za gozdove Slovenije: oddelek 06335A, oddelek 06334A, oddelek 06303, oddelek 06306. Najbolj prizadeto območje obsega 27 ha, srednje 34 ha in območje manjše prizadetosti 46 ha. Osredotočili smo se na najbolj prizadeto območje, in sicer oddelek 06334A, kjer gre za zasebni gozd. V sestoji se pojavljaja debeljak iglavcev s primesjo bukve ter plemenitih listavcev v konkavah (52 %). Sestoj je v obnovi (43 %) in z majhno površino mlajšega drogovnjaka smreke in jelke (5 %). Sestoj je smrekov, starosti 60–90 let in se nahaja na nadmorski višini 450–650 m ter leži na severnem pobočju s povprečnim naklonom 20 stopinj. Naravno so to rastišča kislih bukovih gozdov, v katerih se pojavljata dve združbi: *Blechno-Fagetum* zajema 71 %, *Luzulo-Fagetum* pa 29 % celotnega sestoja (Gozdnogospodarski načrt, 2009). Pred tem je bil sestoj v dobrem stanju z več kot 70 % drevesne vrste *Picea abies*, ostalih 30 % pa so sestavljale drevesne vrste *Pinus sylvestris*, *Larix decidua*, *Fagus sylvatica* in *Acer pseudoplatanus* (Slika 6) (Jurc, 2012).

Na omenjeni lokaciji so gozdarji (GGO Slovenj Gradec) opravili zatiranje zapredkaric z uporabo belih in zelenih trakov na katere je bilo s sprejem naneseno namensko lepilo za lovljenje žuželk (Mlinšek in sod., 2010).



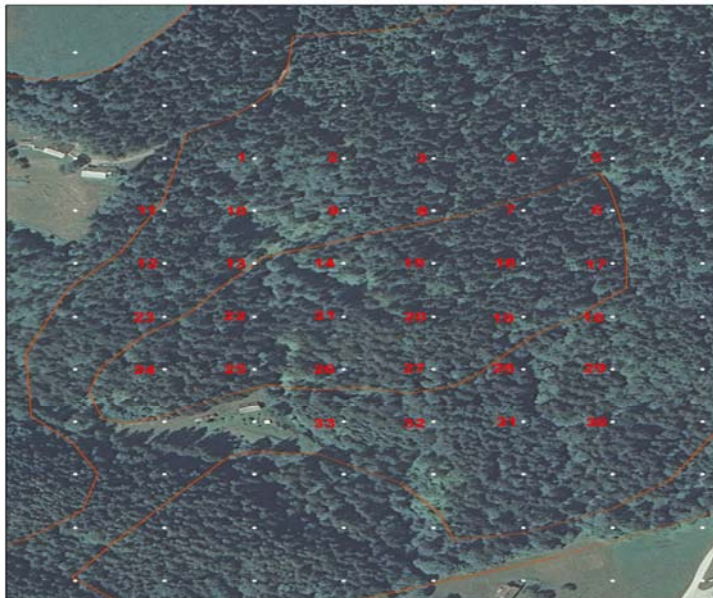
Slika 6: Območje napada (Riflov vrh) je označeno na zemljevidu z geografsko širino ($45^{\circ} 32' 37''$) in geografsko dolžino ($14^{\circ} 53' 55''$) (vir: Google, Tele Atlas)

4.2 TERENSKO DELO

Terensko delo je bilo opravljeno 9. 4. 2010 na Riflovem vrhu nad Prevaljami. Že leta 2009 so na najbolj prizadetem območju postavili mrežo vzorčnih ploskev velikosti $50\text{ m} \times 50\text{ m}$, vsega skupaj 33 vzorčnih ploskev (Slika 7). Vzorce za naše raziskave pa smo nabirali le na 6 vzorčnih ploskvah (3, 8, 15, 20, 27, 32), ki so si sledile na vsakih 50 m od vrha hriba in vse do vznožja hriba. Na vsaki ploskvi smo pod krošnjami dreves nabrali vzorec zemlje, ta je vseboval številne žive eonimfe/pronimfe in tudi nekaj mrtvih. Vzorec zemlje je bil dimenzije $25\text{ cm} \times 25\text{ cm} \times 25\text{ cm}$. Vsak vzorec zemlje smo vložili v posebno kartonsko škatlo. Potem pa smo delo nadaljevali v laboratoriju.

Na vsaki izmed teh 6 vzorčnih ploskev (Slika 7), označenih s številkami 3, 8, 15, 20, 27, 32, so bili v zemljo vstavljeni termometri T-gumbki (Thermo button, Dallas Semiconductor, USA) na globini 15 cm, ki na vsakih 30 minut zabeležijo temperature v tleh (Slika 8). Meritve temperature v tleh so bile opravljene v okviru drugih raziskovalnih nalog Skupine za varstvo gozdov in ekologijo prostoživečih živali (112 ARRS). T-gumbek je majhen, robusten zapisovalnik temperature, ki se prilega povsod in je odporen na

tresenje, vodo in prah. Uporabili smo model T-gumbka 22L, ki ima delovno območje od $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $85\text{ }^{\circ}\text{C}$, točnost pa znaša $0,1\text{ }\%$ odčitka $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Slika 7).



Slika 7: Razporeditev 33 vzorčnih ploskev, ki so bile postavljene leta 2009 na najbolj prizadetem območju; ploskve, na katerih smo opravljali meritve in jemali vzorce, so 3, 8, 15, 20, 27, 32 (vir: Meterc in sod., 2011)

Vrednosti lahko izmeri na $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ natančno. Interval beleženja je od 1 sekunde do 273 ur in ima zmožnost shraniti 8192 izmerkov. Meritve lahko opravi v enotah C ali F. Istočasno so se opravljale meritve temperature le na 5 ploskvah, sčasoma so delovali le trije termometri T-gumbki (Slika 8).



Slika 8: Pobiranje podatkov iz T-gumbkov (Dallas Semiconductor, USA), ki na vsakih 30 minut zabeležijo meritev temperature v tleh na globini 15 cm (Foto: Maja Jurc)

4.3 LABORATORIJSKO DELO

Po terenskem nabiranju vzorcev zemlje je sledilo delo v laboratoriju Skupine za varstvo gozdov in ekologijo prostoživečih živali na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete (Slika 9). Obdelava vzorcev zemlje in iskanje ličink v zemlji je bilo opravljeno 21. 4. 2010. Za gojenje ličink zapredkaric smo vsako ličinko vložili v lasten kozarec in jo previdno prekrili s plastjo zemlje. Na koncu smo kozarec prekrili z gazo in zatesnili z navadno gumico. To smo storili v primeru, če bi se razvili odrasli osebki (adulti) (Slika 10). Substrat smo po potrebi vlažili z navadno pršilko.



Slika 9: Laboratorij Skupine za varstvo gozdov in ekologijo prostoživečih živali na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire (Foto: Andreja Repe)

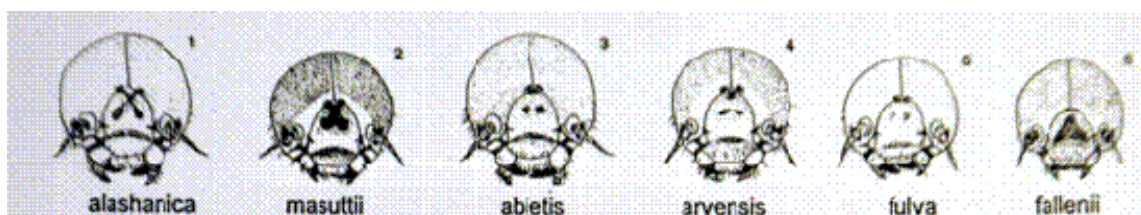
Za potrebe določanja vrste zapredkaric, ki so se množično pojavile v Prevaljah, smo slikovno dokumentirali nabrani material. Fotografiranje je bilo izvedeno 22. in 23. 6. 2010, uporabili smo fotoaparat NIKON D200, objektiv AF-S NIKKOR 105 mm in tri dodatne nastavke bliskavice. Pri fotografiranju posamezne ličinke smo naredili 4–6 slik na ličinko na njenih ključnih mestih (glava, zadek zgoraj, zadek spodaj in celotna ličinka). Za podlago za fotografiranje posameznih ličink smo uporabili originalni substrat (Slika 9, 10).



Slika 10: Označene posode za gojenje ličink zapredkaric (Foto: Andreja Repe)

Določanje vrst rodu *Cephalcia* se lahko opravi na tri načine. Prvi je, da ga določamo po ključu za ličinke (Slika 11), drugi po ključu za odrasle osebk/adulte in tretji s pomočjo analize genoma. Zadnja je najbolj zanesljiva. Za ličinke smo uporabili ključe Battisti in Jing-hua Sun (1996) ter Znocco in Battisti (1995). Za določanje odraslih osebkov pa Achterberg in Aartsen (1986), Beneš (1976), Escherich (1942) in Pschorn - Walcher (1982).

