

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA BIOLOGIJO

Teodora MAJER

**POJAVLJANJE KLOPOV (Acarina: Ixodidae) IN NJIHOV RAZVOJ V GNEZDIH
BREGULJKE (*Riparia riparia*)**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**OCCURRCE OF TICKS (Acarina: Ixodidae) AND THEIR DEVELOPMENT IN
SAND MARTIN NESTS (*Riparia riparia*)**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2008

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija biologije. Opravljeno je bilo na Oddelku za biologijo Biotehniške fakultete v Ljubljani in v Prirodoslovnem muzeju Slovenije.

Študijska komisija Oddelka za biologijo je za mentorja diplomske naloge imenovala doc. dr. Roka Kostanjška.

Mentor: doc. dr. Rok Kostanjšek

Delovni mentor: dr. Tomi Trilar

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Peter TRONTELJ

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Član: doc. dr. Janko BOŽIČ

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Član: doc. dr. Rok KOSTANJŠEK

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Član: dr. Tomi TRILAR

Prirodoslovni muzej Slovenije

Datum zagovora: 25. 4. 2008

Naloga 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.

Teodora MAJER

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dd
DK	591.5:595.421:598.2(497.4)(043.2)=163.6
KG	klopi, <i>Ixodes lividus</i> , gnezda breguljke (<i>Riparia riparia</i>), sezonska dinamika, razvojne stopnje klopov, Slovenija
AV	MAJER, Teodora
SA	KOSTANJŠEK, Rok (mentor)/ TRILAR, Tomi (delovni mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo
LI	2008
IN	POJAVLJANJE KLOPOV (ACARINA: IXODIDAE) IN NJIHOV RAZVOJ V GNEZDIH BREGULJKE (<i>Riparia riparia</i>)
TD	Diplomsko delo (Univerzitetni študij)
OP	IX, 74 str., 6 tab., 15 sl., 55 vir.
IJ	sl
Jl	sl/en
AI	AVTORSKI IZVLEČEK

Diplomsko delo vključuje pregled vzorcev zbranih v sklopu proučevanj Prirodoslovnega muzeja Slovenije od leta 2000 do 2004, ter lastnih vzorčenj v letih 2005 in 2006. S pomočjo naprave za izsesavanje gnezd smo zbirali vzorce gnezd breguljk (*Riparia riparia*) iz osmih testnih površin. Breguljkin klop (*Ixodes lividus*) je bil prisoten v vseh antropogenih in v enem od treh naravnih gnezdišč. V 578 gnezdih smo našli 21.666 osebkov *I. lividus*. Najpogosteje so se pojavljale ličinke (73 %), nato nimfe (26 %), samice (0,9 %) in samci (0,4 %). *Ixodes lividus* se v kolonijah *R. riparia* v Sloveniji pojavlja konstantno (C=75 %), v gnezdih pa akcesorno (C=33,4 %). S 5 % tveganjem lahko trdimo, da se pri klopju *I. lividus* tekom celega leta pojavlja sezonska dinamika, ki je značilna za ličinke, nimfe in samice. Ugotovljena sezonska dinamika je posledica upada števila klopov zaradi nizkih temperatur v zimskih mesecih. Kadar ni večjih temperaturnih sprememb, so razlike v pojavljanju števila klopov statistično neznačilne kar kaže, da vsi razvojni stadiji klopa uspešno preživijo sezonsko odsotnost gostitelja v latentnem stanju.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN	Dn
DC	591.5:595.421:598.2(497.4)(043.2)=163.6
CX	ticks, <i>Ixodes lividus</i> , sand martin nests (<i>Riparia riparia</i>), seasonal dynamics, tick stages, Slovenia
AU	MAJER, Teodora
AA	KOSTANJŠEK, Rok (supervisor)/ TRILAR, Tomi (cosupervisor)
PP	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111
PB	University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Biology
PY	2008
TI	OCCURENCE OF TICKS (ACARINA: IXODIDAE) AND THEIR DEVELOPMENT IN SAND MARTIN NESTS (<i>Riparia riparia</i>)
DT	Graduation thesis (University studies)
NO	IX, 74 p., 6 tab., 15 fig., 55 ref.
LA	sl
AL	sl/en
AB	ABSTRACT

The graduation thesis includes samples collected in studies made by the Slovenian Museum of Natural History from the year 2000 to 2004 and my own samples collected in 2005 and 2006. With the suction sampler we examined 578 Sand Martin (*Riparia riparia*) nests from eight areas in Slovenia. The Sand Martin Tick (*Ixodes lividus*) was present in all antropogenic and in one of three natural nesting areas. The nests contained 21,666 individuals (15,806 larvae (73%), 5,581 nymphs (26%), 202 females (0.9%) and 78 males (0.4%)). In colonies of *R. riparia*, *I. lividus* occurs constantly (C=75%) and in the nests accesory (C=33.4%). We confirmed seasonal dynamics of *I. lividus* in the stages of larvae, nymph and females, which occurs due to low temperatures in the winter months. Beside the influence of low temperature, the number of all tick stages remain more or less unchanged. The later indicates that all developmental stages of *I. lividus* are able to survive seasonal absence of the host in a dormant state.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE.....	V
KAZALO TABEL.....	VII
KAZALO SLIK.....	VIII
OKRAJŠAVE.....	IX
1 UVOD.....	1
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 KLOPI.....	3
2.1.1 Evolucija in sistematika	3
2.1.2 Morfologija	5
2.1.3 Razvoj	9
2.2 KLOPI KOT PARAZITI.....	11
2.2.1 Specifičnost za gostitelja.....	11
2.2.2 Iskanje gostiteljev	12
2.3 OKOLJE KLOPOV	13
2.4 ZDRAVSTVENI IN GOSPODARSKI POMEN KLOPOV	15
2.4.1 Klopi kot prenašalci	15
2.4.2 Vplivi klopov na gostitelje.....	16
2.4.2.1 Neposredni vplivi klopov	16
2.4.2.2 Posredni vplivi klopov	17
2.4.2.2.1 Bolezenski cikli	17
2.4.2.2.2 Mikroorganizmi in bolezni, ki jih prenašajo klopi.....	17
2.4.2.2.2.1 Bakterije	17
2.4.2.2.2.2 Virusi	20
2.4.2.2.2.3 Protozoji	22
2.5 KONTROLA ŠTEVILA KLOPOV	24
2.5.1 Biološka kontrola števila klopov in naravni sovražniki klopov	24
2.5.1.1 Plenilci klopov	25
2.5.1.2 Zajedalci klopov.....	25
2.6. PREDSTAVITEV RAZISKOVANIH VRST.....	26
2.6.1 Breguljkin klop (<i>Ixodes lividus</i> Koch, 1844).....	26
2.6.2 Breguljka (<i>Riparia riparia</i> Linnaeus, 1758).....	29
3 MATERIALI IN METODE	37
3.1 OPIS TESTNIH POVRŠIN	37
3.1.1 Središče ob Dravi in Grabe.....	38
3.1.2 Gramoznica pri Dolenji vasi in gramoznica Vrbina pri Brežicah.....	38
3.1.3 Srednja Bistrica ob Muri.....	39
3.1.4 Zlatoličje	40
3.1.5 Gramoznica Jurkovec.....	40

3.1.6 Gramoznica Melinci.....	40
3.2 ZBIRANJE IN OBDELAVA MATERIALA	42
3.2.1 Terensko delo.....	42
3.2.2 Laboratorijsko delo	44
3.2.3 Analiza rezultatov	45
4 REZULTATI	48
4.1 POJAVLJANJE BREGULJKINEGA KLOPA (<i>I. LIVIDUS</i>) V GNEZDIH BREGULJK (<i>R. RIPARIA</i>) NA POSAMEZNIH LOKALITETAH.....	48
4.1.1 Gramoznica pri Dolenji vasi	49
4.1.2 Gramoznica Vrbina pri Brežicah	49
4.1.3 Zlatoličje	50
4.1.4 Srednja Bistrica ob Muri.....	50
4.1.5 Gramoznica Jurkovec.....	50
4.1.6 Gramoznica Melinci.....	50
4.2 POJAVLJANJE BREGULJKINEGA KLOPA (<i>I. LIVIDUS</i>) NA BREGULJKAH (<i>R.</i> <i>RIPARIA</i>)	58
5 RAZPRAVA IN SKLEPI.....	59
5.1 RAZPRAVA	59
5.2 SKLEPI.....	66
6 POVZETEK	67
7 VIRI.....	71
ZAHVALA	

KAZALO TABEL

Tabela 1: Pregled zbranih vzorcev	48
Tabela 2: Pojavljanje breguljke klope (<i>Ixodes lividus</i>) v gramoznici v Melincih	51
Tabela 3: Rezultati testiranja različnega časovnega pojavljanja <i>Ixodes lividus</i> s Kruskal-Wallisovim testom in testom mediane v vseh šestih vzorčenjih prve sezone v Melincih	56
Tabela 4: Rezultati testiranja različnega časovnega pojavljanja <i>Ixodes lividus</i> s Kruskal-Wallisovim testom in testom mediane v prvih štirih vzorčenjih prve sezone v Melincih	57
Tabela 5: Rezultati testiranja različnega časovnega pojavljanja <i>Ixodes lividus</i> s Kruskal-Wallisovim testom in testom mediane v četrtem in petem vzorčenju prve sezone v Melincih	57
Tabela 6: Rezultati testiranja različnega časovnega pojavljanja <i>Ixodes lividus</i> s Kruskal-Wallisovim testom in testom mediane v drugi sezoni v Melincih	57
Tabela 7: Pregled pobranih breguljkin klopov (<i>Ixodes lividus</i>) iz breguljk (<i>Riparia riparia</i>) v Sloveniji od leta 1997 do 2003	58

KAZALO SLIK

Slika 1: Morfologija hrbtne in trebušne strani samice iz rodu <i>Ixodes</i> (Hillyard 1996).....	5
Slika 2: Morfologija trebušne strani samca iz rodu <i>Ixodes</i> (Hillyard 1996)	7
Slika 3: Odrasla stadija (levo samec, desno samica) breguljkega klopa (<i>Ixodes lividus</i>)	26
Slika 4: Breguljke (<i>Riparia riparia</i>) na gnezdilni steni v Melincih	29
Slika 5: Valilna kamrica na koncu gnezdilnega rova breguljke (<i>Riparia riparia</i>).....	32
Slika 6: Breguljke (<i>Riparia riparia</i>) pri hranjenju mladičev	33
Slika 7: Testne površine	37
Slika 8: Testna površina v gramoznici Vrbina pri Brežicah.....	39
Slika 9: Testna površina v gramoznici v Melincih	41
Slika 10: Nabiranje klopov z napravo za izsesavanje gnezd	43
Slika 11: Odstranjevanje mrežice z izsesanim materialom	43
Slika 12: Število posameznih stadijev breguljkega klopa (<i>Ixodes lividus</i>) na gnezdo od avgusta 2002 do februarja 2003 v gramoznici Melinci.....	52
Slika 13: Število posameznih stadijev breguljkega klopa (<i>Ixodes lividus</i>) na gnezdo v septembru 2003 in januarju 2004 v gramoznici Melinci.	53
Slika 14: Število vseh stadijev breguljkega klopa (<i>Ixodes lividus</i>) na posamezno gnezdo v obeh sezonah vzorčenja v gramoznici Melinci	54
Slika 15: Konstantnost v posameznih vzorčenjih v Melincih	56

OKRAJŠAVE

- A. phagocytophila* – bakterija vrste *Anaplasma phagocytophila*
A. flavicollis – rumenogrla miš (*Apodemus flavicollis*)
A. sylvaticus – belonoga miš (*Apodemus sylvaticus*)
ARSO – Agencija republike Slovenije za okolje
B. canis – pražival vrste *Babesia canis*
B. divergens – pražival vrste *Babesia divergens*
B. EU1 – pražival vrste *Babesia EU1*
B. gibsoni – pražival vrste *Babesia gibsoni*
B. microtis – pražival vrste *Babesia microtis*
B. odocolei – pražival vrste *Babesia odocolei*
B. afzelii – bakterija vrste *Borrelia afzelii*
B. burgdorferi – bakterija vrste *Borrelia burgdorferi*
B. garinii – bakterija vrste *Borrelia garinii*
C. capreolus – srna (*Capreolus capreolus*)
C. elaphus – jelen (*Cervus elaphus*)
C. glareolus – gozdna voluharica (*Clethrionomys glareolus*)
D. marginatus – južni ornamentirani klop (*Dermacentor marginatus*)
D. reticulatus – severni ornamentirani klop (*Dermacentor reticulatus*)
DOPPS – Društvo za opazovanje in proučevanje ptic Slovenije
F. tularensis – bakterija vrste *Francisella tularensis*
Hae. concinna – reliktni klop (*Haemaphysalis concinna*)
Hae. punctata – rdeči ovčji klop (*Haemaphysalis punctata*)
HGE – human granulocytic ehrlichiosis
H. rustica – kmečka lastovka (*Hirundo rustica*)
H. marginatum – dvogostiteljski klop (*Hyalomma marginatum*)
I. acuminatus – glodalčki klop (*Ixodes acuminatus*)
I. arboricola – duplarski klop (*Ixodes arboricola*)
I. dammini – klop vrste *Ixodes dammini*
I. frontalis – ptičji klop (*Ixodes frontalis*)
I. hexagonus – ježev klop (*Ixodes hexagonus*)
I. lividus – breguljkin klop (*Ixodes lividus*)
I. ricinus – gozdni klop (*Ixodes ricinus*)
I. scapularis – klop vrste *Ixodes scapularis*
I. trianguliceps – rovin klop (*Ixodes trianguliceps*)
R. sanguineus – pasji klop (*Rhipicephalus sanguineus*)
R. acari – bakterija vrste *Rickettsia acari*
R. conorii – bakterija vrste *Rickettsia conorii*
R. helvetica – bakterija vrste *Rickettsia helvetica*
R. riparia – breguljka (*Riparia riparia*)
R. riparia diluta – breguljka podvrste *Riparia riparia diluta*
R. riparia ijimae – breguljka podvrste *Riparia riparia ijimae*
R. riparia shelleyi – breguljka podvrste *Riparia riparia shelleyi*
s. lat. – sensu lato
s. str. – sensu stricto
SFG – spotted fever group rickettsiae – rikecije iz skupine pegavic
TBE – tick-borne encephalitis – klopni encefalitis
ZRSVN – Zavod Republike Slovenije za varstvo narave

1 UVOD

Klopi so parazitski pajkovci (Arachnida) in spadajo v red pršic (Acarina). Imajo tri razvojne stopnje, ličinko, nimfo in odraslo žival. Vsi predstavniki in razvojne stopnje so zunanji paraziti in se prehranjujejo z gostiteljevo krvjo. Gostitelji so sesalci (Mammalia), ptice (Aves), plazilci (Reptilia) in redkeje dvoživke (Amphibia). S pitjem krvi so sposobni povečati svojo težo sto ali večkrat. Zaradi krvosesnega načina prehranjevanja prenašajo mnoge bolezni. Vektorsko vlogo klopov sta leta 1893 odkrila ameriška raziskovalca Smith in Kilbourn (Hillyard 1996).

Zaradi bolezni, ki jih prenašajo se zadnja desetletja vse več pozornosti namenja proučevanju klopov in njihovi ekologiji. V Evropi sta za ljudi najpomembnejši bolezni klopni meningitis in borelioza. Nič manj skrb vzbujajoče niso rikecije, prenos patogenih praživali ter bakterijske in virusne bolezni, katerih prenašalci so prav tako klopi. Razširjenost teh bolezni naj bi se v zadnjih letih v Evropi povečevala predvsem zaradi nekontroliranega razširjanja domačih živali in zmanjševanja mejnih kontrol. Prav tako naj bi se povečevalo število klopov, zaradi segrevanja ozračja in opuščanja kmetijstva (Hillyard 1996).

V Sloveniji živi 16 vrst klopov: južni ornamentirani klop (*Dermacentor marginatus*), severni ornamentirani klop (*Dermacentor reticulatus*), reliktni klop (*Haemaphysalis concinna*), rdeči ovčji klop (*Haemaphysalis punctata*), dvogostiteljski klop (*Hyalomma marginatum*), glodalčji klop (*Ixodes acuminatus*), duplarski klop (*Ixodes arboricola*), lisičji klop (*Ixodes canisuga*), ptičji klop (*Ixodes frontalis*), ježev klop (*Ixodes hexagonus*), breguljkin klop (*Ixodes lividus*), gozdni klop (*Ixodes ricinus*), rovin klop (*Ixodes trianguliceps*), netopirski klop (*Ixodes vespertilionis*), klop vrste *Rhipicephalus bursa* in pasji klop (*Rhipicephalus sanguineus*) (Trilar 2004).

Ptiči sodijo med najpomembnejše gostitelje klopov. Vplivajo na velikost populacij in geografsko razširjenost klopov. Ptiči jih ob selitvi prenašajo v nova območja znotraj enega in tudi med različnimi kontinenti. V spomladanskih selitvah prenašajo klope na sever, v jesenskih selitvah pa na jug. Preko centralne Slovenije potekata dve selitveni poti ptic; prva tako imenovana italijansko-španska pot, ki poteka po sredini Evrope, čez vznožje Alp, do S

Italije, Korzike, J Francije in naprej v Afriko, druga pa po jadransko-tunizijski poti, ki se razveja proti JV, vzdolž Dalmacije. Spomladanski migranti konstantno vnašajo v kontinentalne predele osrednje Slovenije *H. marginatum* in *Hyalomma* sp., izjemoma in sporadično pa tudi klope iz rodu *Rhipicephalus*, ki so za favno Slovenije tuje vrste (Tovornik 1990).

Zaradi prenosa klopov imajo ptiči pomembno vlogo tudi pri geografskem razširjanju, kroženju in obstoju bolezni v naravi. So pomembni rezervoarji patogenih mikroorganizmov v okolju. Rezervoarji so organizmi, ki vzdržujejo populacijo mikroorganizmov v okolju in so njihov izvor. Zaradi počasnejše selitve, daljših postankov in s tem večjega stika z novim okoljem v jesenskih migracijah na jug, je prenos patogenov v okolje jeseni večji kot v spomladanskih mesecih (Tovornik 1990).

V Sloveniji so ptiči stalni gostitelji petim vrstam klopov (*I. ricinus*, *I. lividus*, *I. frontalis*, *I. arboricola* in *H. marginatum*). Najpogostejše se na pticah prehranjuje *I. ricinus*. Na stopnji nimfe ga najdemo pogostejše na pticah kot na sesalcih. Pri *I. lividus*, *I. frontalis* in *I. arboricola* so ptice gostitelji za vse stopnje, *H. marginatum* pa parazitira na ptičih le na stopnji ličinke in nimfe (Trilar 2004).

Klopi so lahko prehranski generalisti in se prehranjujejo na širokem izboru vretenčarjev ali pa so specialisti in si izberejo le enega gostitelja na katerem zajedajo vse razvojne stopnje. Primer specialista je *I. lividus*, ki sem ga podrobneje raziskovala v diplomski nalogi.

Z nalogo sem želela ugotoviti:

- razširjenost *I. lividus* v Sloveniji
- ali se v Sloveniji stalno pojavlja,
- ali obstaja različno časovno pojavljanje treh različnih razvojnih stopenj (ličink, nimf in odraslih osebkov) in
- ali obstajajo razlike v časovnem pojavljanju treh različnih razvojnih stopenj na različnih testnih površinah.

2 PREGLED OBJAV

2.1 KLOPI

2.1.1 Evolucija in sistematika

Klopi so se pojavili v poznem paleozoiku ali v začetku mezozoika, pred približno 225 milijoni let. Prvi klopi so zajedali na plazilcih. Ker je večina fosilov znanih predvsem iz eocena v zgodnjem terciarju, pred približno 50 milijoni let, je težko določiti pravi začetek njihovega pojavljanja (Parola in Raoult 2001).

Najstarejši fosil klopa je star od 90 do 94 milijonov let. To je klop vrste *Carios jerseyi* iz družine Argasidae. Našli so ga v New Jerseyu, fosiliziranega v jantarju. Prehranjeval se je s krvjo dinosavra (Klompen in Grimaldi 2001).

Sistematska razdelitev klopov:

deblo: mnogočlenarji (phylum Polymeria),

poddeblo: členonožci (subphylum Arthropoda),

razred: pajkovci (classis Arachnida),

red: pršice (ordo Acarina)

podred: klopi (subordo Ixodida)

V podred klopov (subordo Ixodida) spadajo tri družine. Najštevilčnejša družina so Ixodidae (trdi oz. ščitasti klopi), s 650 vrstami iz vsega sveta. Pomembni so tako zaradi številčnosti, kot za raziskave v človeški in živalski medicini. Delimo jih na Prostriata (rod *Ixodes*) in Metastriata (ostali rodovi, v Evropi *Haemaphysalis*, *Dermacentor*, *Hyalomma* in *Rhipicephalus*) (Hillyard 1996). Pri delitvi družine Ixodidae na Prostriata in Metastriata, gre za tradicionalno Hoogstraalovo klasifikacijo klopov (Parola in Raoult 2001).

Barbetti (1943) skupino Metastriata deli v skupino Brevirostrata (kratek kapitulum; predstavniki so *Haemaphysalis*, *Dermacentor*, *Rhipicentor*, *Rhipicephalus*, *Margaropus* in *Boophilus*) in skupino Longirostrata (dolg kapitulum; predstavniki so *Hyalomma*, *Amblyomma* in *Aponomma*).

V družino Argasidae (mehki oz. usnjati klopi) uvrščamo 175 vrst iz vsega sveta. V Evropi se pojavljajo tri vrste iz rodov *Argas* in *Orithodoros* (Hillyard 1996).

Družina Nuttalliellidae ima le eno vrsto, omejeno na območje Afrike (Hillyard 1996).

Novejša metoda za razvrščanje filogenetsko zelo sorodnih vrst je analiza zaporedij mitohondrijske 16S rDNA in 18S rDNA. Danes se ta analiza in analiza jedrne rDNA vse bolj uporablja. S pomočjo zaporedij 16S rDNA mitohondrijskega gena, so na primer ugotovili, da Argasinae niso monofiletska skupina, temveč sestrška skupina ščitastih klopov. To so ugotovili tudi s pomočjo analize jedrne rDNA. Rezultati večinoma ne pokažejo večjih razlik med bližnje sorodnimi vrstami, tudi med tistimi, ki pripadajo različnemu rodu (npr. med *Rhipicephalus pusillus* in *Boophilus annulatus*). Filogenija predstavnikov skupine Metastriata ostaja (z vidika genetskih raziskav) zaenkrat nerešena (Parola in Raoult 2001).

2.1.1.1 Značilnosti družine Ixodidae

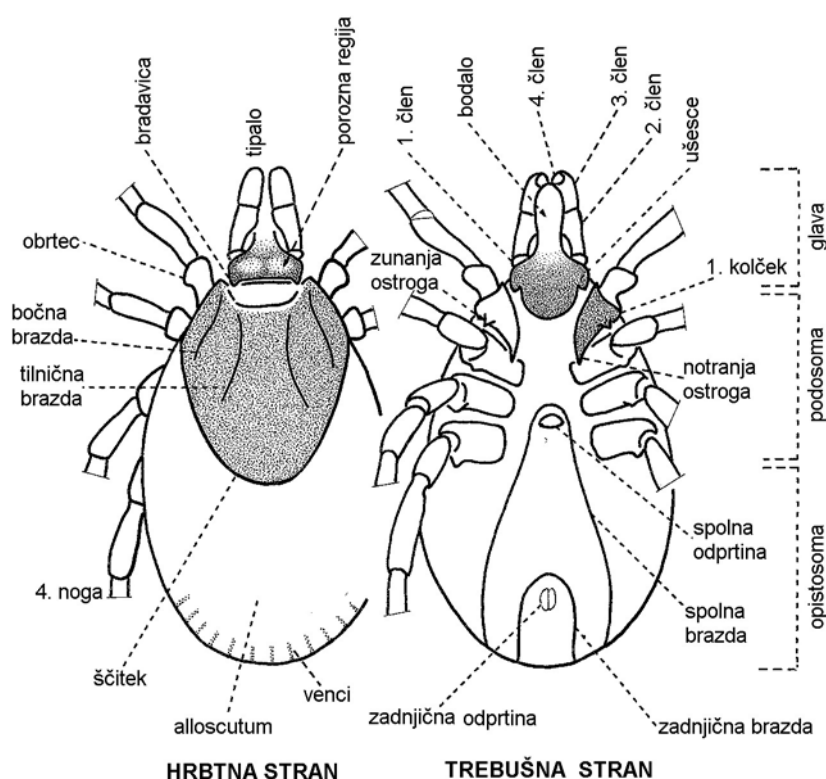
Družina Ixodidae je pomembna zaradi svoje številčnosti in vloge v veterini in medicini. Po podatkih, ki jih navaja Hillyard (1996), naj bi ta družina štela 650 vrst (23 v Evropi), Tarman (1992) pa omenja 800 vrst.

Klopi sodijo med pršice (Acarina). Od ostalih skupin iz redu Acarina se ločijo po dveh glavnih anatomskih značilnostih. To sta bodalo (hipostom) in senzorični Hallerjev organ, ki je na zadnjem členu prvega para nog. Obe strukturi sta povezani z zajedalskim načinom življenja. Pri tem igra pomembno vlogo tudi dorzoventralno sploščeno telo, ki omogoča klopu lažje gibanje med dlako in perjem ter oprijemanje gostitelja (Hillyard 1996).

Tako kot druge pršice imajo tudi klopi več razvojnih stopenj, ličinke, nimfe in odrasle osebkke. Kri sesajo samo mladostni razvojne stopnje in samica, samci lezejo po gostitelju le zato, da najdejo samico in se z njo pariyo. Oplojena samica, napita krvi, pade z gostitelja in v nekaj tednih izleže jajčeca (število jajčec je vrstno različno), nato pa pogine (Tarman 1992).

2.1.2 Morfologija

Telesna členjenost klopa, ki je značilna za vse pajkovce (Arachnida) je prepoznavna tudi pri klopovem embriu. Telo klopa je sestavljeno iz kapituluma (glava) in idiosome, ki se deli v podosomo (nosi noge) in opistosomo. Kapitulum in podosomo skupaj imenujemo prosoma (Slika 1). Mesto povezave med kapitulumom in idiosomo je emarginacija (Hillyard 1996).



Slika 1: Morfologija hrbtne in trebušne strani samice iz rodu *Ixodes* (Hillyard 1996)

Kapitulum je pri družini Ixodidae dobro viden iz spodnje in zgornje strani, pri družini Argasidae pa je manj viden. Pri določanju vrst so pomembni oblika in izrastki baze kapituluma. Helicer in ozobčenosti bodala se pri sistematiki ne uporablja. Izrastki na ventralni strani baze kapituluma se imenujejo ušesca (auricola), izrastki na posteriornih robovih dorzalne strani baze kapituluma pa bradavica (cornua). Kapitulum nosi ustne dele in je večkrat opisan kot neprava glava, saj ne nosi oči. Basis capituli (basis) je bazalni del

kapituluma, obroč, ki obdaja kanal za prehajanje hrane in nosi par štiričlenskih, gibljivih tipal (pedipalпов), par dvočlenskih, gibljivih helicer in negibljivo, mediano ležeče bodalo. Na dorzalni strani kapituluma so pri samicah porozne regije, par vdolbinic s številnimi drobnimi porami, ki so zunanje odprtine izvodil žlez in proizvajajo snov za zaščito jajčec, ki pri nekaterih vrstah obsegajo večino površine baze kapituluma (Hillyard 1996).

Iz obeh strani baze kapituluma izraščata štiričlenski tipali, ki imata poleg senzorične vloge tudi pomembno vlogo pri zaščiti zgornje površine bodala in helicer. Prvi člen tipala je negibljiv bazalni obroč. Drugi in tretji člen sta dolga in široka, kar je značilnost družine Ixodidae. Oblika teh dveh členov je pomemben taksonomski znak. Četrty člen pa je reduciran v šop čutilnih set na vrhu tretjega člena.

Heliceri ležita nad bodalom in služita prebadanju kože gostitelja. Osnovni deli helicer so mišičasta baza, podaljšan del in segment z zobci, ki je iz dveh lobusov, gibljivega in negibljivega. Prehranjevalna cev, po kateri klop vsrka kri, sestavlja žlebič, ki je na zgornji površini bodala in je tesno obdan z jezičastim labrumom in helicerami. Med bazo bodala in labrumom leži požiralnik, s katerim se cev povezuje preko ust. Negibljivo, mediano ležeče bodalo nosi številne majhne zobce, s katerimi se klop zasidra v kožo gostitelja.

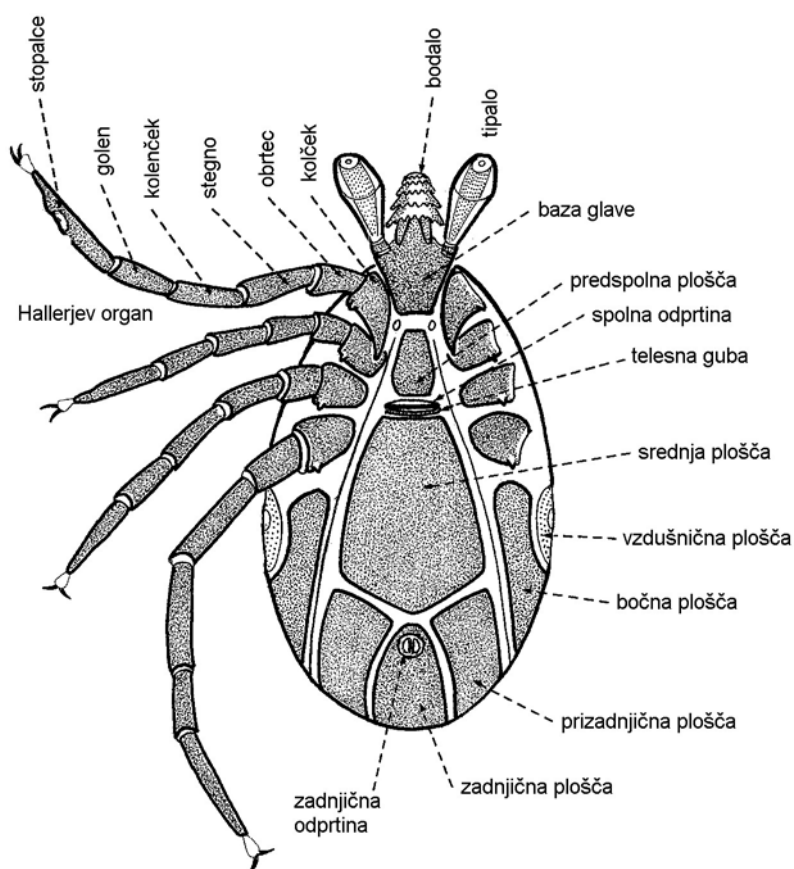
Na dorzalni strani telesa se nahaja ščitak (scutum). Pri samicah in neodraslih razvojne stopnjah leži ščitak le na anteriornem delu idiosome. Pri samcih pa pokriva celotno dorzalno stran telesa. Na ščitku sta lahko dva para brazd: bočni (obdaja idiosomo) in tilnični par. Del idiosome, ki ni prekrit s ščitkom je alloscutum in se veča med sesanjem krvi. Na robovih ščitka so lahko nameščene oči. Za rodove iz skupine Metastriata so značilne odprtine feromonskih žlez (par fovealnih žlez) in ležijo pri samicah blizu posteriornega roba ščitka, pri samcih pa na sredini telesa. Lahko so prisotne tudi kratke brazde na zadnjem robu alloskutuma, ki se imenujejo venci. Če ima ščitak pigmentirane vzorce, pravimo, da je ornamentiran (npr. pri rodu *Dermacentor*). Kljub variabilnosti ščitka (v obliki in pigmentaciji), so ščitki vseeno uporabni pri določanju.

Spodnji del klopovega telesa sestavljajo ventralna površina kapituluma, prvi členi nog (kolčki), parne vzdušnice, zadnjična (analna) in spolna (genitalna) odprtina (Slika 2). Dihalnice (respiratorni spirakli) vodijo preko ostiumov v trahealni sistem. Pri ličinkah

dihalnice niso razvite. Vzdušnične plošče se pri iksodidih nahajajo posteriorno od četrtil koks. Del vzdušnične plošče je sklerotizirana regija macula, ki je ovalna in obdaja ostium.

Spolna odprtina leži med tretjim in četrtil parom kolčkov. Pri samicah je polkrožna, pri samcih pa podolgovata. Okoli nje teče iz posteriornih robov telesa v obliki črke U spolna brazda. Zadnjična odprtina je na zadnjem delu telesa in je pokrita s parom gibljivih ploščic. Okoli nje pa teče zadnjična brazda, ki je prav tako v obliki črke U. Pri samicah iz rodu *Ixodes* iz posteriornih robov anteriorno, medtem ko je pri Metastriata zadnjična brazda posteriorno za anusom. Zaradi sprememb pri napitih osebkih je oblika brazd le delno uporabna za določanje.

Večino trebušnega dela samcev iz rodu *Ixodes* prekriva sedem sklerotiziranih plošč. Predspolna (pregenitalna), srednja (mediana), zadnjična (analna), dve prizadnjični (adanalni) in dve bočni (epimeralni) plošči. Oblika, stopnja sklerotiziranosti in relativna velikost plošč je vrstno različna.



Slika 2: Morfologija trebušne strani samca iz rodu *Ixodes* (Hillyard 1996)

Noge so sestavljene iz šestih segmentov: kolček (coxa), obrtec (trochanter), stegence (femur), kolenček (patella), golen (tibia) in stopalce (tarsus). Stopalce se na tretji in četrti nogi lahko deli na metatarsus in tarsus. Ličinke imajo tri pare nog, nimfe in odrasli pa štiri pare. Na kolčku (bazalnem segmentu), ki je negibljiv, se lahko nahajajo zunanje in notranje ostroge (kutikularni izrastki), uporabne pri določanju vrst. Prvi kolček ima pogosto na zadnjem delu eno ali dve ostrogi. Tudi obrtec lahko pri nekaterih vrstah (npr. iz rodu *Haemaphysalis*) nosi posterioorne ostroge različnih velikosti in oblik. Predvsem pri nekaterih vrstah iz skupine Metastriata, sta lahko četrta kolčka močno povečana in pokrivata velik del spodnje površine telesa.

Stopalce nosi apotelo. Apotela je končni del noge, ki služi oprijemanju. Gradita jo par krempljev in pulvillus (blaziničasta struktura pod kremplji). Na prvi nogi je lahko stopalce precej dolgo. Pri nekaterih vrstah pa je blizu Hallerjevega organa precej zožano. Hallerjev organ je kompleks senzornih vdolbinic in ščetinam podobnih senzil na dorzalni strani stopalca prve noge. Zaznava spremembe temperature, vlažnosti, koncentracije CO₂, aromatičnih spojin, amonijaka, feromonov in vibracij zraka. Z njim tipajo po zraku med prežanjem na gostitelja.

Telo obdajajo epidermis in kutikula z ostrogami. Kutikula pri ličinkah, nimfah in samicah omogoča širjenje aloskutuma med sesanjem. Med sesanjem se v prvi fazi pojavi počasna rast in rahlo raztezanje kutikule, v drugi fazi pa se velikost zelo poveča zaradi raztezanja endokutikule in hitre rasti prokutikule. Epikutikula se med hranjenjem le raztegne iz zgubanega stanja in ne raste (Hillyard 1996).

Pri določanju vrst so najzanesljivejše determinacije odraslih samic. Samci imajo manj značilnih znakov, vendar za določanje niso preveč zahtevni. Določevanje nimf je težje. Pri določevanju ličink pa potrebujemo mikroskop (Hillyard 1996). Tovornikova (1987a) je med pregledovanjem 53.930 iksodidnih klopov našla 15 primerov (večinoma pri *I. hexagonus*) s teratološkimi spremembami, ki so bile prirojene ali pridobljene.

2.1.3 Razvoj

Razvoj klopov vključuje štiri razvojne stopnje. Jajčeca so neaktivne razvojne stopnje, medtem ko so ličinke, nimfe in odrasli klopi aktivne, zajedalske razvojne stopnje. Razvoj iz nižje v višjo stopnjo (iz ličinke v nimfo in iz nje v odraslega klopa) jim omogoča določena količina nasesane krvi, ki predstavlja vir snovi za rast. Odrasla in oplojena samica porabi nasrkano kri za razvoj in odlaganje jajčec, nato pa pogine (Hillyard 1996).

Mesto parjenja je pri eksofilnih in endofilnih klopih različno. Eksofilne vrste (aktivno iščejo gostitelja) iz rodu *Ixodes* se ponavadi pari na gostitelju, endofilne (čakajo gostitelja) pa se pari v gnezdih ali brlogih gostitelja.

Samica in samec se srečata v gnezdu ali pa na gostitelju. Samci se ponavadi gibljejo po gostitelju več tednov, kjer se v presledkih prehranjujejo in pari s samico. Pri tem samec s helicerami prenese spermatofor iz svoje v samičino spolno odprtino. Samec se lahko pri mnogih vrstah pari z več samicami ali pa tudi večkrat z eno. Ko je oplojena samica popolnoma nasesana, se spusti na tla, nekaj časa miruje in nato prične odlagati jajčeca. Nasesana samica skoncentriran obrok krvi porabi za tvorbo jajčec (Hillyard 1996).

Samice lahko izležejo od 400 do več kot 20.000 jajčec, odvisno od vrste (Parola in Raoult 2001).

Pri družini Ixodidae temelji reprodukcija ne enem gonotrofičnem ciklu, v katerem samica svojo težo poveča do 100-krat in več pri enem hranjenju. Celotni krvni obrok porabi za proizvodnjo jajčec v eni sami ovipoziciji. Odlaganje jajčec lahko zaradi slabega vremena zakasni. Pri odlaganju posameznih jajčec si pomaga z obustnimi deli, nato pa jih obda z voskasto in mastno prevleko iz Genejevega organa, kar omogoča vododržnost. Samica je po tem povsem izčrpana in pogine. Že po dveh tednih se lahko izležejo ličinke, katerih spolno razmerje je ponavadi 1:1. Če so razmere neugodne, se ličinke izležejo šele čez eno leto. Lahko se pojavi tudi partenogeneza, vendar so take ličinke ponavadi prešibke, nezmožne hranjenja in kmalu poginejo (Hillyard 1996).

Pri klopih se, kakor tudi pri mnogih drugih členonožcih in nevretenčarjih, pojavlja zaustavitev razvoja in mirovanje. Ta pojav imenujemo diapavza in pomeni premostitev neugodnih podnebnih, prehranskih in življenjskih razmer. Je endogeno regulirano stanje, na njen začetek običajno vpliva fotoperioda. Večinoma se pri diapavzi kombinirajo vplivi učinkov svetlobe, toplote in vlažnosti (Tarman 1992).

Diapavza omogoča sinhronizacijo razvoja, rasti, razmnoževanje in prehranjevalnega obdobja nevretenčarjev s sezonskimi spremembami v okolju. Živali lahko ostanejo v diapavzi več tednov ali celo mesecev. V bolj ali manj istem stanju mirujejo z močno znižanim nivojem presnove in zmanjšano lokomotorno aktivnostjo, vse dokler ugodni dražljaji iz okolja tega stanja ne končajo. O faktorjih okolja, ki uravnavajo začetek in konec diapavze klopov, je težko govoriti, saj še niso dobro raziskani. Glavni dražljaj naj bi bila fotoperioda, verjeten pa je tudi vpliv temperature prsti, zraka in določenih snovi v krvi gostitelja (Sonenshine 1993).

Pri klopih poznamo dve vrsti diapavze, in sicer vedenjsko in morfogenetsko oziroma razvojno. Vedenjska diapavza je bolj pogosta kot razvojna. Poseben tip diapavze je tudi odložitev hranjenja pri klopih, ki so čez zimo pritrjeni na palearktičnih gostiteljih, a ne sesajo (Sonenshine 1993).

Vedenjska diapavza je fiziološko stanje klopa, ko ne išče gostitelja in se ne hrani, tudi če je gostitelj na razpolago. Takšno stanje omogoča klopom, predvsem odraslim samicam, sinhronizacijo časa iskanja gostitelja in hranjenja z optimalnimi obdobji za razvoj. Vedenjska diapavza se ponavadi pojavi takoj po pojavu klopov spomladi (po razvojni diapavzi), po levitvi ali pa po dolgem času iskanja gostitelja, ko se klopi, ki dlje časa niso našli gostitelja, spustijo iz višjih bilk, kjer so prežali, na nižje, pritalne plasti travnika, na detritni listni opad gozdnih tal ali pa gredo celo v prst (Sonenshine 1993).

Razvojna diapavza je fiziološko stanje, v katerem prihaja do zakasnitve v razvoju jajčec, levitvi nasesanih nedoraslih klopov in ovipoziciji nasesanih samic. To pomeni, da jajčeca z embriji ali napiti nedorasli osebkii zakasnijo svoj razvoj za dolgo obdobje in da napite oplojene samice ne odložijo jajčec še nekaj mesecev po hranjenju. Govorimo lahko o ovipozicijski diapavzi, ki omogoča, da produkcija jajc in izleganje ličink sovpada z ugodnimi klimatskimi pogoji. Tako se razvoj ponavadi začne v spomladanskih ali poletnih mesecih (Sonenshine 1993).

2.2 KLOPI KOT PARAZITI

2.2.1 Specifičnost za gostitelja

V naravnih pogojih paraziti ne izkoriščajo naključno izbranih organizmov, ampak kažejo nagnjenost do določenih gostiteljev in habitatov vezanih nanje. Specifičnost parazitov je lahko na nivoju organizmov, organov, tkiv ali celic. Dejavniki, ki pogojujejo nastanek specifičnosti so priložnost za stik z gostiteljem v za parazita primernih pogojih, sposobnost vdora v gostiteljski organizem in sposobnost tam tudi ostati, kar vključuje obrambo pred gostiteljevimi obrambnimi mehanizmi (Olsen 1986).

Gostitelji z različnimi obrambnimi mehanizmi zavirajo razvoj in populacijsko rast zajedalcev in se jih na najrazličnejše načine poskušajo znebiti. Sem sodi praskanje, obiranje, drgnjenje, črevesna peristaltika, iztrebljanje in razvoj imunskega sistema (Tarman 1992).

Primarni mehanizem zavrnitve klopov pri gostiteljih je celično posredovana odpornost. Posredovalci so limfociti-T. Na mestu ugriza povzročajo zatekanje, rdečico, srbenje, nekrozo in nabiranje limfne tekočine. Imunska odpornost vključuje tudi humoralno odpornost, kjer so posredniki protitelesa, ki jih izločajo limfociti-B. Imunska odpornost gostitelja povzroča pri klopih zmanjšano uspešnost pritrditve, motnje pri hranjenju in zmanjšano težo po hranjenju. Klopi po hranjenju vsebujejo manj hemoglobina, kar vodi do nezmožnosti razvoja v višjo stopnjo in zmanjšane plodnosti samic. Gostitelji s pomočjo limfocitov poleg slabše zmožnosti prehranjevanja povzročajo tudi fiziološke poškodbe na klopih, ki pa so z razliko od prej navedenih za klopa vedno smrtni. Povzročajo odmiranje celic srednjega črevesa in notranjih organov, zaradi katerih klopi potemni in odmre. Nekatere vrste klopov pa so razvile mehanizme s katerimi zaobidejo gostiteljev imunski odgovor. Primer je *Ixodes dammini*, ki v slino izloča prostaglandin, ki inhibira aktivacijo limfocitov T (Sonenshine 1993).

Hillyard (1996) in Sonenshine (1993) uporabljata različno delitev klopov glede na odnos do gostiteljev. Sonenshine (1996) loči klopi na gostiteljsko specifične vrste in oportunistične vrste. Gostiteljsko specifični klopi se hranijo le na eni vrsti ali rodu vretenčarjev, lahko pa so tudi skupinsko specifični (npr. se hranijo le na sesalcih). Govorimo o specialistih, medtem ko so oportunistične vrste generalisti in se hranijo na

širokem izboru vretenčarjev. Hillyard (1996) pa uvršča klope v tri skupine: striktne (vse razvojne stopnje so na eni vrsti gostitelja, npr. *I. lividus* je v 99% najden na *R. riparia*), zmerne in nespecifične.