Osebk smo ločili po značilnostih prepupalnih oblik, in sicer vrsti *C. arvensis* in *C. abietis*. Analizirali smo fotografije prepupalnih oblik. V pomoč pri določanju sta nam bila članka avtorjev Battisti in Jiang-hua Sun (1996) ter Zanoeco in Battisti (1995) (Slika 11).



Slika 11: Morfološka karakteristika glave prepupalnih oblik posameznih vrst rodu *Cephalcia*, ki jih najdemo na smreki (Zanocco in Battisti, 1995)

Glava se pri prepupalnih oblikah zapredkaric spreminja v fazi eonimfe in pronimfe (pege na glavi frontalno). Med posameznimi vrstami *Cephalcia* se ti znaki razlikujejo od vrste do vrste. Battisti in Zanoeco (1995) sta slikovno prikazala razlike med posameznimi vrstami prepup, ki so se pojavile v njuni raziskavi. *C. alashanica* in *C. masuttii* imata podoben znak na glavi, in sicer v obliki črke X. *C. masuttii* ima ta znak nekoliko bolj poudarjen. Pri

našem določanju se taki primerki niso pojavili. Pomembno skupino sta predstavljali vrsti *C. abietis* in *C. arvensis* in smo ju določili po ustrezni literaturi. Pigmentacija obeh vrst je po celotnem telesu bolj ali manj izrazita. Pomembna je tudi barva povrhnjice predbub, ki je lahko pri *C. arvensis* umazano rumeno do zelena (Zanocco in Battisti, 1995) (Slika 11).

5 REZULTATI RAZISKOVANJA IN ANALIZA

5.1 BIONOMIJA

5.1.1 Velikost populacij vrst *Cephalcia* na lokaciji Riflov vrh

Velikost populacije *Cephalcia* spp. smo na napadenem območju ugotavljali na osnovi štetja prepupalnih oblik (eonimfa, pronimfa) (Preglednica 1).

Preglednica 1: Število prepupalnih oblik (eonimf/pronimf)/m², ki nam pove kakšno je bilo stanje v sestoji leta 2010

Številka ploskve/vzorca	Število prepup v vzorcu	Število prepup/m ²
1. PLOSKEV	40	640
2. PLOSKEV	35	560
3. PLOSKEV	59	944
4. PLOSKEV	30	480
5. PLOSKEV	10	160
6. PLOSKEV	49	784

Vzorec 3 je vseboval največje število prepupalnih oblik, to je kar 59. Pomeni, da je bilo na tej ploskvi prisotnih 944 prepupalnih oblik/m². Manj kot 50, toda še vedno veliko prepupalnih oblik so vsebovali vzorci 6, 4, 2 in 1. Najmanj prepupalnih oblik v vzorcu pa smo našli na ploskvi 5, kjer jih je bilo le 10, torej 160 prepupalnih oblik/m². Na lokaciji smo ugotovili, da je bilo v zemlji prisotno povprečno 594 prepupalnih oblik/m² (Preglednica 1).

Velikost populacije oz. število prepupalnih oblik/m² je tisti kazalec, ki nam pove, ali gre za namnoženost in posledično probleme z vitalnostjo sestoja. Škodljive defoliacije se začnejo pri 20 pronimf v spomladanskem času/m² ali 14,26 adultov/rumeno lepljivo plast (Battisti in Rodeghiero, 1998).

5.1.2 Gojenje v laboratorijsko kontroliranih razmerah

Kot smo že opisali v metodah dela smo vzorce nabirali na šestih vzorčnih ploskvah, ki so bile med sabo oddaljene 50 m in so se nahajale na različnih nadmorskih višinah. Na podlagi nabranega vzorca smo v prejšnjem poglavju ugotovili, kakšna je prisotnost prepupalnih oblik rodu *Cephalcia* v zemlji. Naslednja stopnja po nabiranju talnih vzorcev na terenu je bilo vlaganje prepupalnih oblik v gojitvene posode skupaj s substratom (zemlja, ki smo jo prinesli z vzorci). Vlaganje prepupalnih oblik v posode smo opravili 21. 4. 2010, iz posod pa smo jih ponovno vzeli 22. 6. 2010, ko smo opravili fotografiranje materiala.



Slika 12: Prepupa v kamrici pod zaporedno številko 1_29, fototeka, 22. 6. 2010 (Foto: Urška Klepec)

V obdobju dveh mesecev smo ugotovili število odmrlih in število preživelih zapredkaric (Preglednica 2).

Preglednica 2: Število gojenih prepupalnih oblik zapredkaric v času od 21. 4. 2010 do 22. 6. 2010

Številka ploskve/vzorca	Število vloženih prepup	Odmrle prepupe	Preživele prepupe
1. PLOSKEV	40	28	12
2. PLOSKEV	35	7	28
3. PLOSKEV	59	11	48
4. PLOSKEV	30	17	13
5. PLOSKEV	10	8	2
6. PLOSKEV	49	15	34
SKUPAJ	223	86	137

V preglednici 3 smo podali količino substrata v cm^3 , ki smo ga uporabili pri vlaganju prepupalnih oblik v gojitvene posode.

Preglednica 3: Količina uporabljenega substrata v laboratorijskem poskusu

Številka ploskve/vzorca	Količina substrata
1. PLOSKEV	38 cm^3
2. PLOSKEV	38 cm^3
3. PLOSKEV	50 cm^3
4. PLOSKEV	25 cm^3
5. PLOSKEV	50 cm^3
6. PLOSKEV	25 cm^3

S tem poskusom smo hoteli v laboratorijsko kontroliranih razmerah iz nabranih vzorcev prepup vzgojiti odrasle osebkke. Zato smo posode tudi prekrili z gazo in jih zatesnili z gumico. Da smo ustvarili podobne pogoje zunanjim, smo po potrebi substrat vlažili (Preglednica 4).

Preglednica 4: Datumi poteka vlaženja substrata

22. 4. 2010	7. 6. 2010	9. 7. 2010	23. 8. 2010
29. 4. 2010	11. 6. 2010	12., 13. 7. 2010	25. 8. 2010
5. 5. 2010	16. 6. 2010	20. 7. 2010	2. 9. 2010
10. 5. 2010	21. 6. 2010	26. 7. 2010	6. 9. 2010
19. 5. 2010	22., 23., 24. 6. 2010	30. 7. 2010	13. 9. 2010
26. 5. 2010	28. 6. 2010	4. 8. 2010	20. 9. 2010
29. 5. 2010	2. 7. 2010	9. 8. 2010	28. 9. 2010
2. 6. 2010	5. 7. 2010	16. 8. 2010	5. 10. 2010

Pri ponovnem pregledu materiala dne 5. 10. 2010 smo našli eno bubo (0,4 % gojenih predpup) ter 100 % mortaliteto celotnega materiala.

5.1.3 Vrstno določanje prepupalnih oblik

Določanje vrste na podlagi prepup je temeljilo na analizi 147 vzorcev. Ugotovili smo, da 104 osebkov iz vzorcev ustrezajo opisu prepupalnih oblik *C. arvensis*, kar pomeni 71 % od vseh osebkov, ki smo jih določali. Preostalih 29 % pa so predstavljale druge vrste iz rodu *Cephalcia* ali vrste niso bile določene zaradi nejasnosti taksonomskih znakov vzorcev (Slika 12) (Preglednica 5).

Preglednica 5: Število eonimf/pronimf, ki smo jih določali po ključu Zanocco in Battisti (1995) za te razvojne oblike

Številka ploskve/vzorca	Število prepupalnih oblik	<i>C. arvensis</i>	Druge vrste/ nedoločljivo
1. PLOSKEV	11	8	3
2. PLOSKEV	39	29	10
3. PLOSKEV	48	35	13
4. PLOSKEV	13	11	2
5. PLOSKEV	2	1	1
6. PLOSKEV	34	20	14
SKUPAJ	147	104	43

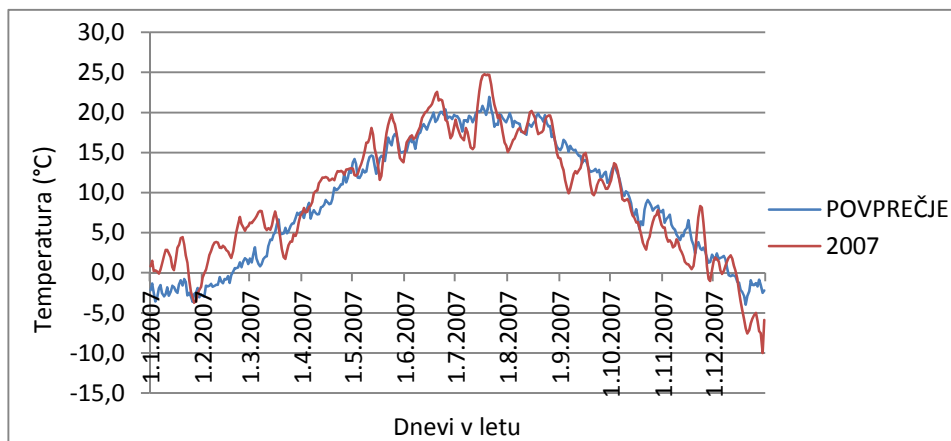
Rojenje zapredkaric v letu 2012 je bilo v »času cvetenja borovnic«, to je konec aprila, začetek maja. V tem času so bili nabrani vzorci odraslih osebkov, ki so bili uporabljeni za potrditev določitve na Univerzi v Padovi. V Padovo so bili poslani vzorci odraslih osebkov, ki so bili ujeti v Prevaljah dne 27. 4. 2012. Vrsto *C. arvensis* so potrdili na podlagi analize 72 osebkov zapredkaric. Vsi osebki so bili potrjeni kot vrsta *C. arvensis* (Jurc, 2012).

5.2 PODNEBNI POGOJI

5.2.1 Temperatura zraka

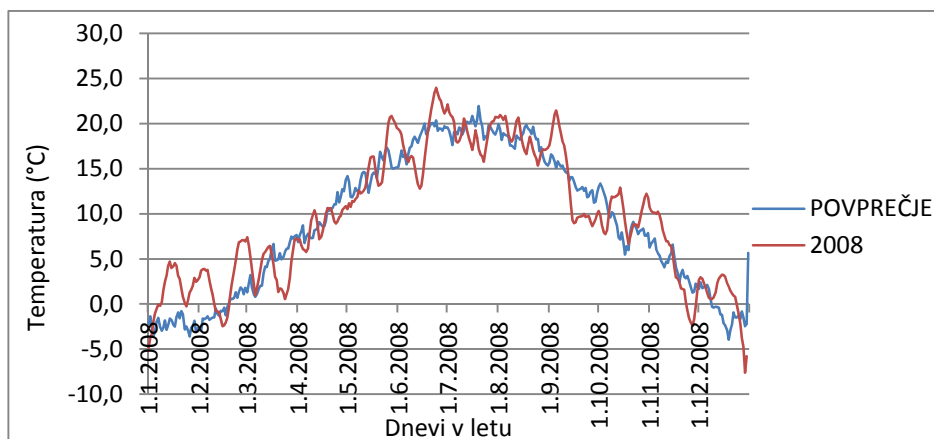
Podatke o temperaturah zraka smo pridobili s strani Agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO) in sicer za meteorološko postajo Šmartno pri Slovenj Gradcu (321). Postaja se nahaja na nadmorski višini 444 m in jo označujejo geografska širina $46^{\circ} 29' 43.15''$ in dolžina $15^{\circ} 6' 13.7''$. Podatke za temperaturo smo analizirali za obdobje med letom 2001 in 2012. Za boljši slikovni prikaz smo uporabili metodo drsečih sredin, tako da smo zmanjšali vpliv trenda. Podatke za temperaturo zraka smo analizirali, izrazitejša leta so predstavljena na grafikonih.

Osredotočili smo se na temperaturo zraka konec aprila, ko začne *C. arvensis* rojiti. Ugotovili smo, da je bila povsod temperatura zraka pred 27. 4. blizu ali pa celo čez 12°C . (Slika 13). V letu 2012 smo se osredotočili na krivuljo okrog 27. aprila. Takrat naj bi v letu 2012 potekalo rojenje. Kot smo zasledili, se dana temperatura ujema s trditvijo Battistija (1994), da se rojenje prične pri temperaturi zraka 12°C ali več (Slika 17).



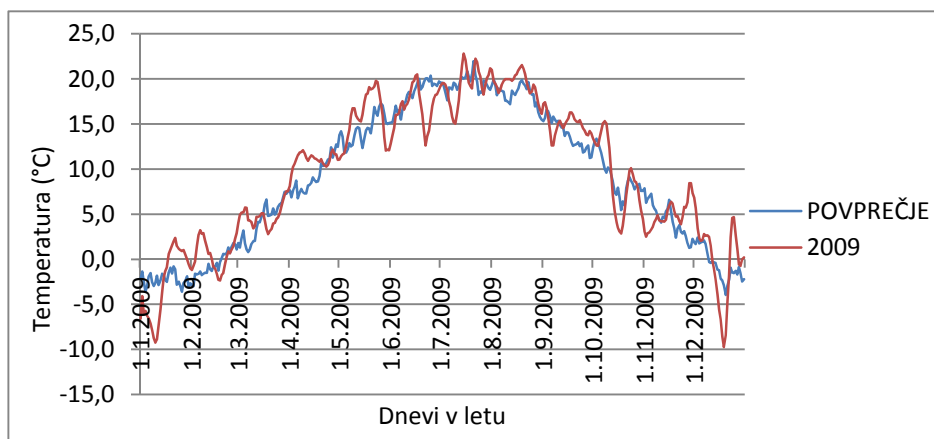
Slika 13: Primerjava povprečne temperature zraka v obdobju 2001–2012 s temperaturo v letu 2007

Za leto 2007 smo ugotovili, da so v začetku leta temperature bile nadpovprečno visoke. (Slika 13).



Slika 14: Primerjava povprečne temperature zraka v obdobju 2001–2012 s temperaturo v letu 2008

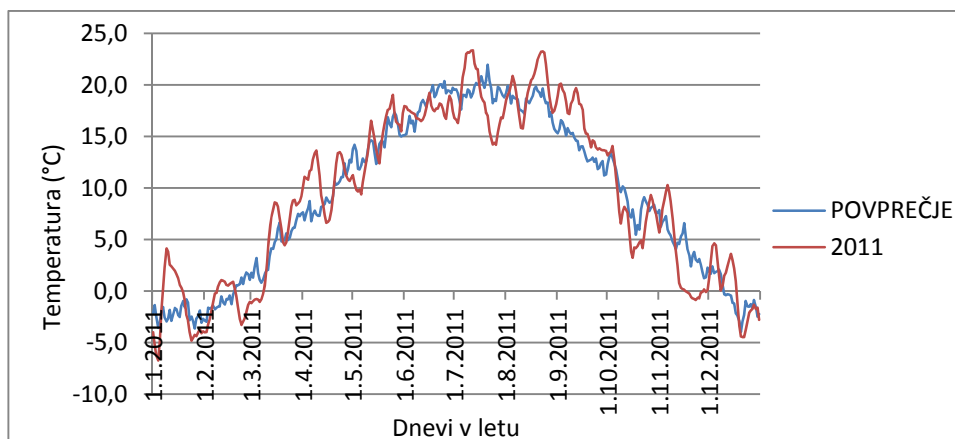
Tudi v začetku leta 2008 smo ugotovili nadpovprečno visoke temperature zraka (Slika 14). Te visoke temperature bi lahko bile, v kombinaciji z drugimi dejavniki, vzrok namožitve *C. arvensis* v letu 2009 v Prevaljah (Sliki 13, 14).



Slika 15: Primerjava povprečne temperature v obdobju 2001–2012 s temperaturo v letu 2009

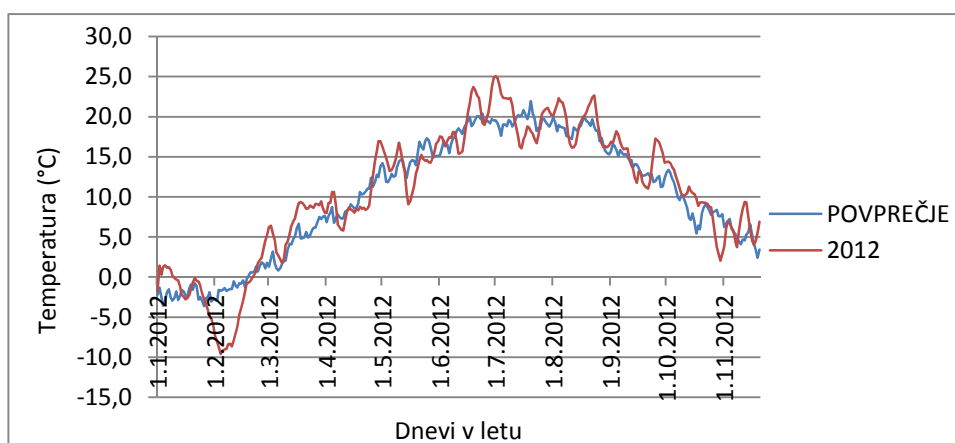
Na sliki 15 smo prikazali temperaturne razmere v letu gradacije (2009).

V času trajanja višje gostote populacij vrst rodu *Cephalcia* (leto 2011, 2012) na lokaciji Prevalje so bile temperature zraka v kritičnem času rojenja in preživetja prepupalnih oblik zapredkaric visoke (Slika 16, 17).