2.2.2 Iskanje gostiteljev

Hillyard (1996) deli klope glede na njihovo vedenje ob iskanju gostitelja na endofilne in eksofilne. Do razlik prihaja v strategiji iskanja gostitelja, prehranjevalnega vedenja, preživetvenih dejavnikov in aktivnosti. Endofilni klopi (vrste ali razvojne stopnje) ostajajo skriti v živalskih gnezdih, rovih ali brlogih, vse do prihoda potencialnega gostitelja. Zanje je značilna fotofobija, izogibanje neprimernim atmosferskim razmeram, močno razvita tigmotaksija in ozka toleranca za temperaturo in vlažnost (Sonenshine 1993). Eksofilni klopi pa v zanje ugodni sezoni aktivno iščejo gostitelja. Večina se jih pojavlja na odprtih, izpostavljenih površinah. Oprijemajo se vrhnjega dela travnih bilk in z iztegnjenima prednjima nogama prežijo na gostitelje (Hillyard 1996).

Klopi zaznajo gostitelja s pomočjo dražljajev, ki jih le-ti oddajajo. Med pomembnejšimi je vonj, ki da specifične informacije in podatke o smeri. Ogljikov dioksid v izdihanem zraku in amonij iz urina in izločkov sta, poleg maslene in mlečne kisline, dražljaja, ki klop sporočata bližino gostitelja. Za odziv je pomembna tudi telesna toplota, dotik in fizična motnja. Nekateri pa se odzivajo tudi na zvok (npr. *R. sanguines* se odzove na frekvence lajajočih psov (Hillyard 1996).

Pomembno je sinergistično delovanje vseh dražljajev, tako so ogljikov dioksid, toplota in drugi dražljaji sekundarnega oz. komplementarnega pomena, ki šele skupaj z vonjem povedo klop smer do gostitelja (Sonenshine 1993).

Ko klop zazna gostiteljeve dražljaje se nanje odzove z mahanjem in razpiranjem prednjih nog. Ob stiku se ga oprime. Govorimo lahko o aktivni in pasivni strategiji iskanja gostitelja. Pri pasivni ostanejo klopi v svojem bivališču in so odvisni od stikov z vretenčarji, ki vanje pridejo. Strategija z zasedo je pasivna strategija, ki jo uporablja večina eksofilnih klopov, saj se oprimejo gostitelja ob neposrednem stiku, ko se ta giblje mimo. Pri aktivni strategiji klopi zapustijo okolje, v katerem počivajo in gredo do gostitelja. Primer aktivne strategije je klop vrste *Hyalomma dromedarii*, ki živi v puščavskih tleh in

pride na površje, ob pojavljanju gostitelja. Najpomembnejši dražljaji zanj so vibracije in vid (Sonenshine 1993).

Ko je klop na gostitelju, lahko nekaj ur hodi po telesu preden se umiri, pritrdi in začne prehranjevati. Vsaka razvojna stopnja se hrani le enkrat in potrebuje več dni, da se nasesa. Ličinka potrebuje od dva do šest, nimfa tri do osem, odrasla samica pa šest do dvanajst dni. Samci krvi večinoma ne pijejo, ko pa jo pijejo, to traja malo časa (Hillyard 1996).

Od gostiteljevega dnevno nočnega ritma je odvisen čas napada nanj. *Ixodes ricinus* napada ob mraku glodalce, okoli polnoči ježe, ptiče in kuščarje proti jutru, v dnevnih urah pa sesalce (pse, mačke...) (Matuschka in sodelavci 1990).

2.3 OKOLJE KLOPOV

Sonenshine (1993) deli habitat v več plasti, ki se razlikujejo v temperaturi, relativni vlažnosti in gibanju zraka. Makroklima je v plasti nad vegetacijsko cono, kjer so razmere podobne generalnim klimatskim pogojem območja. Mezoklimo predstavljajo pogoji v vegetacijski plasti, kjer je vlažnost večja, temperature spremembe pa manjše. Mikroklima je mikrokolje prsti, listni opad in meja med prstjo in vegetacijo. Preživetje klopov je odvisno od mikroklimе in mikrokolja, saj tam preživijo večino življenja. Razmere v mikroklimi so zaradi vegetacije, ki deluje kot pufer, drugačne kot v makroklimi. Vegetacija podnevi absorbira energijo, ponoči pa jo oddaja, na pokriti površini pa se povečuje vlažnost. Tako klopi dobijo vodo z neposredno absorbcijo, kar jim omogoča daljši čas iskanja gostitelja. Hidrirani, mladi in nenahranjeni klopi kažejo veliko negativno higrotaksijo in geotaksijo, zato plezajo proti vrhu travnih bilk, kjer čakajo na gostitelja. Po nekaj dneh se najbolj dehidrirani osebki spustijo nazaj v vegetacijsko plast, kjer pridobijo izgubljeno vodo iz nasičenega zraka. Klopi izgubljajo vodo v mezo- in makroklimatskih pogojih. Preživijo lahko dolga obdobja brez vode in hrane, v primerjavi z drugimi členonožci. Dolgoživost jim omogoča mehanizem diapavze v povezavi z abiotskimi dejavniki v prsti in na dnu vegetacije ter klimatski pogoji vegetacije, kjer klopi iščejo gostitelja. Klopi so lahko prilagojeni na več različnih ali pa imajo en optimalen habitat, kar

je odvisno od klimatskih pogojev in dostopnosti gostiteljev (Sonenshine 1993). Kritična ravnotežna vlažnost za klope je od 80% do 92% (Tarman 1992).

Okolje klopov je lahko tudi telo gostitelja, kljub temu da najmanj 90% svojega življenja preživijo ločeno od gostitelja. Na njem se večinoma prehranjujejo in pari (Hillyard 1996).

Na telesu gostitelja lahko klopi prepotujejo velike razdalje. Včasih jih gostitelji tako prenesejo v območja izven njihovega naravnega areala. To so fakultativni areali, v katere je vrsta prenesena na gostitelju od nekje daleč (Mikačič 1949).

Pomembni prenašalci klopov v fakultativne areale so ptice. Gre predvsem za selivke, ki v kontinentalne predele osrednje Slovenije prinašajo vrste klopov, ki so značilne za mediteransko območje. Taka vrsta je na primer *H. marginatum* ki jo ptice prinašajo konstantno, izjemoma in sporadično pa tudi klope iz rodu *Rhipicephalus*. Za favno kontinentalne Slovenije so to tuje vrste in na teh območjih še ni bilo ugotovljen njihov razvoj (Tovornik 1990).

Tovornik in Vesenjsek (1988) navajata vnašanje *R. sanguineus* s psi v kontinentalne predele Slovenije, čigar naraven areal je celotno priobalno in otočno območje Istre in osrednje Dalmacije.

Genchi in Manfredi (1999) sta ugotovila, da se je *R. sanguineus*, običajno vezan na pse, sposoben prilagoditi na nove gostitelje, saj je pogost na ovcah in kozah. V Italiji širjenje klopov omogoča paša na območjih, kjer je prej ni bilo in kjer se pogosto pasejo tudi divje živali.

2.4 ZDRAVSTVENI IN GOSPODARSKI POMEN KLOPOV

Klopi na gostitelje vplivajo neposredno in posredno. O neposrednem vplivu govorimo, kadar klop zaradi sesanja krvi vznemirja in oslabi organizem gostitelja. Posreden vpliv pa pomeni prenašanje povzročiteljev bolezni, patogenih mikroorganizmov kot so virusi, bakterije in praživali (Hillyard 1996).

Bolezni, ki jih prenašajo, povzročajo velike izgube po celem svetu, predvsem pri gospodarsko pomembnih živalih. Ocene izgub pri divjih živalih niso znane, vendar pa se zagotovo pojavljajo. Bolezni prenesene s klopi, povzročajo izgube merljive v milijardah dolarjev (Sonenshine 1993).

V širjenje medicinsko in ekonomsko pomembnih bolezni je vključenih od 100 do 200 vrst klosov. To so predvsem vrste s širokim izborom gostiteljev, tudi človeka (Hillyard 1996).

2.4.1 Klopi kot prenašalci

Klopi so kot prenašalci bolezni zelo učinkoviti zaradi svojevrstnih značilnosti, kot so: čvrsta pritrditev na gostitelja, počasno hranjenje (dovolj časa za mikroorganizme, da preidejo v klopa in iz njega), širok izbor gostiteljev, disperzija v nove areale na mobilnih gostiteljih (npr. ptice), prilagodljivost na nove gostitelje in okolja (domače živali in človeško spremenjena okolja), dolgoživost (lahko preživijo gostitelja), veliko število jajčec, sposobnost dlje časa preživeti brez hrane, žleze slinavke vračajo tekočino nazaj v gostitelja, skupaj z mikroorganizmi, odpornost na vpliv mikroorganizmov, transovarijalen in transstadialen prenos mikroorganizmov (Sonenshine 1993).

Klopi prenašajo mikroorganizme neposredno z vbodom in posredno z okužbo z izločki, iztrebki ali pa iz zmečkanih teles klosov. Klopi se lahko okužijo z mikroorganizmi od gostitelja ali pa se mikroorganizem prenese transovarijalno iz samice na jajčece. S takim prenosom se vloga klopa iz vloge prenašalca spremeni v vlogo gostitelja oz. rezervoarja za virus (Petrovec in sodelavci 1999). Mikroorganizmi se lahko prenašajo tudi transstadialno iz ene razvojne stopnje v drugo (Hillyard 1996).

2.4.2 Vplivi klopov na gostitelje

2.4.2.1 Neposredni vplivi klopov

Klopi neposredno vplivajo na gostitelje zaradi sesanja krvi, kar jih vznemirja in oslabi. Prihaja do prevelike količine izgubljene krvi, anemij, vnetij, moteno je delovanje jeter, pojavijo se odprte rane in srbenje. To povzroči izgubo dlake, kar lahko vodi v podhladitev in smrt. Na enem gostitelju je lahko tudi do 100.000 osebkov (najdenih na divjem losu (*Alces alces*), v Kanadi), kjer lahko vsak odrasel klop popije nekaj ml krvi. Odprte rane so podvržene sekundarnim bakterijskim okužbam (Hillyard 1996).

Ob veliki infestaciji ovc z *D. marginatus* se zaradi velike količine iztrebkov klopov lahko na ovce naselijo zolji (*Oesturus ovis*). Zaradi tega se tudi zmanjšuje kvaliteta ovčje volne (Hillyard 1996).

Nekatere vrste klopov izločajo med sesanjem strupe, ki povzročajo klopno paralizo, ki pa ni bolezen ampak toksikoza. Večinoma naj bi šlo za nevrotoksine, ki povzročajo ohromitev živčno mišičnega delovanja. Prizadene lahko domače živali in ljudi. Lahko je usodna predvsem za otroke, kadar se klopa ne odstrani pravočasno. V Evropi povzroča klopno paralizo pet vrst klopov in sicer *I. ricinus*, *I. hexagonus*, *Hae. punctata*, *R. sanguineus* in *Argas reflexus* (Hillyard 1996).

Strupi, ki naj bi povzročali klopno paralizo so dokaj neraziskani. Zaenkrat obstajajo štiri razlage. Prva meni, da naj bi bili za paralizo krivi strupi, ki se tvorijo v žlezi slinavki klopov. Po drugi naj bi prihajalo do paralize zaradi interakcije med klopno slino in gostiteljevim tkivom. Tretja pravi, da naj bi bili strupi produkti simbiotov v žlezah slinavkah klopov. Po četrti pa naj bi šlo za stranske produkte klopnih antikoagulantov in vasodilatatorjev (Hillyard 1996).

Prisotnost večjega števila klopov in drugih krvosesnih pršic, živečih v gnezdih ptic, naj bi zmanjševala reproduktivno uspešnost njihovih gostiteljev. Povzročajo upočasnitev razvoja ali celo smrt mladičev. Pri mladičih črnoglavega muharja (*Ficedula hypoleuca*) so ugotovili zmanjšanje telesne velikosti, pri skalnih golobih (*Columba livia*) in kmečki lastovki (*Hirundo rustica*) pa zmanjšanje števila in preživetje izleglih ptic (Proctor in Owens 2000).

2.4.2.2 Posredni vplivi klopov

2.4.2.2.1 Bolezenski cikli

V naravi so klopi, mikroorganizmi in gostitelji v ravnovesju. Ne prihaja do izbruhov bolezni, saj so gostitelji razvili neko mero odpornost nanje. Gre za naraven cikel, ki ga imenujemo enzootski cikel. Zbolevajo le posamezni, manj odporni organizmi. Stabilni enzootski cikel pa lahko hitro preide v nestabilni epizootski cikel, kjer prihaja do večjih izbruhov bolezni. To se največkrat zgodi, kadar se v naravne sisteme vmeša človek, z urbanizacijo ali pa vnosom domačih živali. Ljudje in domače živali so podvržene boleznim, saj so ti organizmi zanje tuji in nanje niso razvili odpornosti (Hillyard 1996).

2.4.2.2.2 Mikroorganizmi in bolezni, ki jih prenašajo klopi

2.4.2.2.2.1 Bakterije

Najpomembnejša bakterijska bolezen, ki jo prenašajo členonožci v Evropi in Severni Ameriki je Lymska borelioza. Povzročitelji so bakterije iz skupine *Borrelia burgdorferi* sensu lato. Glavni prenašalec v Evropi je *I. ricinus*. Prenašajo jo tudi klopi s širokim izborom gostiteljev, kot so *I. hexagonus*, *I. acuminatus*, *I. trianguliceps*, *Hae. punctata* in *D. reticulatus*. Te vrste le redko parazitirajo na človeku, vendar pa so pomembne pri vzdrževanju enzootskih ciklov. Glavni rezervoarji *B. burgdorferi* s. lat. v Evropi so rumenogrla miš (*Apodemus flavicollis*), belonoga miš (*Apodemus sylvaticus*) in gozdna voluharica (*Clethrionomys glareolus*) (Hillyard 1996).

Prvi je bakterije iz skupine *B. burgdorferi* s. lat. osamil in opisal W. Burgdorfer leta 1982 v ZDA. Našel jih je v klopu *I. dammini* (od leta 1995 *I. scapularis*) (Zore 2002).

Bakterije iz skupine *B. burgdorferi* s. lat. so gram negativne, anaerobne, spiralne, gibljive bakterije. V to skupino danes uvrščamo deset vrst bakterij. Lymsko boreliozo pri človeku povzročajo le *B. afzelii* (vezana na glodalce), *B. burgdorferi* s. str. in *B. garinii* (vezana na ptice). Lymska borelioza je razširjena skoraj na vsej severni hemisferi oziroma povsod tam, kjer so razširjeni njeni prenašalci klopi. Človek je naključni gostitelj *B. burgdorferi* s. lat. in ni pomemben za njihov obstoj v naravi. V kroženje borelij v naravi je v Evropi vključenih 9 vrst malih sesalcev, 7 vrst srednje velikih sesalcev in 16 vrst ptic (Zore 2002).

Prekuženost klopov z *B. burgdorferi* s. lat. in pojavljanje Lymške borelioze je v Sloveniji med najvišjimi na svetu. Letno zboli za Lymsko boreliozo v Sloveniji do 2000 ljudi. Najpogostejši znak je kožna sprememba. Pri bolnikih najpogosteje izoliramo *B. afzelii* (82 %), redko *B. garinii* (17 %) in le izjemoma *B. burgdorferi* s. str. (1 %). Za prenos na človeka so najnevarnejše nimfe *I. ricinus* (Zore 2002).

Najpomembnejši rezervoar *B. burgdorferi* s. lat. sta dve skupini živali: mali sesalci in ptice. Ptice imajo pomembno vlogo pri geografskem širjenju in obstoju bolezni v naravi. Populacije malih sesalcev se odlikujejo po visoki pretvorbi biomase, veliki porabi energije v produkciji in majhni odvisnosti od klimatskih dejavnikov in so z velikostjo svojih populacij, vsesplošno navzočnostjo in širino ekološke valence pomemben del skoraj vseh kopenskih ekosistemov in zato idealni kot rezervoar mikroorganizmov (Zore 2002).

Z iskanjem glavnih rezervoarjev bakterij *B. burgdorferi* s. lat. v Sloveniji so se ukvarjali Zore in sodelavci (1999), ki so v okolici Ljubljane ulovili in testirali 34 malih sesalcev (20 *C. glareolus*, 11 *A. flavicolis*, 2 *A. sylvaticus* in 1 gozdno rovko (*Sorex araneus*)). Bakterijo *B. burgdorferi* s. lat. so našli v 17 osebkih (50 %), od katerih jih je 14 bilo okuženih z *B. afzelii*, 7 z *B. burgdorferi* s. str. in 3 z *B. garinii*, 7 osebkov pa je bilo okuženih s po dvema vrstama hkrati. Voluharice so bile bolj okužene kot miši, vendar razlika ni bila statistično značilna. Rovka je bila negativna. Vse tri najdene vrste bakterij so povzročitelji Lymške borelioze. Vrsta *B. afzelii* je najpogostejša vrsta iz skupine *B. burgdorferi* s. lat., ki so jo izolirali iz ljudi. Klopi se z bakterijami okužijo med hranjenjem na okuženem gostitelju, jih obdržijo transstadialno ob razvoju in jih prenašajo na druge gostitelje ob naslednjem hranjenju.

Med malimi sesalci v Sloveniji je najpogosteje okužena *C. glareolus* in je kompetenten rezervoar za *B. afzelii* v Sloveniji (Zore 2002).

Rezervoarji *B. burgdorferi* s. lat. so v naravi poleg malih sesalcev tudi ptice. Pri pticah so najpogosteje izolirali *B. garinii* in dvakrat redkeje *B. afzelii* in *B. burgdorferi* s. str.. Okužbe z več vrstami *B. burgdorferi* s. lat. so pri pticah dokazali v približno enakem deležu kot pri malih sesalcih. Med ptiči so najpomembnejši rezervoar drozgi, taščice in galebi. Najpogosteje okužena ptica je bil kos (*Turdus merula*) in je kompetenten rezervoar za *B. garinii* v Sloveniji (Zore 2002).

Druga najpomembnejša skupina bakterij, ki jih prenašajo klopi so rikecije. Rikecije so gram-negativne, obligatne intracelularne bakterije, ki živijo v citoplazmi ali, občasno, v jedrih evkariontskih celic. Delimo jih v več skupin na podlagi molekulskih in protitelesnih značilnosti. Največjo skupino so SFG (spotted fever group rickettsiae), ki jo sestavlja več patogenih in nepatogenih vrst (Punda-Polič in sodelavci 2002).

Za ljudi v Evropi je pomembna sredozemska vročica, pri kateri igrajo pomembno vlogo psi. Povzroča jo *Rickettsia conori*, ki živi v parazitskih členonožcih, kot so bolhe, uši in klopi. V njih se namnožijo brez bolezenskih učinkov. V klopih se prenašajo transstadialno in transovarijalno. Pri vretenčarjih zajedajo bele krvničke. Glavni klopni prenašalec je *R. sanguineus*. Ostali so še *I. ricinus*, *I. hexagonus*, *D. marginatus* in *D. reticulatus* (Hillyard 1996), potrdili pa so jo še v *R. bursa* in *D. marginatus* (Punda-Polič in sodelavci 2002).

Punda-Polič in sodelavci so leta 2002 pobirali klope iz domačih živali v južni hrvaški. Našli so štiri vrste klopov (*Hae. punctata*, *H. marginatum*, *R. bursa* in *D. marginatus*) in jih testirali na prisotnost rikecij. Odkrili so jih pri dveh vrstah in sicer pri *D. marginatus* (pobranih iz ovc) in pri *H. marginatum* (pobranih iz goveda). Iz *D. marginatus* so izolirali vrsto *Rickettsia slovacica* (pri 36,8% klopov), kar je prvi podatek za Hrvaško. Vrsta velja za patogeno od leta 1997. Klopi iz rodu *Dermacentor* so znani prenašalci mnogih SFG rikecij. Iz *H. marginatum* so izolirali vrsto *Rickettsia aeschlimanii* (pri 64,7 % klopov), kar je prvi podatek v jugovzhodni Evropi. Vrsta velja za patogeno od leta 2002, ko so prvič odkrili okužbo pri moškem, ki je potoval po Maroku. Za obe vrsti so to prvi podatki pojavljanja na Hrvaškem.

Leta 1948 se je v Dalmaciji in Hercegovini pri ovcah in kozah pojavila bolezen, po znakih zelo podobna bolezni »heartwater«, ki povzroči vročino in nervozo. Ugotovili so, da jo prenašata *I. ricinus* in mehki klop vrste *Boophilus calcaratus*. Povzročitelj pa je *Rickettsia ruminantium* (Aleraj in sodelavci 1956).

Leta 1953 so prvič na Japonskem dokazali bakterijo erlihijo, ki povzroča človeško granulocitno erlihijo imenovano HGE (human granulocytic ehrlichiosis) (Kristan 2001). Povzročitelj bolezni je *Anaplasma* (včasih *Ehrlichia*) *phagocytophila*. Zajedajo na belih krvničkah. Od 906 pregledanih klopov v Sloveniji, so okužbo z granulocitno erlihijo

ugotovili pri 9,2 % odraslih klopov in pri 7,2 % nimf. V Sloveniji so leta 1998 prvič potrdili primer bolezni človeške erlihioze. Primerjava DNA erlihij izoliranih iz ljudi s HGE in iz *I. ricinus* je pokazala 99,8 % podobnost. Najverjetnejši prenašalec erlihij v naravi je *I. ricinus* (Petrovec in sodelavci 1999).

Rezervoarji zaenkrat še niso potrjeni. Petrovec in sodelavci (2002) so testirali jelene in srne kot možne rezervoarje erlihij. Izbrali so jih zaradi njihove številčnosti in ker so pomembni gostitelji za *I. ricinus*. Pregledovali so tkiva in krvne serume navadnega jelena (*Cervus elaphus*) in srne (*Capreolus capreolus*), ustreljenih od leta 1996 do 1998. Erlihijo *A. phagocytophila* so potrdili pri 86 % obeh vrst. Velik odstotek lahko nakazuje, da so jeleni in srne kompetentni rezervoarji erlihij v naravi. Vendar pa so z genetskimi raziskavami ugotovili, da gre za različne erlihije kot tiste izolirane iz ljudi (Petrovec in sodelavci 2002).