Slika 16: Primerjava povprečne temperature v obdobju 2001–2012 s temperaturo v letu 2011

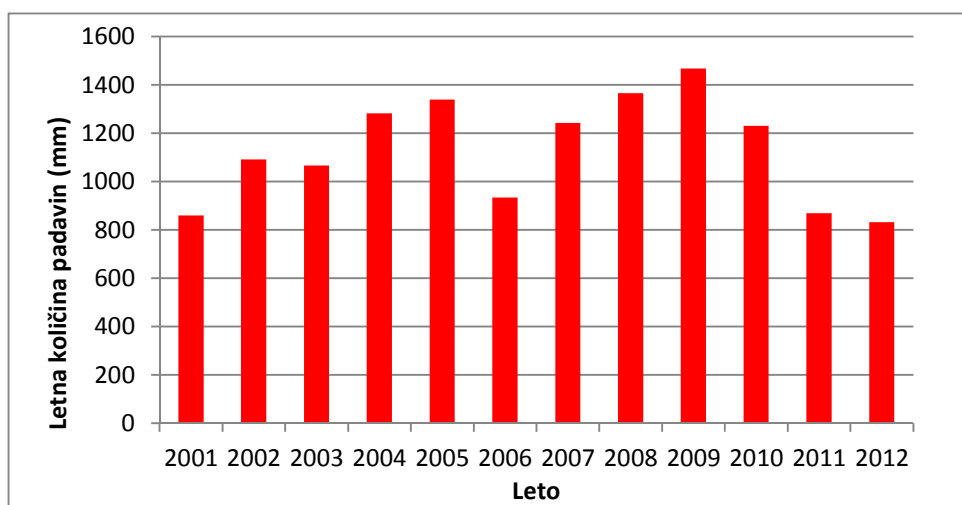
Glede na prejšnja leta je bila v začetku leta 2011 temperatura zraka nad povprečjem (Slika 16).



Slika 17: Primerjava povprečne temperature v obdobja 2001–2012 s temperaturo v letu 2012

5.2.2 Padavine

Tudi podatke padavin smo pridobili s strani Agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO) za meteorološko postajo Kotlje (288). Postaja je na nadmorski višini 450 m in jo označuje geografska širina 46° 31' 16.09" in dolžina 14° 59' 5.7". Zajeli smo podatke padavin med letoma 2001 in 2012 (Slika 17).



Slika 18: Letna količina padavin v mm v obdobju 2001 do 2012

Iz slike 18 lahko razberemo, kolikšna je bila količina padavin po letih v obdobju 2001–2012. Opazimo, da je bila v letu 2009 največja letna količina padavin (1486 mm), najmanj padavin pa so izmerili v letu 2001 (860 mm) in 2012 (869 mm). Nekoliko manj padavin so izmerili v letu 2006 (934 mm) (Preglednica 6).

Preglednica 6: Količina padavin v obdobju 2006–2012 po mesecih

	Padavine (mm)						
Mesec v letu	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
1	44,9	79,7	22,2	134,5	47,4	21,8	12,3
2	23,6	50,3	19,4	90,0	74,1	13,6	63,4
3	93,3	147,4	106,0	98,5	32,7	63,7	8,8
4	124,5	11,7	83,5	70,9	46,2	50,0	85,8
5	131,7	88,0	76,4	90,5	87,2	112,8	130,5
6	43,0	103,9	225,4	247,1	103,9	136,5	73,2
7	54,1	168,3	204,8	145,6	83,0	130,1	143,6
8	186,6	201,8	180,7	157,5	217,2	60,8	57,4
9	76,0	201,4	54,7	159,7	234,8	85,7	256,9
10	44,6	110,3	73,4	64,9	81,8	141,4	
11	55,0	36,9	94,6	81,6	138,0	0	
12	57,0	42,6	220,5	127,1	84,4	53,0	
Skupna vsota	934,3	1242,3	1361,6	1467,9	1230,7	869,4	831,9

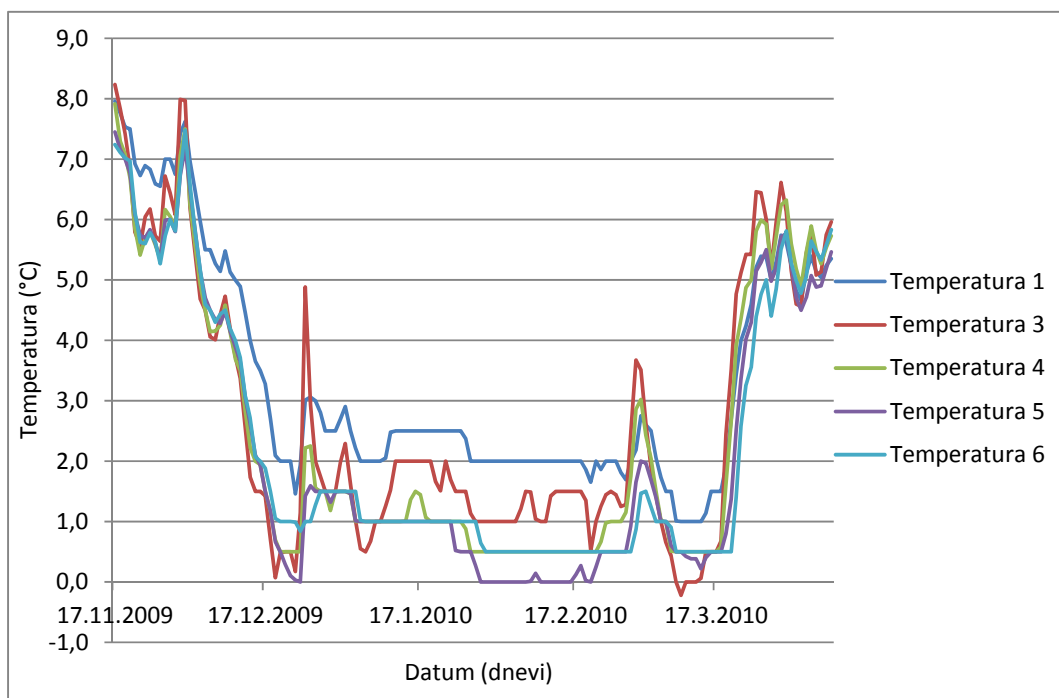
Podrobneje smo obravnavali podatke med leti 2006 in 2012 (Preglednica 6). Ta leta bi lahko s svojim padavinskim režimom vplivala na pojav gradacije v letu 2009. V letu 2006 je bila izrazito majhna količina letnih padavin. V primerjavi z ostalimi leti pa je bila količina padavin v aprilu in maju višja od povprečja. Za leto 2009 (prvi pojav gradacije) je bila značilna obilica padavin v januarju, februarju in juniju. Leto 2009 po letni količini padavin ni značilno odstopalo od dolgoletnega povprečja na tem območju.

5.2.3 Temperatura v tleh

Temperaturo v tleh smo merili s pomočjo T-gumbkov (Slika 8), ki so meritve zabeležili na vsakih 30 minut, na 5 različnih ploskvah vzdolž pobočja. Podatki so bili preneseni na računalnik s T-gumbkov na približno vsake pol leta; posledično imamo grafikone, ki prikazujejo temperaturo v tleh v polletnem razdobju. Meritve so bile opravljene v času od 2009 do 2012.

Beleženje temperature v tleh je pomembno za ugotovitve, kako ta vpliva na razvoj prepupalnih oblik in pojav odraslih osebkov.

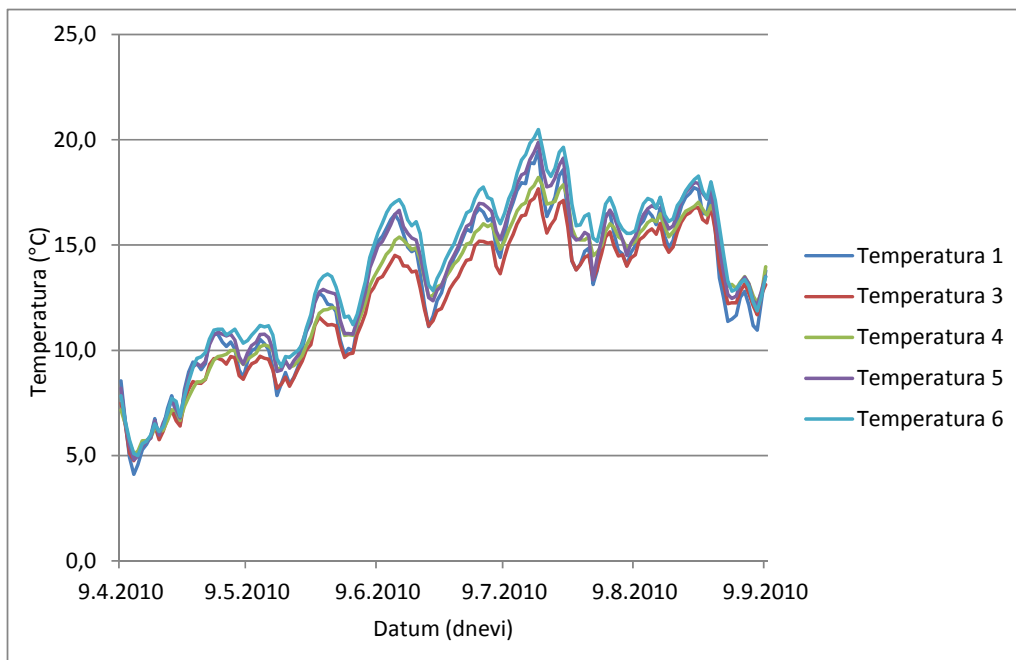
Temperaturo v tleh so merili na ploskvah, na katerih smo nabrali tudi vzorce prepupalnih oblik (ploskve 3, 8, 15, 20, 27, 32) (Sliki 7, 19).



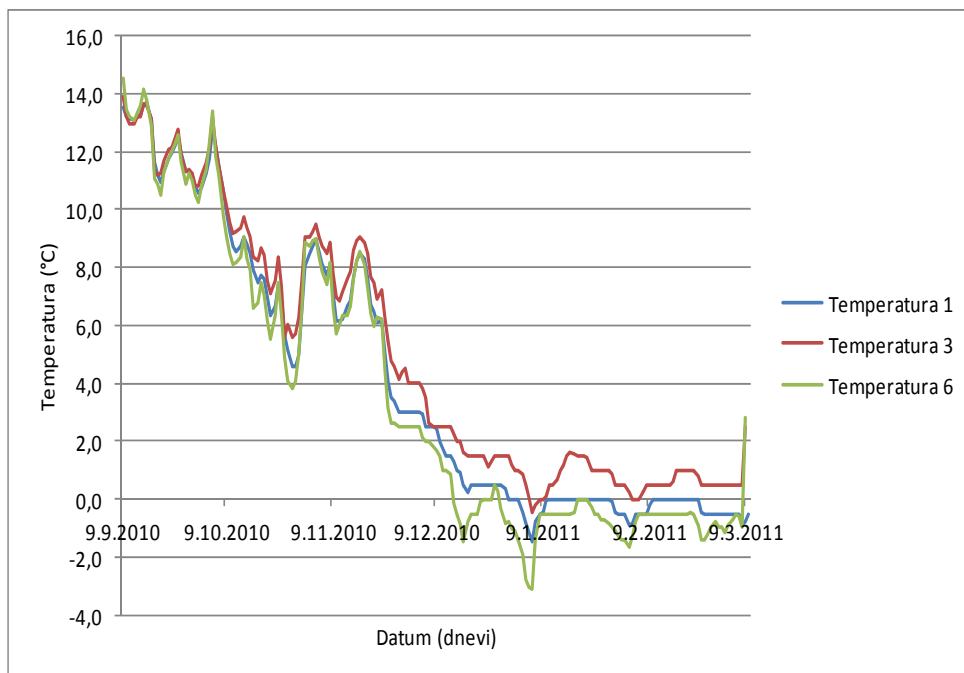
Slika 19: Temperatura v tleh na ploskvah 1, 3, 4, 5, 6 v obdobju od 17. 11. 2009 do 9. 4. 2010

Kot vidimo na zgornjem grafu (Slika 19), je prišlo do razlik pri temperaturah v tleh med posameznimi ploskvami (2 °C). V obdobju najnižjih temperatur se je temperatura ponekod spustila vse do 0 °C. Predvidevamo, da je ta razlika med posameznimi ploskvami posledica

trenutnih mikrookoljskih pogojev, ki so bili na posamezni ploskvi. V tem obdobju temperatura na nobeni ploskvi ni padla pod 0 °C (Slika 19). Gradacija zapredkaric na lokaciji Prevalje je bila leta 2009, zato so bistvene temperature v tleh v letih 2007 in 2008. Merili smo temperaturo v tleh v jesenskem/zimskem času 2009 in 2010. Takrat so bile temperature relativno visoke in ugodne za razvoj zapredkaric (Slike 19, 20, 21).

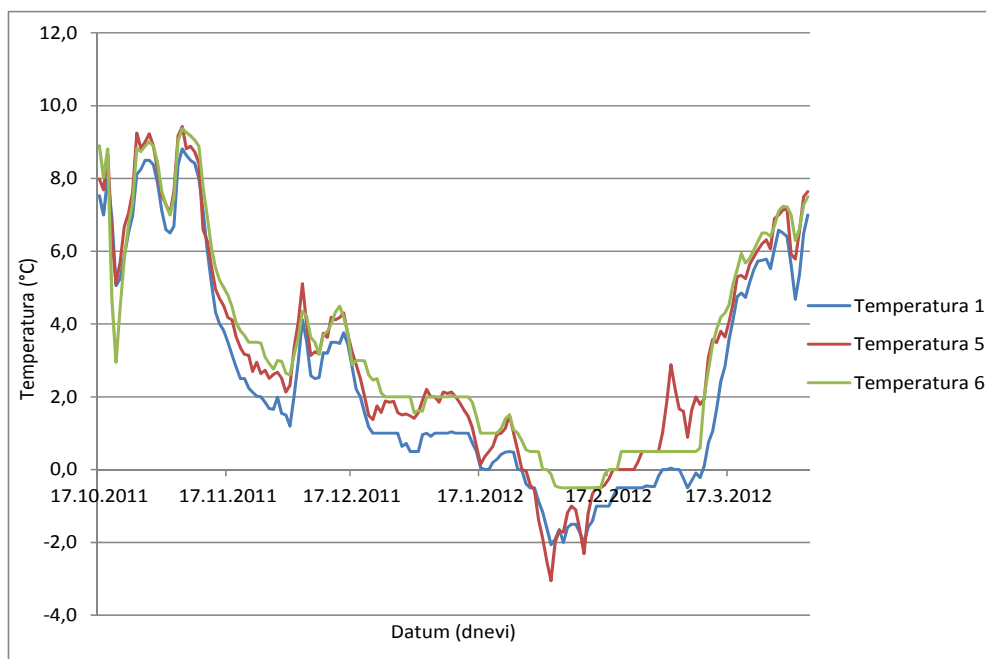


Slika 20: Temperatura v tleh na ploskvah 1, 3, 4, 5, 6 v obdobju 9. 4. 2010 do 9. 9. 2010



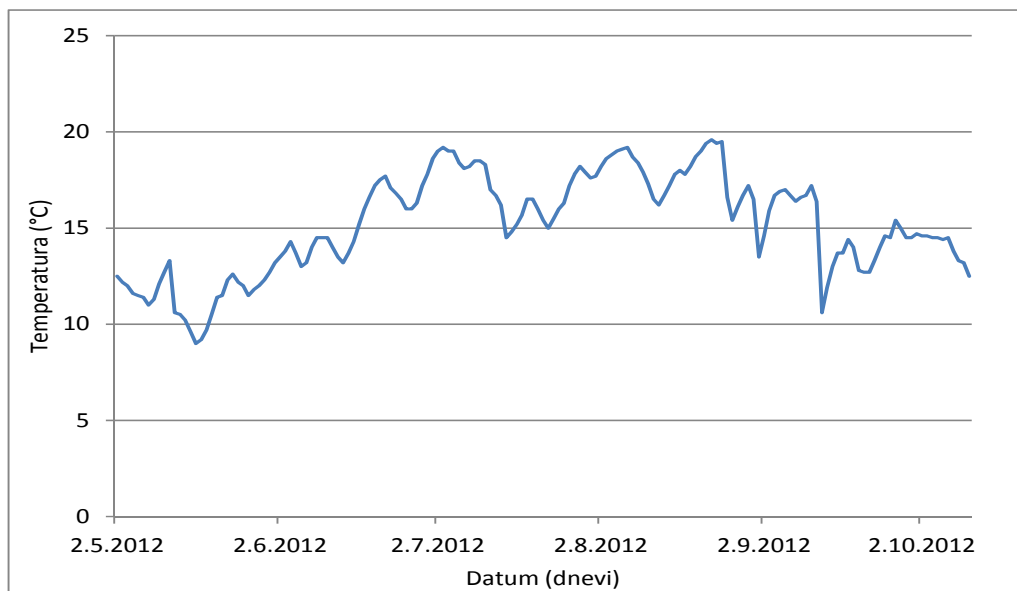
Slika 21: Temperatura v tleh na ploskvah 1, 3, 6 v obdobju od 9. 9. 2010 do 9. 3. 2011

V zimskem času 2010/11 se je temperatura v tleh spustila pod 0 °C. Najnižjo temperaturo -3 °C so zabeležili 5. 1. 2011 na ploskvi 6 (Slika 21).