Klopi prenašajo tudi tularemijo. To je bakterijska bolezen, ki jo povzroča bakterija *Francisella tularensis*. Glavni prenašalec v Evropi je *I. ricinus*. Prenašajo jo tudi druge vrste klopov kot so *Ixodes apronophorus*, *D. marginatus*, *D. reticulatus*, *Hae. concinna* in *Hae. punctata* in tudi krvosesne žuželke ter zajci. Bakterija *F. tularensis* se prenaša po zraku in vodi. Zbolijo lahko ljudje, mačke, ovce, zajci, glodalci in njihovi plenilci. Na mestu ugriza povzroči povečanje limfnih vozlov in nastanek čira (Hillyard 1996).

2.4.2.2.2 Virusi

Klopi prenašajo več kot 100 od okoli 500 znanih arbovirusov. To so virusi, ki jih prenašajo členonožci. Večina arbovirusov, ki jih prenašajo klopi povzroča pri ljudeh encefalitis ali hemoragično vročico. V Evropi je glavni prenašalec virusov na ljudi *I. ricinus* (Hillyard 1996).

Večino virusov, ki jih prenašajo klopi, spada v štiri družine: Flaviviridae, Bunyaviridae, Reoviridae in Rhabdoviridae. Med njimi so najpomembnejši predstavniki iz družin Flaviviridae in Bunyaviridae. Družina Flaviviridae ima več kot 70 vrst. Večina flavivirusov, ki jih prenašajo klopi so predstavniki TBE skupine, kar pomeni, da povzročajo encefalitis (Sonenshine 1993).

Klopni meningoencefalitis (TBE, tick-borne encephalitis) je v Evropi glavna virusna bolezen, ki jo prenašajo klopi. Njen glavni prenašalec je *I. ricinus*. Virus prenašajo še *I. hexagonus*, *I. arbicola*, *I. trianguliceps*, *Hae. punctata*, *Hae. inermis*, *Hae. concinna*, *D. marginatus* in *D. reticulatus* (Hillyard 1996).

Klopni meningoencefalitis je bolezen centralnega živčnega sistema, njen povzročitelj je virus iz rodu *Flavivirus*. Za to boleznijo v Evropi letno zboli približno 3000, v Sloveniji pa od 180-300 ljudi. Smrtnost je 1-2 %. Pri 10 do 20 % ljudi, ki bolezen prebolijo se pojavljajo dlje časa trajajoče ali pa stalne nevropsihične težave. Med katerimi se najpogosteje pojavljajo glavobol, pomanjkanje koncentracije, depresije, motnje v avtonomnem živčnem sistemu in težave s sluhom (Saksida in sodelavci 2004).

Bolezen je sezonskega tipa. Pojavlja se od aprila do novembra z dvema vrhovoma. Prvi je junija in julija, drugi pa septembra in oktobra (Saksida in sodelavci 2004).

V Sloveniji je vodilni razširjevalec virusa TBE *I. ricinus*. V razširjanje virusa pa je aktivno vključen tudi *I. hexagonus*, ki virus prenaša med svojimi rednimi gostitelji: jež (*Erinaceus europaeus*), divja mačka (*Felis silvestris*), domača mačka (*Felis domestica*), volk (*Canis lupus*), pes (*Canis familiaris*), lisica (*Vulpes vulpes*), kuna zlatica (*Martes martes*), kuna belica (*Martes foina*), dihur (*Martes putorius*), jazbec (*Martes meles*) in vidra (*Lutra lutra*). Nedvomno pa je pomaknjen v senco mnogo številčnejšega in bolj aktivnega ter glede gostiteljev malo izbirčnega *I. ricinus* (Tovornik 1987b).

Na območju nekdanje Jugoslavije je bilo endemsko žarišče TBE izključno v Sloveniji in sicer na območju od Kamniških Alp, preko predgorja Julijskih Alp in Ljubljanske kotline do notranjsko-dolenjskega Krasa (Tovornik 1961).

Veliko virusov so izolirali iz klopov, ki zajedajo ptice selivke, predvsem morske ptice. Pomembne so predvsem zaradi gnezditve v kolonijah in velikih geografskih razdalj, ki jih preletijo. Klopi in z njimi virusi se tako hitreje širijo med organizmi in kontinenti. Iz klopa vrste *Ixodes uriae*, ki zajeda morske ptice, so izolirali več kot 53 virusov. Med najpomembnejšimi so orbivirusi, bunyavirusi in flavivirusi. Ti virusi so nevarni tudi za ljudi, ki prihajajo v stik s pticami (Hillyard 1996).

2.4.2.2.3 Protozoji

Protozoji, ki jih prenašajo klopi spadajo v deblo Apicomplexa, razred Sporozoea in podrazred Piroplasma. Povzročajo bolezni domačih in divjih živali, v nekaterih primerih pa tudi pri ljudeh. Piroplasme, ki jih prenašajo klopi spadajo v dve družini, Babesiidae in Theileriidae. Obe družini imata po en rod, *Babesia* in *Theileria*. Vrste iz rodu *Babesia* imajo širok izbor gostiteljev, vrste iz rodu *Theileria* pa parazitirajo le v sodoprstih kopitarjih (Artiodactyla) (Sonenshine 1993).

Babesia in *Theileria* sta parazita v rdečih krvničkah vretenčarjev. Povzročajo bolezni imenovane babezioze in theilerioze. Na govedo *I. ricinus* prenaša vrsto *Babesia divergens*. Pasjo babezijo povzroča *Babesia canis*, ki jo prenašata *D. reticulatus* in *R. sanguineus*. Človeško babezijo pa povzročata *Babesia microti* in *B. divergens*, ki ju prenaša *I. ricinus* (Hillyard 1996).

Babezioze in theilerioze povzročajo velike finančne izgube zaradi katastrofalnih izbruhov bolezni, ki jih povzročajo na čredah domačih živali (Sonenshine 1993).

Vrste iz rodu *Babesia* se spolno razmnožujejo v klopih, kjer po hemolimfi potujejo v notranje organe in se oblikujejo v sporozoite. Preko žlez slinavk nato preidejo v vretenčarske gostitelje, kjer se dalje nespolno razmnožujejo v rdečih krvničkah. Rdeče krvničke razpadejo, zboleli gostitelji kažejo znake kot so rdeče obarvan urin (rdeča voda), visoka vročina, anemija in v večini primerov smrt (Sonenshine 1993).

Babesia microti je glavni povzročitelj človeške babezioze na SV in srednjem zahodu ZDA. Njen enzootski cikel je tam dobro poznan. Najpomembnejši rezervoar je miš vrste *Peromyscus leucopus*, njen glavni prenašalec pa *I. scapularis* (Sonenshine 1993).

Pri ljudeh se babezioza kaže v znakih podobnih malariji, z različno močjo. Najhuje zbolijo ljudje z odstranjeno vranico in starejše osebe, za katere je velikokrat smrtna (Sonenshine 1993).

Prvi primer človeške babezioze je bil opisan leta 1957 na območju bivše Jugoslavije. V Evropi zaenkrat ni izbruhov človeških babezios. Sprva so mislili, da zato ker je njen prenašalec *I. trianguliceps*, ki ne parazitira na ljudeh. Nato pa so ga prvič genetsko dokazali tudi v *I. ricinus*, ki pa se prehranjuje na ljudeh (Duh in sodelavci 2001).

Glavni rezervoarji *B. microti* v Evropi so zaenkrat še neznani. Našli so jih v več vrstah malih sesalcev in sicer v *C. glareolus*, poljski voluharici (*Microtus arvalis*), njivski voluharici (*Microtus agrestis*), voluharici vrste *Microtus socialis*, snežni voluharici (*Microtus nivalis*), *A. flavicolis*, dimasti miši (*Apodemus agrarius*), *A. sylvaticus*, domači miši (*Mus musculus*) in močvirski ročki (*Neomys anomalus*) (Duh in sodelavci 2001).

V Sloveniji so *B. microti* izolirali iz *C. glareolus* in *A. flavicolis*. Primerjali so rDNA *B. microti* iz teh dveh glodalcev in rDNA *B. microti* iz klopov *I. ricinus*, nabranih na istem geografskem območju. Ugotovili so, da gre za identične sekvence, kar pomeni, da bi *C. glareolus* in *A. flavicolis* lahko bila glavna rezervoarja *B. microti* (Duh in sodelavci 2001).

V ZDA so odkrili, da *I. scapularis* prenaša tudi vrsto *Babesia odocolei*, ki povzroča babezioze belorepih jelenov (*Odocoileus virginianus*). Smrtnost zaradi okuženosti z *B. odocolei* so potrdili še pri karibujih (*Rangifer tarandus caribu*) in *C. elaphus* (Duh in sodelavci 2005).

V Sloveniji so pregledali 51 *C. capreolus* in 30 *C. elaphus*, da bi preverili ali so možni rezervoarji babezij. Po izolaciji DNA iz vranic obeh vrst so ugotovili prisotnost *B. divergens*. Pri 11 (21,6 %) *C. capreolus* so izolirali tudi sev *Babesia* EU1, ki je povzročil babeziozo pri dveh ljudeh iz Avstrije in Italije. Po primerjavi DNA *B. EU1* iz *C. capreolus* in *B. EU1* iz ljudi so ugotovili, da gre za 99,7 % ujemanje (Duh in sodelavci 2005).

Pasja babezioza je ena najpomembnejših pasjih bolezni, ki se prenaša s klopi. Povzročitelji so *B. canis* (*B. canis canis*, *B. canis vogeli* in *B. canis rossi*) in *B. gibsoni*. Povzročajo akutno hemolizo, vročino, anoreksijo, depresijo, bledo sluznico in hematološke nenormalnosti kot so anemija in trombocitopenija. *Babesia canis canis* se prenaša s klopom *D. reticulatus*, *B. canis vogeli* pa z *R. sanguineus* (Duh in sodelavci 2004).

Od leta 2000 do 2002 so Duh in sodelavci (2004) pregledali 238 psov pripeljanih na veterinarsko kliniko v Ljubljani. Prisotnost *B. canis* so ugotovili pri 14 (5,9 %) psih. Izolirali so dve podvrsti in sicer *B. canis canis* (11 psov) in *B. canis vogeli* (3 psi). Ti izsledki so prvič potrdili pojavljanje *B. canis* v Sloveniji (Duh in sodelavci 2004).

2.5 KONTROLA ŠTEVILA KLOPOV

Med najučinkovitejše kontrole števila klopov spadajo kontrolirani požigi, mehansko čiščenje (košnja), odstranjevanje listnega opada in delna odstranitev krošenj (tako so tla bolj izpostavljena direktnemu soncu). S temi metodami povzročamo spremembo habitata in ne uporabljamo strupov ali pobijamo gostiteljev. Pri kontroli števila klopov je potrebno uničiti mikrohabitat klopa ali ga spremeniti do te mere, da za klope ni več primeren. Klopi so izpostavljeni izsušitvi, veliki vročini poleti ali pa mrazu pozimi (Sonenshine 1993).

Med krutejše metode kontrole števila klopov zagotovo sodi pobijanje gostiteljev. Tako so na otoku Main, zaradi ugotovitve, da so bili klopi krivi za povečanje Lymške borelioze v dveh letih usmrtili vso jelenjad, gostitelje klopov, ki to bolezen prenašajo. Število odraslih klopov je tako hitro padlo (Stanek 2003).

Za zmanjševanje števila klopov uporabljamo tudi kemično kontrolo. Največkrat se uporabljajo organofosfati in piretroidi ter njihove kombinacije. Te kemikalije povzročajo veliko onesnaževanje okolja in so škodljive za vse organizme.

Dobre metode kontrole števila klopov naj bi bile lahko uporabne, učinkovite, brez povzročanja stresa in poceni. Metode, ki bi ustrezala vsem tem kriterijem, še niso odkrili. Večinoma so v uporabi še vedno destruktivne metode kot so strupene kemikalije in uničevanje okolja (Hillyard 1996).

2.5.1 Biološka kontrola števila klopov in naravni sovražniki klopov

Ena izmed metod kontrole števila klopov je tudi biološka kontrola. Sem vključujemo naravne plenilce klopov (npr. hrošče, pajke, mravlje...), zajedalce (žuželke, pršice, gliste) in bakterijske patogene klopov (Hillyard 1996).

Zmanjšanje števila klopov lahko povzročajo tudi glive. V zahodnem gozdnatem območju New Yorka so opazili vpliv glive *Metarhizium anisopliae* na *I. scapularis*. Številčnost nimf se je zmanjšala za 50 %, številčnost odraslih klopov pa za 62 % (Hillyard 1996).

2.5.1.1 Plenilci klopov

Klope pleni veliko različnih živalskih skupin. Ptichi kot so škorci (*Sturnus vulgaris*), vrane (*Corvus* spp.), kokoši (Gallinae) ali pa kravje čaplje (*Ardeola ibis*), ki s telesa velikih prežvekovalcev pobirajo klope, sesalci (npr. rove (Soricidae), podgane in miši (Muridae) ter gostitelji klopov, ki jih polizejo s telesa) in kuščarice (Lacertidae). Med členonožci so pomembni plenilci klopov mravlje (npr. tropske ognjene mravlje), hrošči (Coleoptera), pajki (Aranea) in pršice (npr. Anystidae, ki jedo klope). Večinoma so klopi plen kadar so nasesani in se spustijo na tla, da najdejo prostor za levitev ali odlaganje jajčec. V Rusiji poznamo štiri vrste talnih hroščev iz rodu *Pterostichus*, ki plenijo iksodidne klope (le-ti jim predstavljajo 43 % hrane). Od pajkov plenijo klope predvsem volkci in skakači, ki dokazano plenijo vrste *Argas miniatus*, *R. sanguineus* in *Boophilus microplus*. Pajek vrste *Teutana triangulosa* pa je reden plenilec vrste *R. sanguineus*. V Peruju se s klopi iz rodu *Argas* iz gnezd morskih ptic prehranjujejo kuščarji (Sonenshine 1993).

V toplejših predelih lahko klope iz okolja odstranjujejo tudi rastline. Npr. vrste iz rodov *Stylosanthes* (fam. Fabaceae - metuljnice), *Melinis* (fam. Poaceae - trave) in *Gynandropsis* (fam. Capparaceae - kaprovke). Predvsem na pašnikih govedi lahko zaradi lepljivih dlak ali akaricidnih učinkov preženejo, ujamejo in ubijejo veliko število klopov (Hillyard 1996).

2.5.1.2 Zajedalci klopov

Na klopih zajeda več vrst žuželk. Med njimi so najbolj znane ose vrste *Ixodiphagus hookeri*. Svoja jajčeca odložijo v telesne votline ličink in nimf klopov. Osje ličinke ga ubijejo, še preden dokonča svoj razvoj, po 45 dneh pa kot odrasle ose izletijo. Parazitiranje os so v Nemčiji opazili na *I. ricinus*, v Španiji pa na *Hae. punctata* (Hillyard 1996). Opazili so jo tudi na vseh razvojne stopnjah *Hae. concinna* (Nosek 1970).

Znani klopni paraziti so tudi endoparazitske gliste vrste *Steinernema carpocapse* in *Heterorhabditis bacteriophora*. Ti glisti vsebujeta simbiotske bakterije, ki pa so patogene za členonožce. Ko glista vdre v telo gostitelja, se sprosti bakterija iz rodu *Xenorhabdus*. Klopa vrste *Boophilus annulatus* lahko ubije v dveh dneh. Veliko klopov pa preživi zaradi antibakterijskih mehanizmov (Hillyard 1996).

2.6. PREDSTAVITEV RAZISKOVANIH VRST

2.6.1 Breguljkin klop (*Ixodes lividus* Koch, 1844)

Ixodes lividus spada med striktne klope (Hillyard 1996). Živi le v gnezdih *R. riparia* in parazitira tako na mladih kot na odraslih pticah (Walter in Streichert 1984). Na *R. riparia* parazitirajo vse razvojne stopnje *I. lividus*. Na pticah jih največkrat najdemo na glavi in sicer na temenu, ob očesu, ušesih in na bazi kljuna. Samce redko najdemo na gostitelju. Parjenje in razvoj v višje stopnje poteka v gnezdih, zato sta v njih prisotna oba spola in vse razvojne stopnje. Gostitelji avgusta odletijo, klopi pa v gnezdih počakajo na njihovo vrnitev v aprilu (Hillyard 1996).

Morfološke značilnosti:

Tipalo ima bočne ostroge na prvem členu in je zelo kratko. Prvi in drugi člen sta zraščena in krajša od baz. Srednja trebušna plošča je razmeroma široka. Vogel baze glave oklepa topi kot. Stopalce prve noge se polagoma zožuje proti koncu. Dolžina nenasesane samice je 2,6-2,9 mm, nasesana pa meri do 7 mm. Samci merijo od 2,5-2,8 mm, nimfe pa od 1,2-1,4 mm (Hillyard 1996).



Slika 3: Odrasla stadija (levo samec, desno samica) breguljkinega klopa (*Ixodes lividus*)
(Foto: T. Trilar)

Razvoj:

Raziskave na območju Leningrada so pokazale, da ima *I. lividus* večinoma enoletni razvojni krog. Ličinke se po prezimovanju nasesajo z gostiteljevo krvjo in se v 24-26 dneh razvijejo v nimfe. Le-te se po sesanju na mladičih (4-5 dni) razvijejo v odrasle klope. Samice se po počitku (3-4 dni) pariyo in nato hranijo na mladičih (5-7 dni). Nato spet počivajo (7-8 dni) in odložijo jajčeca (14-18 dni), po tem pa odmrejo. Ličinke nove generacije se pojavijo v avgustu in septembru. Kljub temu pa se 2,8-6,5 % posameznikov v populaciji klopov ustavi v razvoju in prezimijo kot odrasli ali kot nimfe. Do tega prihaja zaradi poznega začetka sesanja ličink ali pa smrti gostitelja (Zolotov in Buker 1976). Na severnem robu območja razširjenosti *I. lividus* prezimi kot nimfa in odrasel osebek, kar mu je tudi omogočilo razširitev areala proti severu (Bobrovskikh 1979).

Razširjenost:

Palearktična razširjenost klopa, sledi razširjenosti gostitelja (Hillyard 1996). Njegova prisotnost je bila potrjena v naslednjih državah: Avstrija, Belorusija, Britanija, Bolgarija, Češka, Danska, Francija, Nemčija, Grčija, Irska, Litva, Norveška, Poljska, Švedska, Švica, Nizozemska in Ukrajina (Fauna Europaea 2004) in Slovenija (Trilar 2004).

V severni Nemčiji najdemo *I. lividus* v skoraj 100 % kolonij in 70 % gnezd (Walter in Streichert 1984).

Podrobneje so se s pojavljanjem *I. lividus* na *R. riparia* ukvarjali Mueller s sodelavci (1975). Klope so pobirali iz gostiteljev od leta 1972 do 1974. Največ klopov so našli leta 1972 v večletni koloniji. Starejše kolonije so bolj izpostavljene klopom, saj več let gnezdijo na istem območju in se jih tako ne znebijo kot mlade kolonije, ki vsako sezono menjajo gnezdilna območja. Največ so jih našli na mladičih, ki so ravnokar poleteli in na gnezdečih odraslih, saj so oboji v fizičnem stiku z gnezdmi. Število klopov na posameznih pticah ne presega števila drugih klopov, ki parazitirajo na drugih pticah. Lotili so se tudi izolacije virusov, ki povzročajo encefalitis, a jih niso našli.

Ixodes lividus prenaša virus, ki povzroča encefalitis. Izolirali so ga Fedorov in Tiushniakova (1958) ter Glaščinskaja in Babenko (1965) (citirano po Mueller in sodelavci 1975).

Na Finskem so Ulmanen in sodelavci (1977) pregledovali kolonije *R. riparia* na južnem in vzhodnem delu države. Klopa *I. lividus* so našli pri 15 % odraslih ptic v zgodnji fazi gnezditve. Delež je med gnezditvijo upadel na manj kot 10 % pri odraslih. Delež zaparazitiranosti pri juvenilnih osebkih je bil 20 %, pri mladičih v gnezdih pa 30 %. Na odraslih so našli ličinke in nimfe, medtem ko so pri mladičih našli le odrasle samice. Samce so našli samo v gnezdih. Spomladi in v jeseni so v gnezdih našli vse stopnje klopa. Sklepali so, da njegov razvoj na Finskem traja več kot eno leto. Kri iz ptic in klopov so testirali na prisotnost virusov, ki pa jih niso našli. Na podlagi tipa protiteles, ki so jih odkrili, sklepajo na prisotnost virusa iz Ukunieni sero skupine.

V naših naravnih pogojih naj kot prenašalec virusov ne bi predstavljal večje nevarnosti (Mueller 1978). Vendar pa so v Aziji odkrili, da naj bi bil ta klop okužen z virusom, ki povzroča rusko pomladno-poletni encefalitis (RSSE) (Hillyard 1996).

Iz *I. lividus* so izolirali tudi nov virus vrste Kama. Našli so ga L'vov in sodelavci (1996), ki so junija leta 1990 pobirali klope iz *R. riparia* v Tatarstanu na otokih porečja reke Kama. Odkrili so tri identične seve novega virusa imenovanega Kama virus (Flaviviridae, *Flavivirus*, Tiuleni antigenska skupina).

Vpliv prisotnosti klopa *I. lividus* na uspešnost vzreje mladičev *R. riparia* sta raziskovala Moeller in Szep (2000). Gnezda sta škropila s piretrinom (insekticid rastlinskega izvora) in druga z vodo (kontrolni poskus). V gnezdih škropljenih s piretrinom se je število klopov drastično zmanjšalo, v gnezdih škropljenih z vodo pa ni bilo sprememb. Razlik pri uspešnosti vzreje mladičev nista opazila. So se pa pojavile pri preživetju speljanih mladičev. Iz gnezd škropljenih s piretrinom jih je preživel dvakrat več. Imeli so večjo hitrost sedimentacije krvi in manjšo variabilnost in koncentracijo imunoglobulinov. Mladiči iz kontrolnega poskusa so bili večji (daljša grodnica in razpon kril) in težji. Imeli so tudi višjo koncentracijo levkocitov in imunoglobulinov. Pri odraslih med poskusi nista ugotovila razlik v imunskih reakcijah.

2.6.2 Breguljka (*Riparia riparia* Linnaeus, 1758)

Telesne značilnosti:

Najmanjša evropska lastovka, velika 12-13 cm (20-25 % manjša od kmečke lastovke (*Hirundo rustica*)), razpon kril 26,5-29 cm, majhen viličast rep. Temno rjava zgoraj, bela spodaj, z značilnim rjavim prsnim pasom (Cramp 1988).

Pri odraslih ni razlike med spoloma in sezonskih sprememb. Zgornjo površino telesa in zgornji del kril prekriva temno rjavo ali temno sivo rjavo perje. Sprva je svetlejša nato pa olivnato. Zgornja lička in ušesa prekriva zemljasto rjavo ali sivo rjavo perje. Lička in grlo sta svilnato bela. Na prsni je rjavi prsni pas, ki se proti robu razširja. Boki so temno sivo rjavi, ostali spodnji del pa je bel. Rep in letalno perje je črno rjavo z olivnim odtenkom. Šarenica je temno rjava. Kljun je črn ali črno rjav. Noge so črno rjave ali temno rjave. Mladiči so podobni odraslim, deli s temnim perjem so manj enotni. Šarenica je temno rjava. Kljun je rjav in na začetku rumeno obrobljen. Noge so meseno rjave in sčasoma potemnijo. Ob izvalitvi so blede sivi ali sivo beli, usta imajo rumena, kljun pa svetlo rumen (Cramp 1988).



Slika 4: Breguljke (*Riparia riparia*) na gnezdilni steni v Melincih (Foto: T. Trilar)

Razširjenost:

Kot ptica selivka je *R. riparia* razširjena po Palearktiku in Nearktiku. Je značilna gnezdilka v Evropi, Aziji do S Indije, JV Kitajske, obal pacifiških otokov in večine Severne Amerike (Cramp 1988). Površinsko je ena najbolj razširjenih ptičjih vrst na zemlji, saj v zmernem podnebnem pasu naseljuje skoraj celotno severno zemeljsko poloblo (Štumberger 1997).

V Srednji Evropi se razširjenost *R. riparia* pokriva z največjim obsegom pleistocenske poledenitve nižin ter z nanosi gramoza in peska v velikih rečnih dolinah (Bračko in Štumberger 1995).

Glede na območje gnezditve delimo vrsto *R. riparia* v več podvrst. Na severnem evrazijskem in ameriškem delu je razširjena *Riparia riparia riparia*. V dolini reke Nil v Egiptu in S Sudanu je razširjena *R. riparia shelleyi*, ki je v primerjavi s prejšnjo manjša, zgoraj bolj blede in ima ožji prsni pas. Južno-evrazijska pa se imenuje *R. riparia diluta*. Po velikosti je podobna naši podvrsti, vendar zgoraj bolj siva, prsni pas je ožji, bolj bled in manj opaznejši. V jugovzhodni Sibiriji, Kurilskih otokih in na Hokkaidu pa najdemo *R. riparia ijimae* (Cramp 1988).

Zimske selitve:

Riparia riparia riparia iz palearktičnega območja odletijo avgusta ali septembra na prezimovanje v Afriko na območje Sahela in v vzhodno Afriko južno do Mozambika. Tja priletijo oktobra ali v začetku novembra. Vrnejo se v marcu ali aprilu. Ameriške populacije prezimujejo v Južni Ameriki do Argentine. *Riparia riparia diluta* in *R. riparia ijimae* prezimujejo v Indiji in JV Aziji. *Riparia riparia shelleyi* pozimi odletijo južno v Sudan ali celo do Rdečega morja (Cramp 1988).

Potujejo po tradicionalnih selitvenih poteh. Odrasli potujejo hitreje kot mladi. Ptice iz iste kolonije se večkrat držijo skupaj tudi na potovanjih. Letijo podnevi, ponoči pa skupinsko počivajo. V skupinah se zadržujejo tudi na območjih prezimovanja, ponavadi ob vodi, kjer je hrana. Tako odrasli kot mladi kažejo zvestobo do kolonije in območja. Odrasli so kolonijsko bolj zvesti kot mladi (Cramp 1988).

Hrana:

Mali nevretenčarji, ki letajo ali pa jih nosi po zraku. Hranijo se skoraj izključno v zraku. Vendar pa v Angliji redno opažajo, da se hranijo na tleh s črvi in bubami, ki jih odvržejo ribiči (Cramp 1988).

Povprečna višina hranjenja je $15,0 \pm 15,0$ m.

Skupine nevretenčarjev, s katerimi se najpogosteje hranijo so enodnevnice (Ephemeroptera), kačji pastirji (Odonata), vrbnice (Plecoptera: Leuctridae), kobilice (Acrididae), stenice (Heteroptera), dvokrilci (Diptera), mrežekrilci (Neuroptera), kožokrilci (Hymenoptera), hrošči (Coleoptera) in pajki (Aranea) (Cramp 1988).

Razmnoževanje:

Prvotna gnezdišča so strma in peščena obrežja rek in drugih tekočih voda pa tudi strme morske obale. Izberejo si sveže erodirane, neutrjene in ne preveč z dežjem sprane strme peščene stene primerne trdote in sestave v bregovih rečnih in potočnih nanosov. Običajno ob vodi in, če je mogoče, v peščeni steni, obrnjeni proti jugu ali vzhodu. Stena ne sme biti poraščena. Prav tako je pomembna velikost stene. Rove si izkopljejo malo pod zgornjim robom, saj so tukaj sloji običajno obarvani s humusom, ki pa je podobne barve kot perje (Štumberger 1997).

Gnezdiijo do nadmorske višine 700 m, izjemoma pa tudi do 970 m. V Srednji Evropi gnezdiijo v stenah z rahlimi sloji pleistocenskih in holocenskih (glacialnih in fluvialnih) nanosih. V Panoniji (Madžarska in Vojvodina) pa naseljuje puhličasto-ilovnate in prhličasto-peščene strme stene. V Zahodni Evropi ponekod naseljuje peščene stene obal Severnega morja (Bračko in Štumberger 1995).

V JV Srbiji, na jezeru Vlasina, so leta 1999 odkrili novo in do tedaj najvišje ležečo gnezdilno kolonijo z okoli 300 pari na nadmorski višini 1260 m (Kulić 2004).

Danes zaradi človeškega spreminjanja nabrežij rek gnezdiijo predvsem v peskokopih, glinokopih, prodiščih in drugih peščenih nasipih, ki jih ustvarja človek. Ker so takšne, z izkopom nastale stene zelo nestanovitne (jih posujejo ali prekopljejo), so prisiljene neprestano iskati nova gnezditvena prebivališča (Geister 1995).

Večkrat pa kot posledica izkopov v gramoznicah ne uničijo le primerne stene, temveč kar cele kolonije v gnezditvenem obdobju (Štumberger 1997).

Z izkopavanjem gnezdilnega rova pričnejo samci. Dokler ni dolgo približno 30 cm se ne menijo za samice. Nato jih začnejo privabljati. Izkopavanje rova nadaljujeta skupaj, dokonča pa ga samica, kar traja v povprečju 4-5 dni. V povprečju so rovi dolgi 65 cm, končajo pa se z valilno kamrico, široko 4-6 cm. Rove izkopavajo zelo blizu eden zraven drugega, do 5,5 rogov na m². Enoletni osebki jih izkopavajo na periferiji kolonije, saj pridejo na gnezdišča kasneje (Cramp 1988).



Slika 5: Valilna kamrica na koncu gnezdilnega rova breguljke (*Riparia riparia*) (Foto: T. Trilar)

So sezonsko monogamne, vendar pa to ni pravilo. S samico postaneta par takrat, ko skupno izletavata iz gnezda in jo samec stalno spremlja in brani pred drugimi samci. Parjenje poteka včasih v gnezdu, večinoma pa na tleh in na žicah daljnovodov. Prvo jajce samica izleže 3-5 dni kasneje. Jajca so subeliptična, bele barve in precej gladka. Iz jajc, ki jih valita oba starša se po 14-15 dneh izvalijo mladiči. Hranita in odstranjujeta iztrebke prav tako oba. V roku približno treh tednov se mladiči speljejo. Za njih nato skrbita še en teden. Uspešnost preživetja zaroda je povezana z dolžino gnezda in sinhronizacijo izvalitev ostalih mladičev v koloniji (Cramp 1988).

Za *R. riparia* sta značilna dva zaroda na leto. Ponavadi izležejo nova jajca v prejšnje, rahlo podaljšano gnezdo. Čas med prvim in drugim zarodom je v povprečju en teden. Nekatere samice si za drug zarod izberejo nove samce in sicer en teden preden prejšnji zarod odleti. Za njih nato poskrbi samec. Večinoma pa si izberejo nove samce, kadar prejšnji zarod ni bil uspešen ali pa je samec poginil (Cramp 1988).



Slika 6: Breguljke (*Riparia riparia*) pri hranjenju mladičev (Foto: T. Trilar)

So zelo družabne ptice in se tudi zunaj gnezditvenih območij radi zbirajo v skupine in jate, ki štejejo do več sto ali celo več tisoč osebkov. Gnezdijo vedno v kolonijah, v katerih je lahko tudi na tisoče parov. Take kolonije delimo na subkolonije, ki v povprečju štejejo manj kot 50 parov, lahko pa tudi 100. Starejši ptiči so med leti bolj zvesti koloniji, celo subkoloniji, kot enoletniki rodni koloniji (Cramp 1988).

Prav zaradi družabnosti so, bolj kot solitarne vrste ptic, izpostavljene parazitizmu. Zaparazitiranost narašča s stopnjo družabnosti. Zelo družabni gostitelji lahko utrpijo večjo škodo tako zaradi večjega števila parazitov, kot tudi zaradi večje virulentnosti parazitov. Virulenca parazitov se namreč veča z večjim številom horizontalnih prenosov. Do večjega števila horizontalnih prenosov pa prihaja ravno med družabnimi gostitelji, saj so med seboj v stalnem fizičnem stiku, kar poveča frekvenco okužbe z genetsko različnimi paraziti. Zaradi tega družabni gostitelji vlagajo več v razvoj imunskega sistema. Ugotovili so, da imajo zelo družabne ptice večje organe odgovorne za imunsko odpornost kot solitarne vrste (npr. vranica in fabricijeva vrečka). Večje vlaganje v razvoj imunskega sistema pa ima tudi slabe lastnosti, saj se čas razvoja in s tem izpostavljenost parazitom v gnezdih, podaljšata. Zato naj bi se pri *R. riparia* in *H. rustica* čas razvoja skrajšal. Obstaja ravnotežje med embrionalnim razvojem in ontogenetskim razvojem zadostnega imunskega sistema (Moeller in sodelavci 2001).

V večini evropskih držav, kjer so raziskovali populacije *R. riparia*, so opazili velik upad v njihovem številu. Največkrat zaradi spreminjanja ali izginjanja gnezdilnih sten, ki so v prvotni obliki v srednji in zahodni Evropi skoraj v celoti uničena. Spreminjajo se lahko po naravni poti, na primer kadar se stena vsuje ali pa jo odplavi voda. Večinoma pa se spreminjajo zaradi človeških posegov. Največkrat gre za morfološko spreminjanje naravnih vodotokov, ko z izravnavanjem bregov voda odstranjujejo primerne gnezditvene stene. Sveže erodiranih obrežnih sten rek, potokov, robov jezer in klifov morskih obal je vse manj. Pesti jih pa tudi pomanjkanje hrane zaradi spreminjanja travnikov, pašnikov in poplavnih gozdov v njive, opuščanja pašništva in izsuševanjem mokrišč (Štumberger 1997).

Do velikega upada števila *R. riparia* lahko prihaja tudi zaradi suše na območju prezimovanja. Raziskave v Nemčiji, Nizozemski, Veliki Britaniji, Švedski in Madžarski so pokazale velik vpliv suše na število ptic na območjih prezimovanja v zimah leta 1968/69 in 1983/84. Velikost populacije lahko zaradi suše v Sahelu drastično upade v eni sami zimi. Leta 1991 se je populacija 33.300 parov v vzhodni Madžarski zmanjšala za 50 %. Veliko smrtnost med njimi povzročajo tudi pozne zime, z nizkimi temperaturami in veliko snega v marcu in aprilu (Hagemeijer in Blair 1997).

V mnogih delih Evrope potekajo renaturacijski posegi na vodotokih, ki naj bi jim zagotovili dolgoročen obstoj z naravnimi gnezditvenimi možnostmi. Ena izmed rešitev so tudi sekundarna gnezdišča, kot so gramoznice, peskokopi in glinokopi (Štumberger 1997).

Riparia riparia v Sloveniji:

V Sloveniji so največje kolonije v krajih Središče ob Dravi, Ciglence, Slovenja vas, Melinci, Petišovci in Vrbina (Bračko ustno).

Ob reki Dravi gnezdijo le v njenem subpanonskem delu, vse od Maribora navzdol. Pojavljanje te vrste na Dravi je prvi omenjal Seidensacher leta 1858, ki je omenjal odkrite kolonije in posamezne gnezdeče pare na Dravi, Muri in Savi. Nato do leta 1979 ni znanih podatkov o njihovem pojavljanju. Leta 1979 je bilo najdenih šest gnezdečih parov v manjši peščeni steni na izlivu potoka iz Ptujkega jezera v strugo Drave pod jezo v Markovcih. Naslednje leto se je kolonija povečala na dvajset parov, nato pa so potok regulirali in kolonija je izginila. Leta 1981 so v gramoznici Spuhlja v veliki peščeni steni kopali rove trije pari. Te stene so v naslednjih letih sanirali. Leta 1982 so ob stičišču kanala HE Formin in Drave pri Ormožu odkrili 134 rogov. Naslednje leto je bila stena opuščena in delno sesuta. V gramoznici Duplek pri Mariboru so začele gnezditi leta 1982, ko so našli več kot 60 parov. Do leta 1993 so tam stalno gnezdile, število parov pa je nihalo. Od leta 1994 tam ne gnezdijo več. Leta 1990 so odkrili 23 parov v gramoznici v Dogošah. Gnezdilni rovi so bili več kot 10 m visoko v dokaj tankem sloju peska. Leta 1992 so odkrili tudi dva para v naravni steni Dravinje (Šturmovci). Pri Obrežu je bilo avgusta 1993 najdenih šest gnezdilnih rogov. Naslednje leto tam niso več gnezdile. Manjšo kolonijo so našli 1.5 km pod omenjeno lokaliteto, ki pa jo je v nekaj dneh uničil vodni val zaradi izpuščanja vode pod jezo ormoške akumulacije. Zaradi prehitrega izginjanja dravske populacije je nemogoče ugotoviti selitvene poti in cilj selitve (Bračko in Štumberger 1995).

Po graditvi verige akumulacijskih HE na Dravi so od 60ih let dalje naravna gnezdišča pričela postopno in brez sledu izginjati. Po letu 1980 so manjše kolonije kolonizirale predvsem habitate antropogenega nastanka (gramoznice). V njih jih neposredno ogrožajo tako delovni procesi izkopavanja v času gnezditve, kot tudi prihod nepovabljenih gostov (otroci, ki stikajo po rovih, motoristi...). Kolonije ptic, gnezdečih v gramoznicah, so tudi bolj izpostavljene naravnim plenilcem. V nasprotju z naravnim gnezdiščem ob rekah, tukaj ni tekoče vode, ki bi plenilcem preprečila dostop do gnezd (Bračko in Štumberger 1995).

Od leta 1995 šteje slovenska gnezditvena populacija 300-800 parov. Lokalitete se nahajajo ob naših treh največjih rekah Dravi, Muri in Savi. Gnezdišča zaradi erozije in zaraščanja gnezdilnih sten niso stalna (Bračko ustno).

V Vrbini zadnjih 10 let ZRSVN spremlja stanje *R. riparia* v dveh gramonzicah. Odvisno od velikosti primernih gnezdilnih sten, tam vsako leto gnezdi med 200-600 parov, kar predstavlja več kot polovico vse slovenske populacije. V Vrbino se je v letih 2006 in 2007 preselil največji del populacije zaradi ugodnih razmer (velike gnezdilne stene). V letu 2006 so z novim lastnikom sklenili sodelovanje. Postavili so opozorilne table za ljudi in strašila za plenilske ptice. Zaradi izogibanja dejavnosti na območju kolonije, je gnezdenje približno 500 parov potekalo zelo uspešno. Spomladi so z novim odkopom vrhnje plasti ustvarili še dodatno steno. V letu 2007 je tam gnezdilo več kot 500 parov. Konec maja pa so opazili, da je bil z bagerji porušen večji del južne gnezdilne stene. Po grobi oceni je bilo s tem uničeno preko 200 gnezdilnih rogov z jajci in mladiči (Klenovšek 2007).

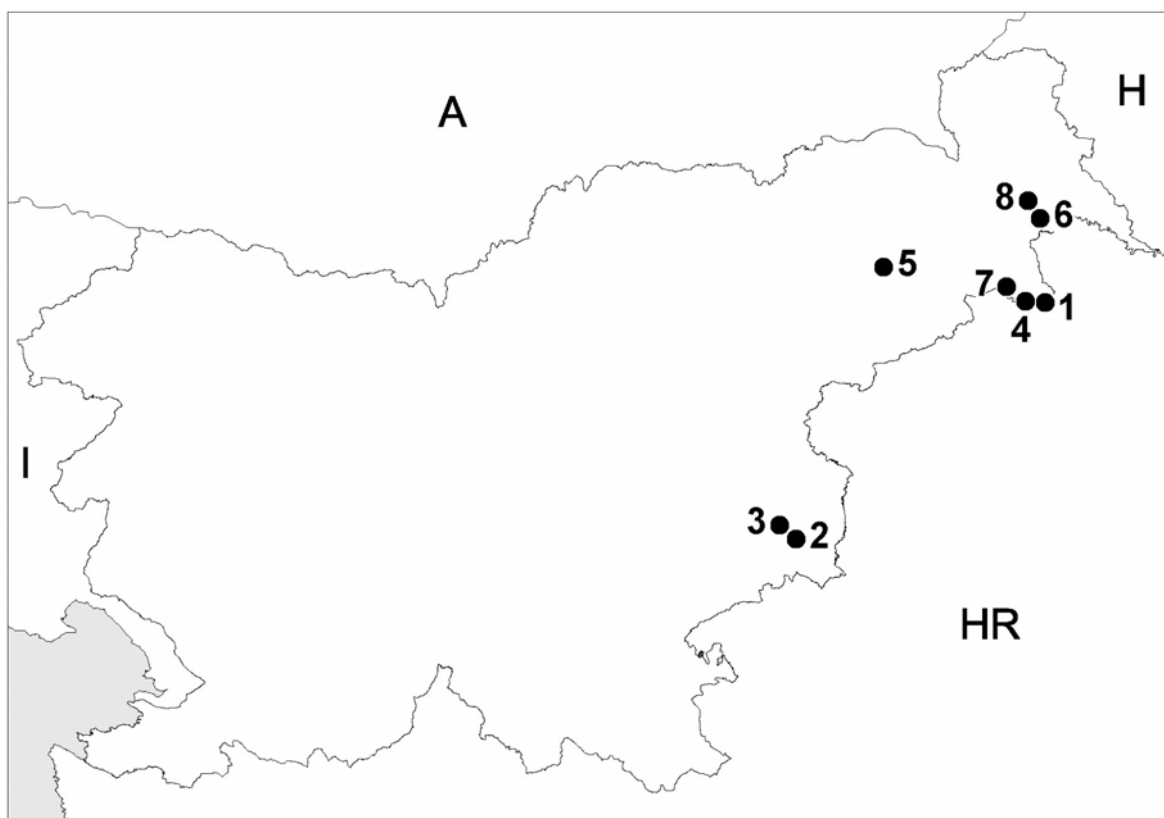
Riparia riparia sodi med naše močno ogrožene vrste ptic. V kategorijo močno ogroženih vrst jo kot izrazito lokalno gnezdilko z majhno ali nazadujočo celotno populacijo uvršča tudi Rdeči seznam ogroženih ptic gnezdilk Slovenije (Bračko in Štumberger 1995).

Edina smiselna in možna dolgoročna rešitev za vrsto je renaturacija posameznih delov reke Drave, kjer bo vsaj omejeno erodirala. Zagotoviti je potrebno ustrezno rečno dinamiko. Rešitev so lahko tudi graditev in vzdrževanje peščenih sten, kjer pa so potrebna vsakoletna vzdrževanja, kontrola, preprečevanje dostopa nepovabljenih gostov in stalni stiki z upravljalci aktivnih gramoznic (Bračko in Štumberger 1995). Potrebna je stalna komunikacija z neposrednimi izvajalci (delovodjem in bageristi) (Klenovšek 2007).

3 MATERIALI IN METODE

3.1 OPIS TESTNIH POVRŠIN

Vzorci smo nabirali na osmih testnih površinah. Petkrat smo vzorčili v gramoznicah in trikrat ob rekah. Gramoznice, v katerih smo vzorčili so bile gramoznica Vrbina pri Brežicah, gramoznica v Dolenji vasi, gramoznica Melinci, gramoznica Jurkovec v Frankovcih pri Ormožu in gramoznica v Zlatoličju ob kanalu HE Zlatoličje. Od treh vzorčenj, ki so potekala ob rekah smo dvakrat vzorčili ob reki Dravi (Grabe pri Obrežu in v Središču ob Dravi) in enkrat ob Muri (Srednja Bistrica ob Muri).



Slika 7: Testne površine: 1 - Središče ob Dravi; 2 - gramoznica Vrbina pri Brežicah; 3 - gramoznica pri Dolenji vasi; 4 - Grabe; 5 - Zlatoličje; 6 - Srednja Bistrica ob Muri; 7 - gramoznica Jurkovec; 8 - gramoznica Melinci.

3.1.1 Središče ob Dravi in Grabe

SLO: Središče ob Dravi; 180 m; UTM: WM94; Atlas Slo: 073-A3

SLO: Obrež, Grabe, ob reki Dravi; 170 m; UTM: WM93; Atlas Slo: 073-A3

Testni površini se nahajata na ovinkih reke Drave in sta 1 km narazen. Vrsta *R. riparia* gnezdi v steni obrežja, kjer reka z erozijo izpodjeda steno. Zadnjih 10 let DOPPS na teh dveh območjih vsako leto aktivno pripravlja gnezdilne stene. Najprej odstranijo vegetacijo in poravnajo steno, ki mora biti rahlo nagnjena nazaj. V teh stenah si ptice nato izkopljejo gnezdilne rove. Spomladi narasle vode stene odnesejo, nato se spet pripravijo nove.

V Središču ob Dravi in Grabah smo vzorčili enkrat, dne 14. 4. 2000.