Slika 22: Temperatura v tleh na ploskvah 1, 5, 6 v obdobju 17. 10. 2011 do 5. 4. 2012

Pozimi 2011/12 so bile v najhladnejšem obdobju ponovno zabeležene temperature v tleh pod 0 °C, najnižja izmerjena temperatura je bila –3 °C, kar bi lahko vplivalo na zmanjšanje populacije zapredkaric v letu 2012 (Slika 22).



Slika 23: Temperatura v tleh v obdobju od 2. 5. 2012 do 11. 10. 2012

V zadnjem obdobju je deloval le še eden termometer v tleh, zato smo imeli le eno meritev in posledično tudi eno krivuljo. Dne 2. 5. 2012 je bila krivulja že nad 12 °C kot tudi 27. 4. 2012 v času rojenja odraslih osebkov *C. arvensis* (Slika 23).

6 RAZPRAVA IN SKLEPI

6.1 RAZPRAVA

V diplomskem delu smo opisali prvi znani izbruh zapredkaric na ozemlju Slovenije. Na podlagi prepupalnih oblik smo ugotavljali katere vrste rodu *Cephalcia* so prevladovali na lokaciji Prevalje v letu 2009. Določili smo številčnost zapredkaric v zemlji na podlagi prepupalnih oblik ter raziskali nekatere podnebne pogoje, ki bi lahko vplivali na razvoj zapredkaric.

Naredili smo serijo fotografij prepupalnih oblik zapredkaric. Na podlagi teh fotografij smo s pomočjo ključa za določanje vrst rodu *Cephalcia* po morfometričnih značilnostih zaroda ugotovili, da so kar 104 vzorci ustrezali vrsti *Cephalcia arvensis*, kar predstavlja 71 % od celotnega števila nabranih prepup. Preostalega deleža (29 %) nismo vrstno določili zaradi nejasnosti taksonomskih znakov vzorcev. Torej lahko potrdimo hipotezo 3, da je na osnovi morfometričnih značilnosti prepupalnih oblik mogoče ločiti nekatere vrste rodu *Cephalcia*.

Na podlagi 72 osebkov, nabranih na naši lokaciji, je bila 100 % določena vrsta *C. arvensis* (Jurc, 2012). Za *Cephalcia* spp. je značilna visoka stopnja variabilnosti morfometričnih lastnosti, tako za ličinke kot tudi predvsem za odrasle osebkke. Tudi Battisti (1993) navaja, da *C. arvensis* velja za posebej variabilno vrsto, tako z gledišča morfologije kot biologije.

Večje poškodbe sestoja *Picea abies* so se pojavile junija–julija leta 2009 na lokaciji Prevalje. Temu so botrovali ugodne ekološke razmere in tudi druge ustrezne razmere za razvoj populacij zapredkaric v prejšnjih letih. V talnih vzorcih, ki so jih nabrali na Riflovem vrhu dne 17. 7. 2009, so na m² tal ugotovili 1770 eonimf in/ali pronimf (Jurc in Mlinšek, 2009).

Velikost populacije zapredkaric na Riflovem vrhu v letu 2010 smo določili na podlagi nabiranja vzorcev prepup na šestih ploskvah. Ugotovili smo velikost populacije na posamezni ploskvi po številu prepup na m². Ta podatek prikaže velikost populacije zapredkaric in lahko na osnovi tega predvidimo gradcijo zapredkaric v bližnji prihodnosti.

Odkrili smo, da so vzorci na vseh šestih ploskvah leta 2010 vsebovali nadpovprečno število ličink/prepup. Največje število ličink/prepup/m² smo ugotovili na ploskvi 15 in sicer 944 ličink/prepup/m². Najmanjše število ličink je bilo na ploskvi 27 in sicer 160 ličink/prepup/m². Na preostalih ploskvah pa je bilo ugotovljeno število ličink/prepup v razponu od 560 do 800 ličink/prepup/m². Martinek in sod. (1987 cit. po Battisti in Rodeghiero, 1998) so mnenja, da se defoliacija prične že pri 20 osebkih prepup (eonimf/pronimf)/m² tal v spomladanskem času ali 10 prepupalnih oblik (pronimf)/m² v sestoji, kjer je že prišlo do defoliacije. Ta podatek se nanaša na naše rezultate, kajti tudi mi smo nabirali vzorce spomladi. Glede na ugotovljeno številčnost zapredkaric na Riflovmem vrhu lahko na podlagi literature sklepamo, da je v našem primeru šlo za močan izbruh.

Obravnavali smo nekatere podnebne dejavnike, ki imajo vpliv na potek razvoja zapredkaric na naši lokaciji. Raziskave evropskih strokovnjakov kažejo, da ima tako temperatura zraka kot tudi temperatura tal pomembno vlogo pri razvoju ličink/eonimf/pronimf/bub kot tudi pri rojenju odraslih osebkov (Battisti, 1994). V naši nalogi smo analizirali podatke za temperaturo zraka, količine padavin in temperaturo v tleh. Temperatura zraka je predvsem pomembna za začetek rojenja oz. pojava odraslih osebkov v spomladanskih mesecih in tudi predstavlja temperaturni prag, ob katerem se ličinke iz dreves spustijo na tla in se zarijejo v zemljo (Battisti in Cescatti, 1994). *C. arvensis* velja za vrsto, ki začne rojiti prva od vseh evropskih vrst rodu *Cephalcia*. To je konec aprila ali v začetku maja. Šele pozneje ji v rojenju sledijo preostale vrste zapredkaric. Temperatura tal je pomemben dejavnik pri razvoju zapredkaric. Trajanje razvoja zapredkaric je odvisno od temperaturnih razmer v tleh in tudi od temperaturnih razmer v krošnjah. V tleh se pojavljajo zapredkarice v dveh prepupalnih oblikah, in sicer kot eonimfa ali pronimfa. Pri temperaturi zraka in tal je mejna vrednost 12 °C (Battisti in Rodeghiero, 1998, Battisti, 1994). Kadar je temperatura v tleh ob selitvi ličink v tla pod mejno vrednostjo, preide eonimfa v podaljšano diapavzo. Tako se eonimfe spremenijo v pronimfe v naslednjem poletju. Kadar pa so temperaturne razmere ob selitvi ličink v tla ugodne (nad 12 °C), se te takoj spremenijo v pronimfe in se že v naslednji pomladi iz njih razvijejo odrasli osebki (Jurc, 2012). Analizirali smo temperaturo zraka v obdobju 2001–2012. Primerjali smo povprečno temperaturo za obdobje 2001–2012 s povprečnimi

temperaturami v posameznih letih. Ugotovili smo precejšnja odstopanja od povprečne temperature predvsem v letih 2007, 2008, 2011 in 2012. V teh primerih je bila povprečna temperatura v posameznih letih bistveno višja ali pa precej nižja od povprečne temperature za obdobje 2001–2012 predvsem v začetku leta. V letih 2007 in 2008 je bila temperatura zraka v začetku leta precej nad povprečjem, kar kaže na ugodne temperaturne razmere za razvoj zapredkaric v letu 2009. V začetku leta 2011 in 2012 pa so bile izmerjene temperature bistveno pod 0 °C. To je vplivalo na zmanjšanje populacije v tleh v letu 2011 in 2012. Pomemben je predvsem prikaz gibanja temperature za leto 2012. Ugotovili smo, da je bila konec aprila temperatura zraka blizu ali je presegla 12 °C. To lahko povežemo s časom rojenja odraslih osebkov zapredkaric v letu 2012, ki je potekalo konec aprila. Takrat je tudi bilo opravljeno nabiranje odraslih osebkov na terenu. 27. aprila 2012 je bilo nabranih 72 odraslih osebkov zapredkaric, ki so bile pozneje poslane v potrditev identifikacije na Univerzo v Padovo (Jurc, 2012). Na podlagi rojenja (konec aprila) kot tudi temperature zraka (12 °C) lahko sklepamo na vrsto *C. arvensis*. O temperaturi zraka kot pomembnem dejavniku razvoja zapredkaric je pisal predvsem Battisti v svojih raziskavah zapredkaric v italijanskem predalpskem območju. Govori o temperaturi kot pomembnem dejavniku na čas pojava odraslih osebkov kot tudi vpliva na čas, kadar se ličinka spusti iz drevesa in se konec poletja zarije v zemljo. Zrele ličinke, ki se zarijejo v tla pri temperaturi okrog 12 °C in se takoj v razvijejo v pronimfo, bodo v naslednjem letu spomladi že odrasli osebki. Tiste, ki se spremenijo v eonimfe in pozneje v pronimfe, pa bodo prešle v podaljšano diapavzo (Battisti, 1994). Raziskali so tudi vpliv temperature na pojav odraslih osebkov in ugotovili, da so se odrasli osebki pojavili in pričeli s svojo aktivnostjo, ko je temperatura dosegla vrednost blizu 12 °C. Odrasli osebki so začeli iskati in se prehranjevati s sladkorji, še posebej z medeno roso (Battisti, 1993). Battisti (1994) je mnenja, da temperatura zraka vpliva tudi na čas ovipozicije (odlaganje jajčec). To naj bi se začelo pojavljati konstantno, kadar je temperatura zraka dosegla vrednost 20 °C za vsaj 3 ure. Battisti in Cesscati (1994) sta v Italiji izvedla poskus na območju, kjer so se pojavile zapredkarice. Del poskusa je bil izveden na nekoliko hladnejših območjih; ugotovila sta, da je bil razvoj zapredkaric uspešen, vendar počasen. Temperatura je zelo vplivala na čas razvoja pri obeh fazah razvoja, jajčecih in ličinkah. Tako da kljub veliki toplotni prilagodljivosti vrste *C. arvensis* ni verjetno, da bi prišlo do gradacije vrste *C. arvensis* v ekstremnih območjih, kot je to na primer na gozdni meji v Alpah ali borealnih smrekovih

gozdovih. Zato sklepata, da do gradacij vrste *C. arvensis* lahko pride le v toplejših regijah, kot npr. v italijanskem predalpskem območju in v nižjih nadmorskih višinah v srednji Evropi.