3.1.2 Gramoznica pri Dolenji vasi in gramoznica Vrbina pri Brežicah

SLO: Dolenja vas, Vrbina, gramoznica; 150 m; UTM: WL48; Atlas Slo: 155-A2

SLO: Brežice, gramoznica Vrbina; 150 m; UTM: WL48; Atlas Slo: 155B2

Testni površini se nahajata sredi obdelovalnih polj na zahodni strani in umetnega topolovega gozda z bujno podrastjo na vzhodni strani. Površini sta 2,5 km narazen.

V Dolenji vasi smo vzorčili trikrat na istem mestu. Kolonija se je nahajala v opuščeni jami na zahodnem robu gramoznice, obrnjena proti vzhodu. Zdaj je ta stena zasuta.

Vzorčili smo dne 30. 8. 2000, 26. 10. 2001 in 6. 8. 2003.

Gramoznica Vrbina v Brežicah je aktivna gramoznica, kar pomeni, da v njej potekajo gradbena dela. Njena tla, stene in lega vode se zaradi del spreminjajo, zato smo vzorčili na različnih delih gramoznice. V letih 2000 in 2001 smo vzorčili na severnem in severozahodnem delu gramoznice. Gnezdilni rovi so bili v obeh letih izkopani v steno iz mivke. V letu 2004 smo vzorčili na južni strani, leta 2005 in 2006 pa na vzhodni strani gramoznice. Gnezdilni rovi so bili v obeh letih izkopani v steno iz prsti.

Vzorčili smo sedemkrat, dne 30. 8. 2000, 6. 8. 2001, 2. 9. 2004, 25. 8. 2005, 19. 10. 2005, 22.12. 2005 in 12. 2. 2006.



Slika 8: Testna površina v gramoznici Vrbina pri Brežicah (Foto: T. Trilar)

3.1.3 Srednja Bistrica ob Muri

SLO: Srednja Bistrica ob Muri; 170 m; UTM: XM05; Atlas Slo: 047-A3

Testna površina se nahaja na otočku, ki leži 100 m od mostu na cesti Srednja Bistrica-Razkrižje, po toku reke Mure navzgor. Vzorčili smo na steni otočka med glavnim tokom in stranskim rokavom v poplavnem gozdu ob Muri. Gnezdilni rovi so bili obrnjeni proti JV. Na tem kraju so gnezdile le enkrat. Vzorčili smo dne 15. 11. 2001.

3.1.4 Zlatoličje

SLO: Zlatoličje, ob kanalu hidroelektrarne Zlatoličje; 220 m; UTM: WM64;
Atlas Slo: 069-B2

Testna površina se nahaja v stenah gramoznice, ki leži v kompleksu gramoznic z dolžino približno 2 km. Te gramoznice so bile delno zapuščene in se zaraščajo z ruderalnimi rastlinami. Gnezdilni rovi so bili v steni obrnjeni proti JZ. Na tem kraju gnezdile le enkrat. Vzorčili smo dne 15. 11. 2001.

3.1.5 Gramoznica Jurkovec

SLO: Ormož, Frankovci, gramoznica Jurkovec; 180 m; UTM: WM94;
Atlas Slo: 072-B2

Testna površina se nahaja SV od jeza na Ormoškem jezeru, JV od lagun odpadnih voda iz Tovarne sladkorja Ormož. Gnezdilni rovi so bili v steni obrnjeni proti J, sredi ruderalne vegetacije. Vzorčili smo le enkrat, dne 24. 7. 2002.

3.1.6 Gramoznica Melinci

SLO: Melinci, gramoznica; 175 m; UTM: WM96; Atlas Slo: 046-C2

Gramoznica Melinci se nahaja med obdelovalnimi površinami, na JZ delu pa meji na gozd. Kolonija je gnezdila vedno na istem mestu in sicer na SZ robu gramoznice in je obrnjena proti JV. Kljub temu, da je gramoznica aktivna, je bila ob zadnjem obisku (februar 2007) zaprta in v njej niso potekala dela. Upravitelj gramoznice, koncesionar, je vsako leto zagotovil pripravo gnezdilne stene na novo tako, da so imele v njej vsako leto možnost gnezdenja.

Vzorčili smo osemkrat, dne 21. 8. 2002, 2. 10. 2002, 9. 11. 2002, 5. 12. 2002, 16. 1. 2003, 13. 2. 2003, 18. 9. 2003 in 14. 1. 2004.



Slika 9: Testna površina v gramoznici v Melincih (Foto: T. Trilar)

3.2 ZBIRANJE IN OBDELAVA MATERIALA

3.2.1 Terensko delo

Terensko delo je potekalo na osmih testnih površinah: Središče ob Dravi, gramoznica pri Dolenji vasi, gramoznica Vrbina pri Brežicah, Grabe, Srednja Bistrica ob Muri, Zlatoličje, gramoznica Jurkovec in gramoznica Melinci.

Ob prihodu h gnezdilni steni smo izbrali gnezda, ki jih bomo izsesali. Najprej smo z leseno palico izmerili dolžino rova in nato s kovinsko palico njihovo vsebino razrahljali in potegnili bliže odprtini. Z napravo za izsesavanje gnezd smo nato zbirali vsebino gnezdilnih rovov. Vsebina vsakega gnezda se je ujela na mrežico v napravi. Mrežico smo vsakokrat odstranili in vsebino stresli v neprodušno zaprte vrečke, ki smo jih kasneje transportirali do laboratorija. Vrečke je potrebno dobro zavozlati, saj obstaja velika verjetnost, da klopi, še posebej ličinke zlezejo ven in izgubimo ključne podatke. Metoda je primerna za lovljenje ličink, nimf in odraslih klopov, živečih v gnezdilnih rovih ptic.

Po enkrat so bili vzorci nabrani v Središču ob Dravi, dne 14. 4. 2000 (16 gnezd), v Grabah ob reki Dravi, dne 5. 10. 2000 (10 gnezd), Srednji Bistrici ob Muri, dne 15. 11. 2001 (13 gnezd), ob kanalu HE v Zlatoličju, dne 15. 11. 2001 (8 gnezd) in v gramoznici Jurkovec, dne 24. 7. 2002 (36 gnezd) (tabela 1).

V gramoznici pri Dolenji vasi smo vzorčili trikrat in sicer 30. 8. 2000 (27 gnezd), 26. 10. 2001 (19 gnezd) in 6. 8. 2003 (16 gnezd) (tabela 1).

V gramoznici Vrbina pri Brežicah smo vzorčili sedem krat in sicer 30. 8. 2000 (11 gnezd), 6. 8. 2001 (24 gnezd), 2. 9. 2004 (21 gnezd), 25. 8. 2005, 19. 10. 2005, 22. 12. 2005 in 12. 2. 2006. V času od avgusta 2005 do februarja 2006 smo vzorčili vsaka dva meseca. Skupno je bilo izsesanih 111 gnezd in sicer 36 v avgustu, 36 v oktobru, 36 v decembru in zaradi zmrzali le tri v februarju (tabela 1).

V gramoznici Melinci smo vzorčili osemkrat in sicer 21. 8. 2002 (35 gnezd), 2. 10. 2002 (36 gnezd), 9. 11. 2002 (36 gnezd), 5. 12. 2002 (36 gnezd), 16. 1. 2003 (36 gnezd), 13. 2. 2003 (42 gnezd) in 18. 9. 2003 (24 gnezd) in 14. 1. 2004 (24 gnezd) (tabela 1).



Slika 10: Nabiranje klopov z napravo za izsesavanje gnezd (Foto: M. Gračner)



Slika 11: Odstranjevanje mrežice z izsesanim materialom (Foto: M. Gračner)

3.2.2 Laboratorijsko delo

V laboratoriju smo vsebino posameznih gnezd, shranjenih v vrečkah, stehali in za dva dni postavili na sita Berlese-Tullgrenovih lijakov (Southwood 1978). Sito s pokrovom v katerem je žarnica smo položili na lijak. Pod lijakom je bila posodica z 9 % alkoholnim kisom. Vse živali, ki ne marajo svetlobe (fotofobija) in suše bežijo proti dnu lijaka in padejo v kis. Med njimi tudi klopi. Po dveh dneh smo odstranili posodice z zbranim materialom.

Vzorci iz posodic smo vlili na cedilo in jih sprali z vodo, da smo odstranili umazanijo. Živali, ki so ostale na cedilu smo dali v posodice, iz katerih smo jih s pomočjo lupe odsortirali. Med sortiranjem smo prisotnost in odsortirane artropodske skupine vpisovali v obrazec za Sortiranje vzorca. Klope smo pregledali pod binokularno lupo Wild M-5 pri 6 do 25-kratnih povečavah. Vrste klopov, prisotne stopnje in število posameznih razvojnih stopenj, smo določili s pomočjo določevalnega ključa (Trilar, neobjavljeno).

Diplomsko delo vključuje pregled pobranih vzorcev iz gnezd *R. riparia*, ki so jih nabrali sodelavci in prostovoljci v sklopu proučevanj Prirodoslovnega muzeja Slovenije od leta 2000 do 2004. S pomočjo določevalnega ključa sem preverjala ali gre za iskano vrsto klopa (*I. lividus*). Po potrditvi determinacije sem preštela posamezne stopnje (ličinke, nimfe, samce in samice), ter dobljene podatke vnesla v bazo podatkov.

Sledilo je lastno zbiranje vzorcev, sortiranje in pregledovanje vzorcev, ki smo jih nabrali od avgusta 2005 do februarja 2006.

3.2.3 Analiza rezultatov

Podatke, ki smo jih dobili s pregledom posameznih gnezd, smo vnesli v obrazce za Sortiranje vzorca in v bazo podatkov, ter jih analizirali in izračunali posamezne parametre.

Konstantnost

Konstantnost je v odstotkih izražen delež vzorcev v katerih je bila prisotna preiskovana vrsta ektoparazitov.

Definiran je kot:

$$C = (a_i / a) 100 \quad \dots(1)$$

kjer je: a_i - število vzorcev v katerih je vrsta prisotna in
 a - skupno število vzorcev.

Kategorizacijo konstantnosti uporabljam po Baloghu (1958):

- nad 75,1 % - evkonstantna vrsta,
- 50,1 do 75,0 % - konstantna vrsta,
- 25,1 do 50,0 % - akcesorna vrsta in
- pod 25 % - akcidentalna vrsta.

Indeks pojavljanja (Ioff 1949)

Indeks pojavljanja (Index of Occurence) je povprečno število osebkov parazitske vrste na vseh pregledanih gostiteljih ali gnezdih.

Definiran je kot:

$$IO = N / G \quad \dots(2)$$

kjer je: N - število osebkov ektoparazitske vrste ali skupine in
 G - število vseh pregledanih osebkov gostitelja ali gnezd.

Indeks parazitizma (Ioff 1949)

Indeks parazitizma (Index of Parasitism) je povprečno število osebkov ektoparazitske vrste na infestiranih gostiteljih oziroma gnezdih.

Definiran je kot:

$$IP = N / G_i \quad \dots(3)$$

kjer je: N – število osebkov ektoparazitske vrste ali skupine in
G_i – število infestiranih osebkov gostitelja ali gnezd.

Testiranje hipotez:

S statističnimi metodami smo želeli ugotoviti, ali obstajajo razlike v časovnem pojavljanju različnih razvojnih stopenj (ličink, nimf in odraslih) na izbrani testni površini.

Pri testiranju hipotez smo uporabili dva neparametrična testa; Kruskal-Wallisov test in test mediane. Za pomoč pri izračunavanju testov smo uporabili statistični program SPSS 14 (SPSS. Inc, ZDA).

Neparametrične metode za testiranje razlik med vzorci se uporabljajo, kadar imamo nenumerične podatke, kadar podatki niso normalno porazdeljeni, kadar imamo majhne vzorce (n<20) in na porazdelitev podatkov ne moremo sklepati. Njihove prednosti pred parametričnim testi so manjša zahtevnost pri izbiri podatkov in manjši vpliv ekstremnih vrednosti, vendar pa s tem ne izkoristijo vseh informacij, ki jih podatki nudijo.

Kruskal-Wallisov (H) test:

Je neparametričen primer enosmerne analize variance (F-test), kjer so podatki zamenjani z rangi. Primerja tri ali več med seboj neodvisne skupine. Test temelji na χ^2 porazdelitvi podatkov. Ničelna hipoteza je, da vse skupine prihajajo iz iste oblike porazdelitve podatkov (Daniel 1999).

Definiran je kot:

$$H = 12 / n(n+1) \sum_{j=1}^k R_j^2 / n_j - 3(n+1) \quad \dots(4)$$

kjer je: k – število vzorcev

n_j – število opazovanj v j-tem vzorcu

n – število opazovanj v vseh vzorcih

R_j – seštevek rangov v j-tem vzorcu

Test mediane:

Test temelji na χ^2 porazdelitvi podatkov. Podatke razdeli na tiste, ki so večji in na tiste, ki so manjši od mediane. Ničelna hipoteza testa predvideva, da so vse mediane v vzorcih iz neke populacije identične (Daniel 1999).

4 REZULTATI

4.1 POJAVLJANJE BREGULJKINEGA KLOPA (*I. lividus*) V GNEZDIH BREGULJK (*R. riparia*) NA POSAMEZNIH LOKALITETAH

Vzorčili smo na osmih lokalitetah (Središče ob Dravi, gramoznica pri Dolenji vasi, gramoznica Vrbina pri Brežicah, Grabe, Srednja Bistrica ob Muri, Zlatoličje, gramoznica Jurkovec in gramoznica Melinci).

Prisotnost *I. lividus* smo lahko potrdili na šestih lokalitetah, na dveh lokalitetah in sicer v Središču ob Dravi in Obrežu pri Grabah ob reki Dravi, pa ga nismo našli (tabela 1).

Tabela 1: Pregled zbranih vzorcev

Lokaliteta vzorčenja	Datum vzorčenja	Število nabranih gnezd	Število okuženih gnezd z <i>I. lividus</i>	Število najdenih <i>I. lividus</i>
Središče ob Dravi	14. 4. 2000	16	0	0
Gramoznica Vrbina pri Brežicah	30. 8. 2000	11	0	0
Gramoznica Vrbina pri Brežicah	6. 8. 2001	24	0	0
Gramoznica Vrbina pri Brežicah	2. 9. 2004	21	6	185
Gramoznica Vrbina pri Brežicah	25. 8. 2005	36	9	68
Gramoznica Vrbina pri Brežicah	19. 10. 2005	36	20	294
Gramoznica Vrbina pri Brežicah	22. 12. 2005	36	14	292
Gramoznica Vrbina pri Brežicah	12. 2. 2006	3	0	0
Gramoznica pri Dolenji vasi	30. 8. 2000	27	3	3
Gramoznica pri Dolenji vasi	26. 10. 2001	19	0	0
Gramoznica pri Dolenj vasi	6. 8. 2003	16	0	0
Grabe	5. 10. 2000	10	0	0
Zlatoličje	15. 11. 2001	8	6	735
Srednja Bistrica ob Muri	15. 11. 2001	13	1	2
Gramoznica Jurkovec	24. 7. 2002	36	2	3
Gramoznica Melinci	21. 8. 2002	35	31	743
Gramoznica Melinci	2. 10. 2002	36	31	1041
Gramoznica Melinci	9. 11. 2002	36	26	340
Gramoznica Melinci	5. 12. 2002	36	29	526
Gramoznica Melinci	16. 1. 2003	36	1	80
Gramoznica Melinci	13. 2. 2003	42	12	395
Gramoznica Melinci	18. 9. 2003	24	24	8254
Gramoznica Melinci	14. 1. 2004	24	21	8708

4.1.1 Gramoznica pri Dolenji vasi

V gramoznici pri Dolenji vasi smo vzorčili trikrat. Klopa *I. lividus* smo našli le enkrat, dne 30. 8. 2000 (27 gnezd) in sicer tri samce. Dne 26. 10. 2001 (19 gnezd) in 6. 8. 2003 (16 gnezd) pa nismo našli klopov. V Dolenji vasi je bil *I. lividus* avgusta 2000 akcidentalna vrsta ($C=11,1\%$). Indeks pojavljanja je bil 0,11, indeks parazitizma pa 1.

4.1.2 Gramoznica Vrbina pri Brežicah

V gramoznici Vrbina smo vzorčili sedemkrat (30. 8. 2000, 6. 8. 2001, 2. 9. 2004, 25. 8. 2005, 19. 10. 2005, 22. 12. 2005 in 12. 2. 2006). Zbrali smo 164 vzorcev gnezd. Skupno število najdenih klopov je bilo 835. Prevladovala so ličinke. Našteli smo jih 833 (99,7 %). Našli smo še dve samici, samcev in nimf pa nismo našli.

Ixodes lividus je v gramoznici Vrbina akcesorna vrsta ($C=29,9\%$). Indeks pojavljanja je 5, indeks parazitizma pa 17.

V prvih dveh vzorčenjih (30.8.2000 in 6.8.2001) smo izsesali skupno 35 gnezd in vrste *I. lividus* nismo našli.

Septembra 2004 smo izsesali 21 gnezd in našli 185 klopov. Vse na stopnji ličinke. *Ixodes lividus* je bil akcesorna vrsta ($C=28,5\%$). Indeks pojavljanja je bil 8,8, indeks parazitizma pa 30,8.

Avgusta 2005 smo izsesali 36 gnezd in našli 64 klopov (62 ličink in 2 samici). *Ixodes lividus* je bil akcesorna vrsta ($C=25$). Indeks pojavljanja je bil 1,7, indeks parazitizma pa 7,1.

Oktobra 2005 smo izsesali 36 gnezd in našli 294 klopov, od tega 202 v enem gnezd. Vsi so bili na razvojni stopnji ličinke. *Ixodes lividus* je bil konstantna vrsta ($C=55\%$). Indeks pojavljanja je bil 8,2, indeks parazitizma pa 14,7.

Decembra 2005 smo izsesali 36 gnezd in našli 292 klopov, od tega 137 v enem. Vsi so bili na razvojni stopnji ličink. *Ixodes lividus* je bil akcesorna vrsta ($C=38\%$). Indeks pojavljanja je bil 8,1, indeks parazitizma pa 20,8.

Februarja 2006 smo zaradi zmrzali uspeli izsesati le tri gnezda, v katerih pa nismo našli klopov.

4.1.3 Zlatoličje

V Zlatoličju ob kanalu HE Zlatoličje smo vzorčili le enkrat, dne 15. 11. 2001 (8 gnezd). Našli smo 736 osebkov. Vsi so bili na stopnji ličinke. *Ixodes lividus* je bil konstantna vrsta ($C=75\%$). Indeks pojavljanja je bil 92, indeks parazitizma pa 122,6.

4.1.4 Srednja Bistrica ob Muri

V Srednji Bistrici, ob Muri smo tudi vzorčili enkrat, dne 15. 11. 2002 (13 gnezd). Našli smo dve ličinki. *Ixodes lividus* je bil akcidentalna vrsta ($C=7,7\%$). Indeks pojavljanja je 0,15, indeks parazitizma pa 2.

4.1.5 Gramoznica Jurkovec

V Frankovcih pri Ormožu v gramoznici Jurkovec smo prav tako vzorčili enkrat, dne 24. 7. 2002 (36 gnezd). Našli smo tri ličinke. *Ixodes lividus* je bil akcidentalna vrsta ($C=5,5\%$). Indeks pojavljanja je 0,1, indeks parazitizma pa 1,5.

4.1.6 Gramoznica Melinci

V gramoznici Melinci smo vzorčili osemkrat (Tabela 2). Zbrali smo 269 vzorcev gnezd. Ob vsakem vzorčenju smo lahko potrdili prisotnost *I. lividus*. To je edina lokaliteta, kjer smo našli vse razvojne stopnje (ličinke, nimfe, samce in samice).

Skupno število najdenih klopov je bilo 20.087. Največ smo jih našli septembra 2003 in januarja 2004 in sicer 16.962, kar predstavlja 84,4 % vseh najdenih klopov.

Ixodes lividus je v gramoznici Melinci konstantna vrsta ($C=65\%$). Indeks pojavljanja je 74,7, indeks parazitizma pa 114,8.

Od razvojnih stopenj so se najpogosteje pojavljale ličinke. Našli smo jih 14.233 (70,8 %). Druge najpogostejše so bile nimfe, njihovo število je 5.580 (27,7 %). Samic je bilo 199 (1 %), samcev pa 75 (0,4 %).

Ob prvem vzorčenju, avgusta 2002 smo izsesali 35 gnezd. Našli smo 741 klopov. Od tega 202 ličinki in 541 nimf. Samcev in samic nismo našli. *Ixodes lividus* je bil evkonstantna vrsta ($C=88,5\%$). Indeks pojavljanja je bil 21,2, indeks parazitizma pa 24,7.

Oktobra 2002 smo izsesali 36 gnezd in našli 1.041 klopov (2 samici, 551 nimf in 488 ličink). *Ixodes lividus* je bil evkonstantna vrsta ($C=86,1\%$). Indeks pojavljanja je bil 28,9, indeks parazitizma pa 33,6.

Novembra 2002 smo prav tako izsesali 36 gnezd in našli 340 klopov (5 samcev, 18 samic, 160 nimf in 157 ličink). *Ixodes lividus* je bil konstantna vrsta ($C=72,2\%$). Indeks pojavljanja je bil 9,4, indeks parazitizma pa 13,8.

Decembra 2002 smo izsesali 36 gnezd in našli 526 klopov (4 samce, 1 samico, 512 nimf in 9 ličink). *Ixodes lividus* je bil evkonstantna vrsta ($C=80,5\%$). Indeks pojavljanja je bil 14,6, indeks parazitizma pa 20,2.

Januarja 2003 smo izsesali 36 gnezd in našli 80 klopov (1 samico, 21 nimf in 58 ličink). *Ixodes lividus* je bil akcidentalna vrsta ($C=2,7\%$). Indeks pojavljanja je bil 2,2, indeks parazitizma pa 80.