Temperatura zraka pa naj bi se izkazala kot najpomembnejši dejavnik, ki vpliva na temperaturo v tleh (Spurr in Barnes, 1980 cit. po Battisti, 1994).

Temperatura v tleh je pomembna pri spoznavanju ekologije vrste *C. arvensis*, saj ravno ta največ časa preživi v zemlji. Temperaturne razmere, katerim so podvržene ličinke/eonimfe/pronimfe/bube, ko vstopajo v zemljo ali živijo v zemlji, lahko zelo vplivajo na to, koliko časa bo trajal razvoj različnih razvojnih oblik, ličink do odraslega osebka in potem posledično na dinamiko populacije. Dlje časa trajajoča temperatura pod ničlo lahko povzroči odmiranje zapredkaric v zemlji (Battisti, 1994).

Za obdobje, ki je pomembno za gradacijo *C. arvensis* pri nas leta 2009, torej za leta 2007 in 2008 nimamo meritev temperatur v tleh. Razmere v tleh so v letih meritev bile relativno ugodne za razvoj zapredkaric, vendar gradacij v letih 2010, 2011 in 2012 na raziskovani lokaciji Prevalje in drugod v Sloveniji nismo zabeležili.

V zimi 2009/10 se temperature v tleh niso spustile na nobeni ploskvi pod 0 °C. To je gotovo pozitivno vplivalo na razvoj ličink v tleh. Kajti pomladi 1. 2010 so bili nabrani vzorci zemlje na istih ploskvah. Vsak vzorec je vseboval večje število ličink. Na podlagi števila ličink na posameznih ploskvah je bil ugotovljen izbruh. Pozimi 2010/11 in 2011/12 pa so bile izmerjene temperature pod 0 °C. Obdobje nizkih temperatur (pod 0 °C) je trajalo tudi dlje časa. Najnižja izmerjena temperatura je bila -3 °C. Obdobje nizkih temperatur (pod 0 °C) dve zimi zaporedoma bi lahko vplivalo na zmanjšanje števila zapredkaric v zemlji.

Celoten proces razvoja od eonimfe do pronimfe naj bi bil reguliran ravno s temperaturo v tleh. Diapavza naj bi se končala enkrat v času pozne pomladi, razvoj zaroda bi se nadaljeval, ko bi se temperatura dvignila do temperaturne meje za razvoj po diapavzi (Hodek in Hodkova, 1988 cit. po Battisti, 1994). Glede na to trditev je Battisti (1994)

ugotovil, da naj bi bila temperaturna meja v tleh za nadaljnji razvoj 8 °C. V podaljšano diapavzo ličinka vstopi kot eonimfa, izkazalo pa se je tudi, da kot pronimfa v prvih razvojnih stadijih ličinke (L_1 , L_2). To se zgodi, kadar se temperatura približuje temperaturnemu pragu (Battisti, 1994).

Pomemben abiotični dejavnik pri gradacijah je tudi letna količina padavin. Za območje Slovenj Gradca je dolgoletno povprečje letnih padavin za obdobje 1971–2000 1139 mm na leto (vir: ARSO). Gradacija zapredkaric se je pojavila leta 2009. Leta 2006 so izmerili 934 mm padavin, kar je manj od povprečja. Še posebej sušna je bila druga polovica leta. Po tem letu pa so sledila 4 leta, pri katerih je bila količina padavin višja od povprečne. Največ padavin je bilo ravno v letu 2009. Iz podatkov o padavinah bi lahko sklepali, da je manjša količina padavin v letu 2006 in višja količina padavin v letu 2007 vplivala na pojav gradacije zapredkaric v letu 2009. Glede na manjšo količino padavin v prvi polovici l. 2009 lahko sklepamo, da je bilo posledično več sončnih dni. Taki podnebni pogoji so ugodno vplivali na pojav v l. 2009.

Glede na sklepanja o podnebnih pogojih lahko sprejmemo hipotezo 2. Ta pravi, da so eden izmed dejavnikov za izbruh, ugodne temperaturne razmere v predhodnih letih. Kot smo ugotovili so bile v letih pred izbruhom ugodne temperaturne razmere tako zraka kot tal.

Prepupalne oblike (eonimf/pronimfe) smo raziskovali tudi v kontroliranih razmerah z namenom pridobitve odraslih osebkov in določitve prisotnih vrst. V času naše raziskave se ni razvil noben odrasli osebek. Kot navaja literatura je pogosto iz nabranih vzorcev rodu *Cephalcia* v laboratoriju s težavo vzgojiti odrasle osebe. Pri vzgoji prepupalnih oblik v zemlji ali v posameznih posodah, se je vedno izkazala visoka stopnja umrljivosti (Battisti, 1994, Battisti in Cescatti, 1994 cit. po Martinek, 1980). V primeru da bi prihodnosti prišlo do podobne situacije z zapredkaricami, bi bilo smiselno v naravnih razmerah vzpostaviti poskus. Vendar pa bi bilo za to potrebno veliko sredstev.

6.2 SKLEPI

Izbruh *Cephalcia* spp. na lokaciji Prevalje se je pojavil leta 2009. Kljub veliki številčnosti nismo imeli ponovne gradacije.

Na podlagi določanja vrst predpupalnih oblik leta 2010 smo ugotovili, da kar 71 % od 223 osebkov pripada vrsti *C. arvensis*. V letu 2012 so na podlagi 72 vzorcev, ki so bili nabrani na lokaciji Riflov vrh, potrdili da vsi osebki spadajo v vrsto *C. arvensis* (Jurc, 2012). Na podlagi teh podatkov lahko sklepamo, da na naši lokaciji prevladuje vrsta *C. arvensis* (pojska zapredkarica).

Podnebni pogoji zelo vplivajo na poikilotermne živali (žuželke). Temperature v tleh v času meritev 2009–2012 so bile okrog 0 °C, najnižja zabeležena temperatura v tleh je bila –3 °C.

Naša raziskava odpira paleto možnih vzrokov za pojav gradacije leta 2009 in izostanek gradacije v letih 2010, 2011 in 2012. Možna razlaga izbruha je suša leta 2006 in oslabljenost starega sestoja navadne smreke. Izostanek leta 2010, 2011 in 2012 so lahko naravni sovražniki zaroda v tleh in krošnjah, podaljšana diapavza *C. arvensis* in drugih vrst zapredkaric, zatiralni ukrepi gozdarjev leta 2010 ali drugi neraziskani vzroki.

7 POVZETEK

Nekatere vrste rodu *Cephalcia* povzročajo resne probleme v sestojih v Evropi. To so predvsem vrste *C. abietis*, *C. arvensis*, *C. alishanica* in *C. alpina*. Do množičnih pojavov rodu *Cephalcia* je v Evropi prihajalo že v preteklosti (Italija, Češka, Poljska, Švedska, Nemčija ...), v Prevaljah pa je bil l. 2009 prvič zabeležen izbruh zapredkaric na ozemlju Slovenije. Ogroženi so predvsem smrekovi sestoji od 50 do 100 let, ki se nahajajo na meji ali zunaj rastišč smreke in so izpostavljeni različnim okoljskim obremenitvam.