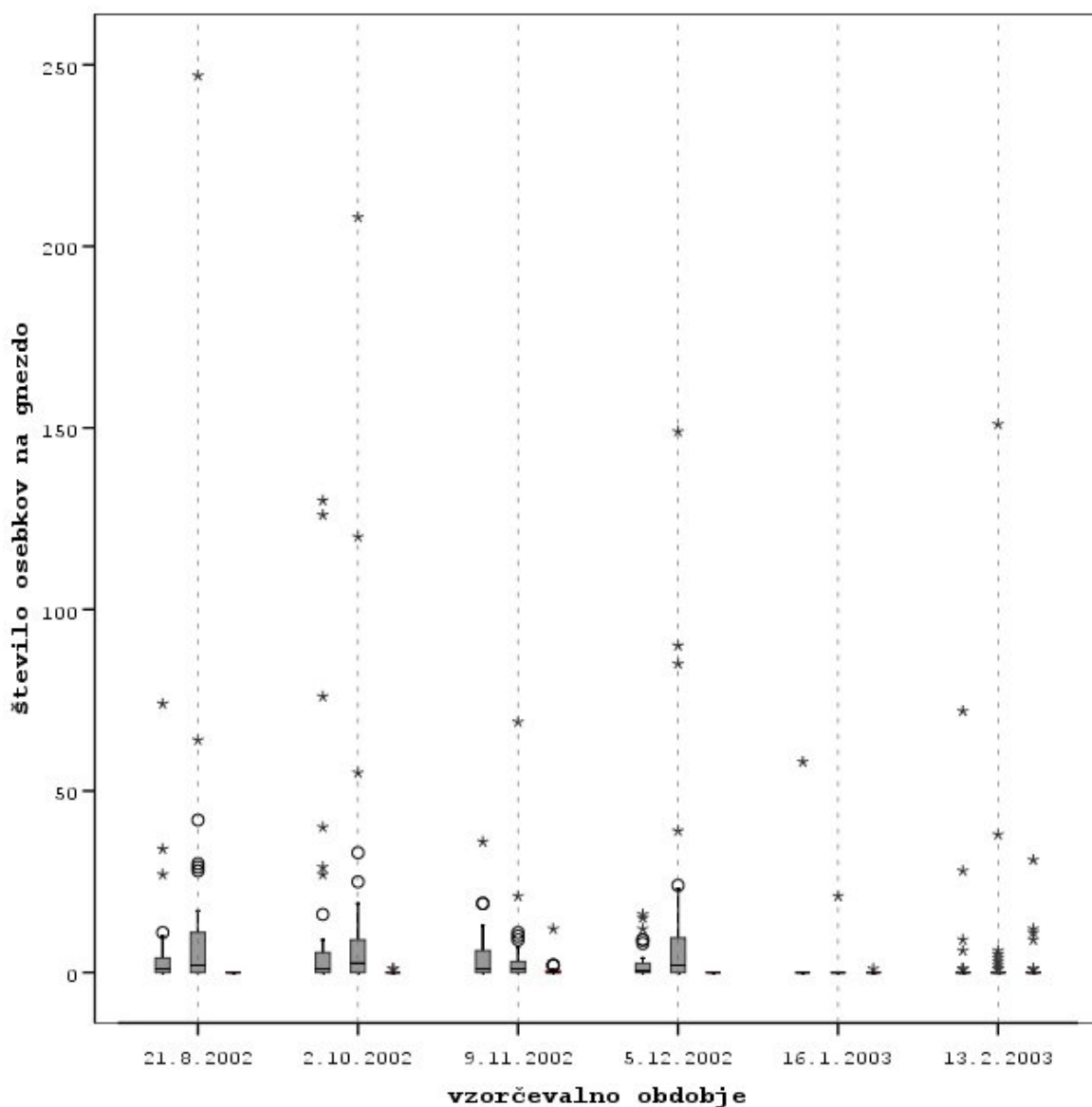
Februarja 2003 smo izsesali 42 gnezd in našli 395 klopov (10 samcev, 56 samic, 211 nimf in 118 ličink). *Ixodes lividus* je bil akcesorna vrsta ($C=28,5\%$). Indeks pojavljanja je bil 10,9, indeks parazitizma pa 32,9.

Septembra 2003 smo izsesali 24 gnezd in našli 8.254 klopov (19 samcev, 46 samic, 2.122 nimf in 6.067 ličink). *Ixodes lividus* je bil evkonstantna vrsta ($C=100\%$). Indeks pojavljanja in indeks parazitizma sta bila 324,9.

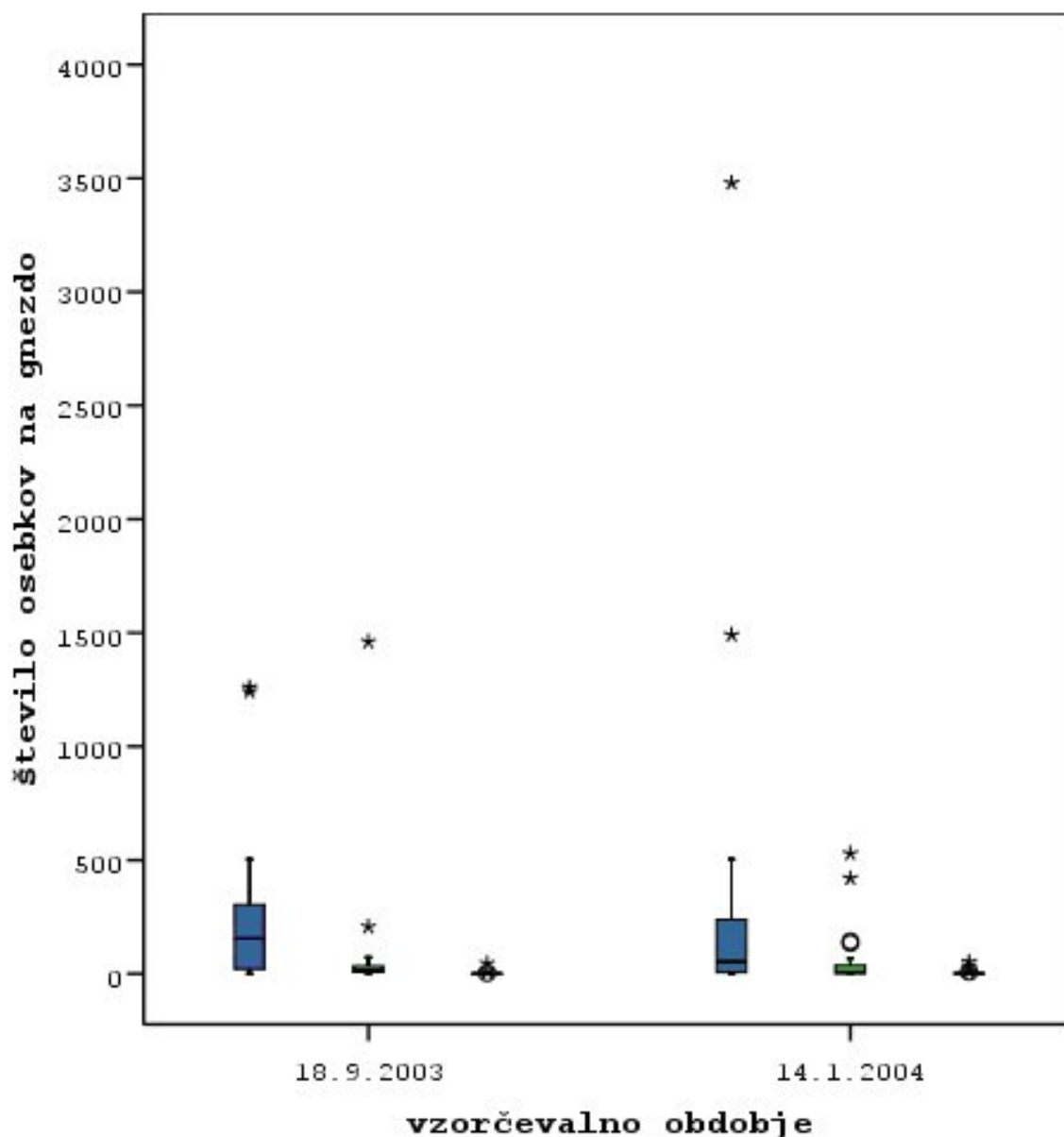
Januarja 2004 smo izsesali 24 gnezd in našli 8.708 klopov (37 samcev, 75 samic, 1.462 nimf in 7.134 ličink). *Ixodes lividus* je bil evkonstantna vrsta ($C=87,5\%$). Indeks pojavljanja je bil 362,83, indeks parazitizma pa 414,6.

Tabela 2: Pojavljanje breguljkinega klopa (*Ixodes lividus*) v gramoznici v Melincih

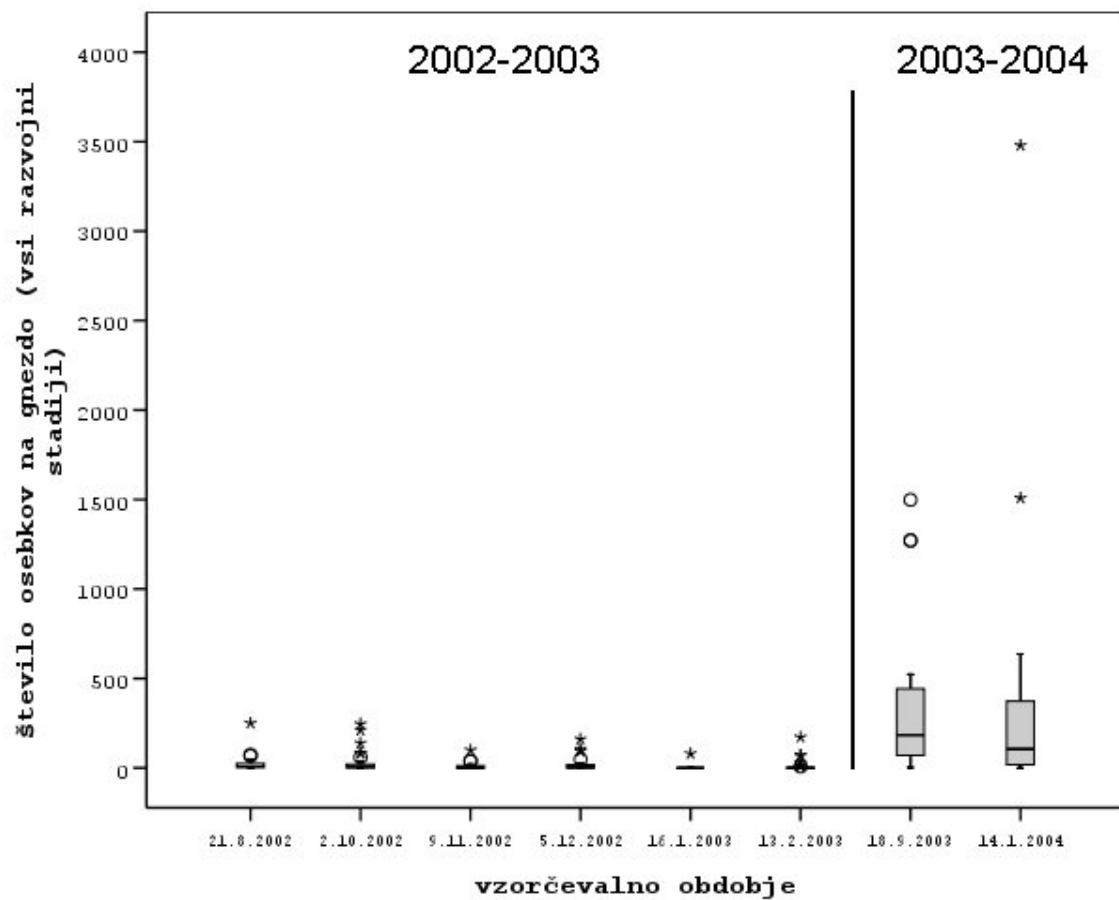
leto	2002				2003			2004
datum	21. 8.	2. 10.	9. 11.	5. 12.	16. 1.	13. 2.	18. 9.	14. 1.
št. gnezd	35	36	36	36	36	42	24	24
št.inf. gnezd	31	31	26	29	1	12	24	21
samci	0	0	5	4	0	10	19	37
samice	0	2	18	1	1	56	46	75
nimfe	541	551	160	512	21	211	2122	1462
ličinke	202	488	157	9	58	118	6067	7134
skupno	743	1041	340	526	80	395	8254	8708



Slika 12: Število posameznih stadijev breguljkega kropa (*Ixodes lividus*) na gnezdo od avgusta 2002 do februarja 2003 v gramoznici Melinci. Prvi stolpec predstavlja število ličink, drugi število nimf in tretji število odraslih klopov v posameznem gnezdu. (* - ekstremi - več kot 3 krat večja vrednost od medkvartilnega razmika, ○ - osamelci - od 1,5 do 3 krat večja vrednost od medkvartilnega razmika)



Slika 13: Število posameznih stadijev breguljkega klopa (*Ixodes lividus*) na gnezdo v septembru 2003 in januarju 2004 v gramoznici Melinci. Prvi stolpec predstavlja število ličink, drugi število nimf in tretji število odraslih klopov v posameznem gnezdu. (* - ekstremi - več kot 3 krat večja vrednost od medkvartilnega razmika, o - osamelci - od 1,5 do 3 krat večja vrednost od medkvartilnega razmika)



Slika 14: Število vseh stadijev breguljkinega klopa (*Ixodes lividus*) na posamezno gnezdo v obeh sezonah vzorčenja v gramoznici Melinci (* - ekstremi - več kot 3 krat večja vrednost od medkvartilnega razmika, o - osamelci - od 1,5 do 3 krat večja vrednost od medkvartilnega razmika)

V prvih šestih vzorčenjih (Slika 12) so številne mediane 0. Mediana za vsa gnezda in stopnje skupaj je 2.

Najmanjše število klopov v gnezdu je 0, največje število pa 250 (3 ličinke in 247 nimf; GNZ 110/02; 21. 8. 2002).

Gnezd z večjim številom klopov od mediane je bilo 98, gnezd z enakim številom 19, gnezd z manjšim pa 104.

K nizki skupni vrednosti mediane veliko prispevata peto (16. 1. 2003) in šesto (13. 2. 2003) vzorčenje, kjer je bilo 83 % gnezd praznih. Mediani sta v obeh vzorčenjih bile enaki 0. Izstopalo je le gnezdo GNZ 2003/050 s po 172 klopi (9 ličink, 151 nimf, 10 samic in 2 samca).

V sedmem vzorčenju je bilo najmanjše število klopov v gnezdu 2, največje pa 1.498 (37 ličink, 1.461 nimf) (Slika 13).

Mediana za vsa gnezda in stopnje skupaj je 183. Polovica gnezd leži med 82 in 410 klopov na gnezdo. Interkvartilni rang (IQR) je 328.

Z večjim številom klopov izstopajo tri gnezda: GNZ 2003/127 (1.270 klopov=3,9 IQR), GNZ 2003/135 (1.498 klopov=4,6 IQR) in GNZ 2003/148 (1.272 klopov=3,9 IQR).

Mediana pri ličinkah je 143. Polovica gnezd leži med 20 in 1.260 ličink na gnezdo. Najmanjše število ličink na gnezdo je 1, največje pa 1.260.

Mediana pri nimfah je 17. Polovica gnezd leži med 7 in 32 nimf na gnezdo. Najmanjše število nimf na gnezdo je 1, največje pa 1.461.

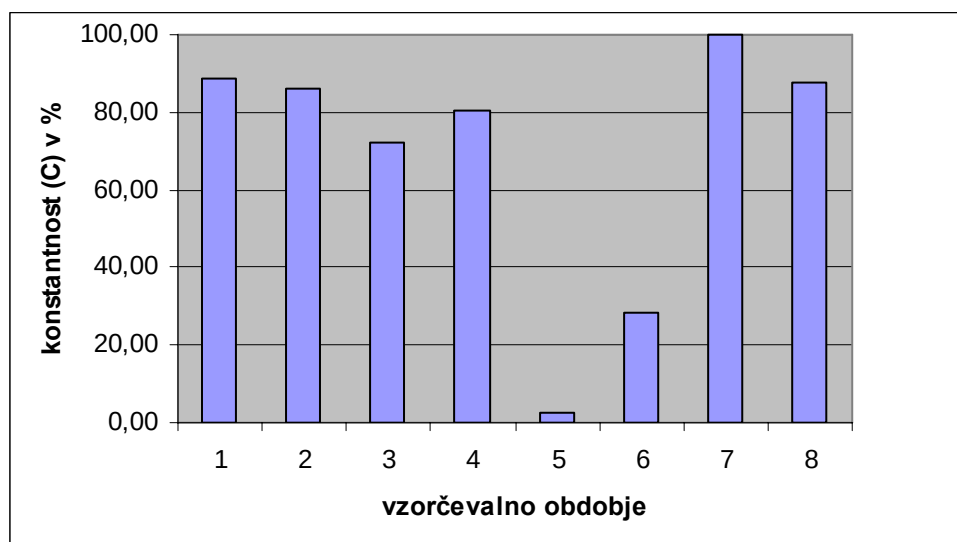
V osmem vzorčenju je bilo najmanjše število klopov v gnezdu 0, največje pa 3.479 (vsi na stopnji ličinke) (Slika 13).

Mediana za vsa gnezda in stopnje skupaj je 106. Polovica gnezd leži med 21 in 340 klopov na gnezdo. Interkvartilni rang (IQR) je 319.

Z večjim številom klopov izstopata dva gnezda: GNZ 2004/003 (3.479 klopov=10,9 IQR) in GNZ 2004/023 (1.508 klopov=4,7 IQR).

Mediana pri ličinkah je 53. Polovica gnezd leži med 7 in 238 ličink na gnezdo. Najmanjše število ličink na gnezdo je 0, največje pa 3.479.

Mediana pri nimfah je 8,5. Polovica gnezd leži med 2 in 35 nimf na gnezdo. Najmanjše število nimf na gnezdo je 0, največje pa 529.



Slika 15: Konstantnost v posameznih vzorčenjih v Melincih. Vzorčenja: 1 - 21. 8. 2002, 2 - 2. 10. 2002, 3 - 9. 11. 2002, 4 - 5. 12. 2002, 5 - 16. 1. 2003, 6 - 13. 2. 2003, 7 - 18. 9. 2003, 8 - 14. 1. 2004

Statistično značilnost opaženih razlik v pojavljanju razvojnih stadijev *I. lividus* (slike 12, 13 in 14) smo preverjali s Kruskal-Wallisovim testom in testom mediane. Primerjava pojavljanja stadijev v vseh šestih vzorčenjih prve sezone je z obema uporabljenima testoma pokazala vrednosti nad 0,05 le za samce, za ostale stadije pa so bile vrednosti »p« nižje (tabela 3). Zaradi izrazitega upada števila osebkov v petem (5.12. 2002) in šestem vzorčenju (16.1. 2003) prve sezone (Slika 12) smo razlike v časovnem pojavljanju posameznih stadijev klopov prve sezone na enak način testirali tudi le med prvimi štirimi vzorčenji (tabela 4). V tem primeru pa so bile vrednosti »p« manjše od 0,05 le v primeru samic medtem, ko so za vse ostale stadije vrednosti večje. Največjo razliko v časovnem pojavljanju pa smo opazili med četrtnim in petim vzorčenjem (tabela 5), kjer so bile vrednosti »p« manjše od 0,05 pri nimfah in ličinkah, pri odraslih pa ne. V drugi sezoni so bile vrednosti »p« za vse stadije večje od 0,05 (tabela 6).

Tabela 3: Rezultati testiranja različnega časovnega pojavljanja *Ixodes lividus* s Kruskal-Wallisovim testom in testom mediane v vseh šestih vzorčenjih prve sezone v Melincih, $P = 0,05$ (za podrobnosti o vzorčenjih glej tabelo 2).

N=3125	samci	samice	nimfe	ličinke	skupaj
K.-W. test (p vrednosti)	0,065	0,011	0,000	0,000	0,000
K.-W. test (χ^2 vrednosti)	10,397	14,867	53,722	46,109	71,373
test mediane (p vrednosti)	0,061	0,013	0,000	0,000	0,000

Tabela 4: Rezultati testiranja različnega časovnega pojavljanja *Ixodes lividus* s Kruskal-Wallisovim testom in testom mediane v prvih štirih vzorčenjih prve sezone v Melincih, $P = 0,05$ (za podrobnosti o vzorčenjih glej tabelo 2).

N=2650	samci	samice	nimfe	ličinke	skupaj
K.-W. test (p vrednosti)	0,058	0,019	0,230	0,425	0,230
K.-W.test (χ^2 vrednosti)	7,491	9,973	4,313	2,792	4,310
test mediane (p vrednosti)	0,056	0,021	0,327	0,887	0,404

Tabela 5: Razultati testiranja različnega časovnega pojavljanja *Ixodes lividus* s Kruskal-Wallisovim testom in testom mediane v četrtem in petem vzorčenju prve sezone v Melincih, $P = 0,05$ (za podrobnosti o vzorčenjih glej tabelo 2).

N=606	odrasli	nimfe	ličinke	skupaj
K.-W. test (p vrednosti)	0,164	0,000	0,000	0,000
K.-W.test (χ^2 vrednosti)	1,941	32,958	18,626	38,401
test mediane (p vrednosti)	0,354	0,000	0,000	0,000

Tabela 6: Razultati testiranja različnega časovnega pojavljanja *Ixodes lividus* s Kruskal-Wallisovim testom in testom mediane v drugi sezoni v Melincih, $P = 0,05$ (za podrobnosti o vzorčenjih glej tabelo 2).

N=16962	samci	samice	nimfe	ličinke	skupaj
K.-W. test (p vrednosti)	0,674	0,758	0,197	0,220	0,288
K.-W.test (χ^2 vrednosti)	0,177	0,095	1,667	1,506	1,128
test mediane (p vrednosti)	0,731	1,000	0,564	0,083	0,248

4.2 POJAVLJANJE BREGULJKINEGA KLOPA (*I. lividus*) NA BREGULJKAH (*R. riparia*)

Prisotnost *I. lividus* na *R. riparia* v Sloveniji smo lahko potrdili tudi ob pregledovanju obročanih ptic.

Med leti 1991 in 2003 smo pri obročkanju 26 osebkov *R. riparia*, *I. lividus* našli na 10 pticah. Skupaj je bilo naštetih 18 klopov (5 ličink, 8 nimf in 5 samic) (tabela 7).

Prvič smo *I. lividus* našli na enoletnem osebkju dne 27. 8. 1997 v Vrhniku, na njem so parazitirale 3 nimfe. Vse ostale *I. lividus* smo našli v Melincih. Dne 10. 7. 2002 smo našli 3 nimfe na juvenilnem osebkju. Štiri dni kasneje smo našli na odraslem osebkju 1 samico. Dne 17. 5. 2003 pa smo *I. lividus* našli pri 5 odraslih osebkjih. Na prvih dveh po 1 ličinko, na drugih dveh po 1 nimfo, na petem pa 3 ličinke. Dne 29. 6. 2003 smo na odraslem osebkju našli 1 samico, na enoletnem osebkju pa 3 samice.