V diplomski nalogi smo naredili pregled evropskih vrst zapredkaric, tudi tistih, ki ne prehajajo v gradacijo. Praktični del diplomske naloge je bil opravljen na terenu in v Laboratoriju za varstvo gozdov in ekološke študije na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire. V Prevaljah smo nabirali vzorce zemlje na 6-ih ploskvah in iz njih izločili prepupalne oblike rodu *Cephalcia*. Na podlagi teh smo ugotovili velikost populacije *Cephalcia* spp. na lokaciji in ugotovili, da se je visoka gostota populacij zapredkaric pojavila tudi v letu 2010 vendar večje poškodbe sestoja temu niso sledile v letih 2011 in 2012. Iz prepupalnih oblik smo skušali vzgojiti odrasle osebkke v laboratorijsko kontroliranih razmerah. Na podlagi odraslih osebkov bi določali prisotnost vrst. Pozneje smo ugotovili precejšnjo umirljivost zaroda zapredkaric pri vzgoji in nismo uspeli vzgojiti odraslih osebkov zapredkaric. Z analizo prepupalnih oblik je bila ugotovljena vrsta *C. arvensis* s kar 71%. Torej vrsta *C. arvensis* prevladuje na lokaciji Prevalje.

Poleg bionomije zapredkaric na Riflovem vrhu smo ugotavljali tudi nekatere podnebne vplive na dani lokaciji, in sicer na podlagi temperature zraka, temperature tal in količine padavin. Potrdili smo, da tako temperatura zraka kot temperatura v tleh vplivata na razvoj vrste *C. arvensis* in da je pri obeh pomembna mejna vrednost 12 °C. Za padavine pa smo ugotovili, da kljub veliki količini padavin (2008, 2009) te niso vplivale na zmanjšanje populacije zapredkaric v letih 2010, 2011 in 2012.

8 VIRI IN LITERATURA

Achterberg C. van, Aartsen B. van 1986. The European Pamphiliidae (Hymenoptera: Symphyta), with special reference to the Neatherlands. Zoologische Verhandelingen, 234, 1: 1–98

Battisti A. 1993. Bionomics of the spruce web-spinning sawfly *Cephalcia arvensis* Panzer (Hym., Pamphiliidae) in Northeastern Italy. Journal of Applied Entomology, 115, 1–5: 52–61

Battisti A., Zanolco D. 1994. Biosystematics of *Cephalcia arvensis* Panzer group. I. Description of *Cephalcia fulva* n. sp. (Hymenoptera Pamphiliidae). Redia, 77, 2: 297–311

Battisti A., Cescatti A. 1994. Temperature-Dependent Growth Model for Eggs and Larvae of *Cephalcia arvensis* (Hymenoptera: Pamphiliidae). Enviromental entomology, 23, 4: 805–811

Battisti A. 1994. Voltinism and diapause in the spruce web-spinning sawfly *Cephalcia arvensis*. Entomologia experimentalis et applicata, 70: 105–113

Battisti A., Jiang-hua Sun. 1996. A survey of the spruce web-spinning sawflies of the genus *Cephalcia* Panzer in north-eastern China, with a guide to the identification of prepapuae (Hymenoptera, Pamphiliidae). Journal of Applied Entomology, 120: 275–280

Battisti A., Rodeghiero M. 1998, Monitoring spruce webspinning sawflies *Cephalcia* spp.: the correlation between trap catches and soil sampling. Entomologia Experimentalis et Applicata, 88: 211–217

Battisti A., Boato A. 1998. *Cephalcia masuttii* sp. n. (Hymenoptera : Pamphiliidae), a new web-spinning sawfly living on spruce. European Journal of Entomology, 95, 2: 251–262

Battisti A., Boato A., Masutti L. 2000. Influence of silvicultural practices and population genetics on management of the spruce sawfly, *Cephalcia arvensis*. Forest Ecology and Management, 128, 3: 159–166

Beneš K. 1976. Revision of the European species of the genus *Cephalcia* Panzer, 1805 (Hym., Pamphiliidae). Studie ČSAV 2:, 1–67.

Eichhorn O., Bogenschütz H. 2000. Untersuchungen über die Fichtengespinstblattwespen *Cephalcia* spp. Panz. (Hym., Pamphiliidae) IV. Massenwechsel von *Cephalcia abietis* L. im oberschwäbischen Forstrevier Erolzheim (Fbz. Ochsenhausen). Journal of Applied Entomology 124: 121–139

Eidt D. C. 1969. The Life Histories, Distribution, and Immature Forms of the North American sawflies of the Genus *Cephalcia* (Hymenoptera: Pamphiliidae). Memoirs of the Entomological Society of Canada, 101: 5–56

Escherich K. 1942. Die Forstinsekten Mitteleuropas. Hymenoptera (Hautflügler) und Diptera (Zweiflügler): Band 5. Berlin, Paul Parey: 746 str.

Gozdnogospodarski načrt za GGE Ravne 2009–2018. 2009. Slovenj Gradec, Zavod za gozdove Slovenije, OE Slovenj Gradec.

Holuša J., Liška J., Modlinger R., Vele A. 2007. On the occurrence of web-spinning sawflies of the genus *Cephalcia* (Hymenoptera, Pamphiliidae) in the Czech Republic. Journal of Forest Science, 53: 56–62

Jachym M. 2003. Location, Evolution and Importance of *Cephalcia arvensis* (Hym: Pamphiliidae) Populations in Polish Carpathian Mountains. V: Ecology, Survey and Management of Forest Insects. Krakow, Poland, 1–5 sept. 2002. Newton Square. Mcmanus M.L., Leibhold A.M. (ur.). USDA Forest Service: 145–147

Jachym M. 2007. Web spinning sawflies of the genus *Cephalcia* Panzer (Hymenoptera, Pamphiliidae) in the *Picea abies* forests on the Beskidy Mountains (Poland). Journal of Forest Science, 53: 63–68

Jurc M., Hladnik, D., Mlinšek, G., Borkovič, D., Meterc, G., Repe, A. 2010. Web-spinning sawflies of the genus *Cephalcia* Panzer (Hymenoptera, Pamphiliidae) in the *Picea abies* forests of Slovenia. V: 9th European Congress of Entomology, 17–22 August 2010, Budapest, Hungary: programme and book of abstracts. Budapest: Hungarian Entomological Society, Hungarian Natural History Museum: 104

Jurc M., Mlinšek, G. 2009. Zapredkarice (*Cephalcia* spp.) na vejah navadne smreke na Koroškem pri Prevaljah. Novice iz varstva gozdov
<http://193.2.23.10/nvg/prispevek.aspx?idzapis=2-9> (6. 7. 2012)

Jurc M. 2012. Izbruh poljske zapredkarice (*Cephalcia arvensis*) v Sloveniji. Novice iz varstva gozdov, 4, 5
<http://193.2.23.10/nvg/prispevek.aspx?idzapis=4-5> (11. 12. 2012)

Liška J., Knižek M., Kapitola P. 2001. Outbreak of *Cephalcia arvensis* (Hymenoptera Pamphiliidae) in Czechia from 1997 to 1999. V: Integrated Management and Dynamics of Forest Defoliating Insects. Victoria, British Columbia, Canada, 15–19 avg. 1999. Newtown Square. Leibhold A. M., McManus M. L., Otvos I.S., Fosbroke S.L.C. (ur.). USDA Forest Service: 104–105

Meterc G., Borkovič D., Jurc M. 2011. Raziskava zapredkaric (*Cephalcia* spp.) na Koroškem: 2. seminar in delavnica iz varstva gozdov. Novice iz varstva gozdov.
<http://193.2.23.10/dat/dogodki/29.pdf> (11. 8. 2012)

Mlinšek G., Mikeln J., Štern F., Kolšek M. 2010. Ukrepi proti namnožitvi zapredkaric (*Cephalcia* spp.) na Riflovem vrhu pri Prevaljah v letu 2010. Novice iz varstva gozdov, 3, 6–7
<http://www.zdravgozd.si/nvg/prispevek.aspx?idzapis=3-6> (16. 8. 2012)

Pschorn-Walcher H. 1982. Symphyta, Pflanzenwespen. V: Die Forstschädlinge Europas: Bd. 4. Schwenke W. (ur.). Hamburg, Berlin, Verlag Paul Parey: 188–191

Poročilo o pojavu škodljivih dejavnikov žive in nežive narave v gozdu za leto 2010. 2010. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije.

http://193.2.23.10/dat/letna_porocila/2010/skodljivi_dejavniki/sg.pdf (22. 10. 2012)

Thermo button.

<http://www.proges.com/plug-and-track/enregistreurs-de-temperature/thermo-bouton-enregistreur-de-temperature.html> (28. 10. 2012)

Zanocco D., Battisti A. 1995. Infestazioni di *Cephalcia arvensis* in peccete delle Prealpi Venete: III Note su altre specie di *Cephalcia* della picea e guida al riconoscimento pratico. Monti e Boschi, 2: 23–30

ZAHVALA

Pri izdelavi diplomske naloge so mi pomagali:

mentorica prof. dr. Maja Jurc

recenzent prof. dr Janko Božič

mag. Maja Božič

Gregor Meterc univ. dipl. inž. gozd.

Danijel Borkovič dipl. inž. gozd.

Andreja Repe uni. dipl. inž. gozd.

Gorazd Mlinšek uni. dipl. inž. gozd.

Vsem se najlepše zahvaljujem.