Klop *I. lividus* je bil na *R. riparia* akcesorna vrsta ($C=38,5\%$). Največkrat smo ga našli v Melincih, kjer je bil indeks pojavljanja 0,7, indeks parazitizma pa 1,5.

Tabela 7: Pregled pobranih breguljkinih klopov (*Ixodes lividus*) iz breguljk (*Riparia riparia*) v Sloveniji od leta 1997 do 2003

Št.obročka	Samci	Samice	Nimfe	Ličinke	Datum	Lokacija	Starost (<i>R. riparia</i>)
A895782	0	0	3	0	27. 8. 1997	Vrhnika	1Y
AL19854	0	1	0	0	29. 6. 2003	Melinci	AD
AL19874	0	3	0	0	29. 6. 2003	Melinci	1Y
KL59923	0	0	3	0	10. 7. 2002	Melinci	JUV
KM37698	0	1	0	0	14. 7. 2002	Melinci	AD
KM74501	0	0	1	0	17. 5. 2003	Melinci	AD
KM74502	0	0	1	0	17. 5. 2003	Melinci	AD
KM74511	0	0	0	1	17. 5. 2003	Melinci	AD
KM74515	0	0	0	1	17. 5. 2003	Melinci	AD
KM74532	0	0	0	3	17. 5. 2003	Melinci	AD

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

V diplomski nalogi smo podrobneje raziskovali breguljkinega klopa (*I. lividus*). Zanimala nas je njegova razširjenost v Sloveniji, ali se stalno pojavlja v gnezdih *R. riparia*, ali obstaja različno časovno pojavljanje treh različnih razvojnih stopenj in ali obstajajo razlike v časovnem pojavljanju treh različnih stopenj na različnih testnih površinah.

Ixodes lividus spada med striktne klope (Hillyard 1996). Vse razvojne stopnje zajedajo le na eni vrsti gostitelja, to je *R. riparia* (Walter in Streichert 1984). Odločilno vlogo v njegovem razvojnem krogu igra življenjski in gnezditveni krog gostitelja. *Riparia riparia* se aprila vrne v gnezdilne stene, izkoplje rove, vzgoji enega do dva zaroda mladičev in avgusta odleti (Cramp 1988). V gnezdu je 4 mesece, preostalih osem mesecev pa gostitelja v gnezdu ni in temu se morajo prilagoditi tudi klopi. Krajšemu obdobju hitrega razvoja sledi daljše obdobje stradanja in mirovanja v neaktivnem stanju. V času odsotnosti gostitelja, *I. lividus* preživi na stopnji ličinke, 2,8-6,5 % populacije pa na stopnji nimfe ali odrasle živali. Ko se *R. riparia* vrne, se ličinka prisesa ter prične s prehranjevanjem. Nato se spusti z gostitelja in razvije v nimfo, ki po naslednjem hranjenju odraste v odraslega klopa (Zolotov in Buker 1976). Vrnitev gostitelja in prehranjevanje na njem je pogoj za levitev in preobrazbo v višjo razvojno stopnjo (Trilar 1995).

V Sloveniji je bil *I. lividus* prvič najden med obročkanjem ptic 5. 5. 1989 v kraju Srednje Bitnje. Zajedal je na škorcu (*S. vulgaris*), ki ga je verjetno dobil med stikanjem po rovih *R. riparia*. Na *R. riparia* pa so ga prvič našli 27. 8. 1997 na Vrhniki (Trilar 2004). Prisotnost klopa *I. lividus* smo na gostitelju *R. riparia* v Sloveniji lahko potrdili tudi pri naslednjih obročkanjih. Med leti 1991 do 2003 smo klopa tako našli na 10 od 26 breguljkah. Skupno smo našli 18 klopov (5 ličink, 8 nimf in 5 samic) (tabela 7). Število pregledanih gostiteljev (26) pa je bilo veliko prenizko, da bi lahko na podlagi tega sklepali na njihovo dejansko infestiranost z *I. lividus* v Sloveniji.

Z namenom pridobivanja novih podatkov o *I. lividus* v Sloveniji je tako od leta 2000 do leta 2006 je v sklopu Prirodoslovnega muzeja Slovenije potekalo zbiranje vzorcev iz gnezd *R. riparia* po Sloveniji. Vzorce gnezd smo dobili z izsesavanjem gnezdilnih rogov. Omenjeno pobiranje vzorcev je potekalo le v času odsotnosti gostitelja, saj je *R. riparia* močno ogrožena vrsta ptic in je uvrščena na Rdeči seznam ogroženih ptic gnezdilk v Sloveniji (Bračko in Štumberger 1995), vzorčenje v času gnezditve pa bi lahko lahko ogrožalo njen obstoj na testnih površinah.

V okviru naloge smo skupno izsesali 578 gnezd na osmih testnih površinah (Središče ob Dravi, gramoznica pri Dolenji vasi, gramoznica Vrbina pri Brežicah, Grabe, Zlatoličje, Srednja Bistrica ob Muri, gramoznica Jurkovec in gramoznica Melinci). Petkrat smo vzorčili na antropogenih (gramoznice) in trikrat na naravnih gnezdiščih. Naravna gnezdišča so bila ob reki Dravi (Središče ob Dravi in Grabe) in reki Muri (Srednja Bistrica ob Muri).

Ixodes lividus smo našli v šestih od osmih pregledanih gnezditvenih kolonij *R. riparia*. Vse gnezditvene kolonije, kjer smo ga našli so na območjih s človeškim vplivom (gramoznice), razen gnezdišča v Srednji Bistrici ob Muri. Njegove prisotnosti nismo potrdili le v dveh naravnih gnezdiščih ob reki Dravi (Središče ob Dravi in Grabe). Lokaliteti ležita 1 km narazen, na zavojih reke Drave, ki ob jesenskih in spomladanskih visokih vodah odnaša stene. Zadnjih 10 let stene vzdržuje in pripravlja na novo tudi DOPPS. Vsakoletna erozija in pripravljanje sten sta verjetno tudi razlog za odsotnost *I. lividus* na tem območju.

V vzorcih 578 gnezd smo našli 21.666 osebkov *I. lividus*. V gnezdih so se najpogosteje pojavljale ličinke, ki jih je bilo skupno 15.806 (73 %). Nimf je bilo 5.581 (26 %), samic 202 (0,9 %) in samcev 78 (0,4 %). Razmerja 56,5 (ličinke) : 20 (nimfe) : 1 (odrasli) nakazujejo na visoko smrtnost *I. lividus* pri razvoju iz nižje v višjo razvojno stopnjo. Do podobnih rezultatov sta prišla tudi Walter in Streichert (1984), ki pa sta opazila največjo smrtnost pri razvoju iz ličinke v nimfo (30,6 (ličinke) : 0,5 (nimfe) : 1 (odrasli)).

Pričakovano razmerje med spoloma je 1:1, vendar pa je lahko premaknjeno v korist samcev ali samic. Dejanska spolna struktura je odraz regulacijskih mehanizmov v populaciji (Trilar 1995, Hillyard 1996). V gnezdih *R. riparia* so v gramoznici Melinci, razen 5. 12. 2002 (4 ♂♂ in 1 ♀), ves čas prevladoval samice. V vseh vzorcih skupaj je bilo

65 samcev in 199 samic (razmerje 1: 3 v prid samic). Iz rezultatov lahko sklepamo, da populacijski regulacijski mehanizmi pri *I. lividus* favorizirajo večje število samic kot samcev. Ta strategija je do neke mere razumljiva, saj lahko samci kopulirajo z več samicami (Trilar 1995). O prebitku samic v populaciji *I. lividus* poročata tudi Walter in Streichert (1984), vendar so ugotovljene razlike med spoloma (1:1,6 v prid samic) manjše kot v naši raziskavi.

Sklepamo, da je v kolonijah *R. riparia* v Sloveniji klop *I. lividus* konstantna vrsta, saj smo ga našli v šestih od osmih pregledanih gnezditvenih kolonijah (C=75 %). V primerjavi z Nemčijo, kjer je *I. lividus* v gnezdih breguljke evkonstantna vrsta (C=100 %) (Walter in Streichert 1984), pa je manjša konstantnost prisotnosti *I. lividus* v Sloveniji po vsej verjetnosti le navidezna. Klopa namreč nismo našli le v kolonijah, kjer se stene z gnezdišči izven gnezditvene sezone stalno odstranjujejo, zato sklepamo, da razširjenost *I. lividus* v Sloveniji sledi razširjenosti gostitelja. Tako prinešeni klopi ostanejo na gnezditvenih lokalitetah tekom cele sezone, tudi ob odsotnosti gostitelja, seveda pa v primeru naravne ali umetne odstranitve gnezdišč klopi povratka gostitelja ne pričakajo.

V gnezdih *R. riparia* v Sloveniji je *I. lividus* akcesorna vrsta. Od skupno 578 izsesanih gnezd, smo njegovo prisotnost potrdili v 193 gnezdih (C=33,4 %), kar je v primerjavi z Nemčijo, kjer se vrsta v gnezdih pojavlja konstantno (C=70 %) (Walter in Streichert 1984) precej manj.

Indeksi pojavljanja (IO) za *I. lividus* iz gnezd *R. riparia* so bili na lokalitetah, kjer smo ga našli, med 0,1 (gramoznica Jurkovec) in 362,8 (gramoznica Melinci). Za vse vzorce skupaj pa je vrednost indeksa pojavljanja 37,3. Primerjave s podatki iz raziskav, ki sta jih opravila Walter in Streichert (1984) v Nemčiji, kažejo, da so spodnje vrednosti indeksa pojavljanja v Sloveniji manjše kot v Nemčiji (najmanjši IO=0,3). Zgornje vrednosti indeksa pojavljanja pa so v Sloveniji večje kot v Nemčiji (največji IO=350). Za vse vzorce skupaj je vrednost indeksa pojavljanja *I. lividus* v Sloveniji več kot dvakrat večja od vrednosti v Nemčiji (skupni IO=15,9).

Indeksi parazitizma (IP) za *I. lividus* iz gnezd *R. riparia* so bili na lokalitetah, kjer smo ga našli, med 1 (gramoznica pri Dolenji vasi) in 414,6 (gramoznica Melinci). Za vse vzorce skupaj pa je vrednost indeksa parazitizma 111,8. Primerjave s podatki iz raziskav v

Nemčiji kažejo, da so spodnje in zgornje vrednosti indeksa parazitizma višje v Sloveniji kot v Nemčiji (najmanjši $IP=0,8$, največji $IP=350$). Za vse vzorce skupaj je vrednost indeksa parazitizma *I. lividus* v Sloveniji več kot trikrat večja od vrednosti v Nemčiji (skupni $IP=32$).

Konstantnost pojavljanja klopov v gnezdih se razlikuje med lokalitetami in časom nabiranja na posamezni lokaliteti. Najpogostejše se je *I. lividus* pojavljal v gramoznici Melinci in Zlatoličju, kjer je bil konstantna vrsta.

V gramoznici v Zlatoličju, ob HE Zlatoličje, smo vzorčili le enkrat in pobrali 8 vzorcev. V šestih od osmih vzorcev smo našli 735 ličink *I. lividus*. Glede na nizko število pobranih vzorcev in glede na to, da so *R. riparia* tam gnezdile le enkrat, je število najdenih klopov presenetljivo visoko. *Riparia riparia* so se z *I. lividus* okužile drugje in jih na to lokaliteto prinesle s seboj ob začetku gnezdenja. Primer Zlatoličje je dober pokazatelj, da za pojav večjega števila *I. lividus* na nekem območju, ni pomembna le okuženost območja ampak tudi okuženost *R. riparia*, ki priletijo na to območje. Če bi ptice v gramoznici v naslednjih sezonah redno gnezdile, bi v Zlatoličju lahko pričakovali večanje števila *I. lividus*. Glede na to, da pa *R. riparia* tam niso več gnezdile, je populacija klopov propadla.

Lokalitete z najnižjimi vrednostmi konstantnosti, indeksa pojavljanja in indeksa parazitizma so gramoznica pri Dolenji vasi, Srednja Bistrica ob Muri in gramoznica Jurkovec. V zadnjih dveh smo vzorčili po enkrat, kar bi lahko bil razlog za nizko število najdenih klopov. Vendar pa nam visoko število najdenih klopov v Zlatoličju pokaže, da število vzorčenj in število pobranih vzorcev ni pomembno, da ugotovimo ali je populacija *I. lividus* na nekem območju majhna ali velika.

Kljub večkratnemu vzorčenju v gramoznici Vrbina pri Brežicah, smo našli premajhno število klopov, da bi lahko ugotovili trend pojavljanja in preživetja posameznih razvojnih stopenj *I. lividus*. Razlog za nizko število klopov na tej lokaliteti bi lahko bila človeška aktivnost v gramoznici. Stene se, razen v obdobju gnezdenja, odstranjujejo in odnašajo, z njimi pa tudi klopi. Zanimiva pa je ugotovitev, da smo v gramoznici Vrbina pri Brežicah *I. lividus* našli le v gnezdilnih rovih narejenih v prsti. V rovih narejenih v mivki v isti gramoznici pa ne. Tako kot jih tudi nismo našli v bližnji gramoznici Dolenji vasi, kjer so

bili rovi prav tako v mivki. Morda jim podlaga iz mivke ne ustreza in se v njej ne morejo razvijati.

Lokaliteta z največjim številom najdenih *I. lividus* je gramoznica Melinci, kjer smo našli 20.087 osebkov, kar predstavlja 92,7 % vseh do sedaj najdenih *I. lividus* v Sloveniji. Število je bilo dovolj veliko, da smo lahko prikazali trend pojavljanja in preživetja posameznih razvojnih stopenj. Največ klopov smo našli 14. 1. 2004 in sicer 8.708 osebkov, kar znaša kar 40 % vseh najdenih klopov. Na ta dan smo našli največje število samcev, samic in ličink. Največje število klopov v enem gnezdu smo našli istega dne v Melincih, kjer je bilo v vzorcu GNZ 2004/003 rekordnih 3.479 klopov (vsi na stopnji ličinke). Raziskave Moellerja in Szepa (2000) so pokazale, da veliko število klopov v gnezdih *R. riparia* nima vpliva na velikost zaroda. Ima pa vpliv na preživetje speljanih mladičev in sicer jih iz gnezd brez klopov preživi dvakrat več. Da bi ugotovili vpliv tako ogromnega števila klopov na zarod v naših gnezdih, bi morali opazovati dogajanje z mladiči v gnezdih in izven njih (šteti izležena in neizležena jajca, opazovati razvoj preživelih mladičev in preživetvene sposobnosti speljanih).

Pri pojavljanju števila klopov v posameznih gnezdih prihaja do velikih ekstremov (slike 12, 13 in 14). Število klopov v gnezdu niha od 0 pa do 3.479.

Vrsta *I. lividus* je v gramoznici Melinci konstantna vrsta ($C=65\%$). Število nabranih klopov in konstantnost (C) sta največja v poznih poletnih in zgodnjih jesenskih mesecih, saj se klopi v spomladanskih in poletnih mesecih prehranjujejo (prisotnost gostitelja) in razmnožujejo. V sledečih mesecih pa opazimo njuno upadanje. Največji upad števila klopov opazimo iz decembra 2002 na januar 2003. Februarja 2003 je število klopov še vedno nizko.

Na upad števila nabranih klopov so najverjetneje vplivale nizke temperature v januarju in februarju 2003. Po podatkih ARSO (2007) so decembra 2002 bile temperature višje od povprečja, januarja 2003 pa je sledil padec pod dolgoletno povprečje. Temperature so se spustile najnižje v Pomurju, kjer so 5 cm nad tlemi izmerili do $-30,2^{\circ}\text{C}$. Nizke temperature so se nadaljevale v februarju, kjer so bile prav tako pod dolgoletnim povprečjem. Za padec števila klopov v tem obdobju je kriv pogin ličink in nimf zaradi pomanjkanja hrane in mraza. Verjetno zato, ker so to gracilni in slabo hitinizirani osebki (Trilar 1995).

V gramoznici Melinci je v zimi 2002/03 na stopnji ličinke prezimilo 25 %, na stopnji nimfe 67 % in na stopnji odraslih 7 % klopov. Večina klopov je torej prezimovala v fazi nimfe, kljub temu, da je za to vrsto značilno prezimovanje na stopnji ličinke (Zolotov in Buker 1976). Da ta vrsta klopa prezimuje v Sloveniji na stopnji nimfe je neznatno za to območje, saj kot nimfa prezimuje na severnem območju razširjenosti (Bobrovskih 1979). Ker so ličinke in nimfe številčno najbolj zastopane (obeh stopenj skupaj 98,6 %), gre pri nihanju števila klopov za spremembe v številu teh dveh stopenj. Odraslih pa je premalo, da bi s svojo prisotnostjo vplivali na rezultat.

Za visoko število nabranih klopov v drugi sezoni vzorčenja je poleg prisotnosti gostitelja v spomladanskih in poletnih mesecih verjetno kriva tudi visoka poletna temperatura. Po podatkih ARSO (2007) je mrzlemu začetku leta 2003 sledilo vroče poletje, ki je bilo najtoplejše doslej. Izmerili so ekstremno veliko število dni z najvišjo dnevno temperaturo nad 30°C. V Pomurju je bilo avgusta 2003 takih dni 26. Ker *I. lividus* živi v rovinah, ob visokih temperaturah ni izpostavljen izsuševanju in se ob njih lahko ugodno razmnožuje. Temperature so bile od septembra 2003 do januarja 2004 v mejah običajne spremenljivosti. Ker ni bilo ekstremov kot v zimi 2003, se je visoko število klopov nabranih v januarju 2004 ohranilo.

Za potrditev različnega časovnega pojavljanja treh različnih razvojnih stopenj v gramoznici Melinci smo uporabili neparametrična testa; Kruskal-Wallisov test in test mediane. Vrednosti obeh testov so bile v vseh primerih primerljive, kar kaže na majhno verjetnost napake zaradi izbire testa ter daje rezultatoma dodatno težo. V prvih šestih vzorčenjih sta testa pokazala statistično značilne razlike pri skupnem številu klopov, posamezno pa pri ličinkah, nimfah in samicah, saj njihove vrednosti pri testiranju niso presegle značilne razlike $P=0,05$ (tabela 3). Tako lahko s 5 % tveganjem trdimo, da se pri klopu *I. lividus* tekom celega leta pojavlja sezonska dinamika, ki je značilna za ličinke, nimfe in samice. Pri samcih različnega časovnega pojavljanja nismo potrdili, saj testa nista pokazala statističnih razlik. Število najdenih samcev (19) je bilo za testiranje premajhno. Zaradi očitnega upada števila osebkov v januarju in februarju, smo razlike v časovnem pojavljanju razvojnih stopenj testirali tudi le med prvimi štirimi vzorčevalnimi obdobji prve sezone, med avgustom in decembrom (tabela 4). V tem primeru, z izjemo samic, razlike med časovnim pojavljanjem niso bile statistično značilne. Neznatne razlike v časovnem

pojavljanju različnih razvojnih stadijev v tem obdobju kažejo, da po odhodu gostitelja vse razvojne stopnje klopov v gnezdu preidejo v stanje mirovanja v katerem relativno uspešno vztrajajo do ponovnega prihoda gostitelja. Slednje je tudi v skladu z ugotovitvami drugih avtorjev (Sonenshine 1993). Poleg tega lahko vso opaženo sezonsko dinamiko razvojnih stadijev v primeru prve sezone vzorčenja pripišemo zgolj upadu števila klopov na račun že omenjenih nizkih temperatur v januarju in februarju prve sezone. Največji upad in statistično značilne razlike pri številu nimf in ličink opazimo iz decembra 2002 na januar 2003 (tabela 5). Pri odraslih pa v tem obdobju nismo ugotovili značilnih razlik, verjetno zaradi nizkega števila nabranih osebkov (6). Različno časovno pojavljanje treh različnih stopenj smo želeli potrditi tudi v naslednji sezoni (po gnezditvi gostitelja). Statistični testi niso pokazali razlik (tabela 6), kar pomeni, da je število klopov v gnezdih ostalo enako tekom celotne zime 2003/2004, saj so bile temperature v mejah običajne spremenljivosti. Zanimalo nas je tudi ali obstajajo razlike v časovnem pojavljanju treh različnih stopenj na različnih testnih površinah. Ker je bilo število na sedmih od osmih testnih površin prenizko, primerjava med njimi ni bila mogoča. Lahko pa predvidevamo, da so razlike v pojavljanju razvojnih stopenj med testnimi površinami zanemarljive ali pa jih sploh ni. Ker je *I. lividus* endofilen klop, vezan na življenje v rovih, kjer so razmere bolj ali manj konstantne, pri njem na tako majhnih razdaljah, kot so po Sloveniji, ne prihaja do razlik. Razlike v časovnem pojavljanju stopenj med testnimi površinami po Sloveniji so značilne za eksofilne vrste klopov, ki so bolj občutljivi na klimatske razmere. Glede na to, da so naši rezultati primerljivi z Nemčijo, bi morale biti razdalje za ugotovitev razlik med testnimi površinami večje.

Na koncu bi želela poudariti, da dobljeni rezultati ne odražajo vedno realnega stanja. Na rezultate je lahko vplivalo naključje pogojeno z vzorčenjem. Ko smo npr. opazili upad števila nabranih klopov iz enega v drugo vzorčevalni obdobje, smo v resnici, glede na veliko raznolikost gnezd, lahko pri drugem vzorčenju izsesali že prej manj infestirana gnezda. V posameznih gnezdih je lahko prišlo tudi do smrti gostiteljevih mladičev, s čimer se je tudi število klopov zmanjšalo. Prav tako tudi števila osebkov in izračunanih vrednosti ne gre jemati kot absolutne vrednosti. Namen je le pokazati trend pojavljanja in preživetja posameznih razvojnih stopenj.

5.2 SKLEPI

S pomočjo naprave za izsesavanje gnezd smo v gnezdih *R. riparia* potrdili prisotnost klopa *I. lividus* v Sloveniji.

- V kolonijah *R. riparia* je *I. lividus* konstantna vrsta. Našli smo ga v šestih od osmih testnih površin ($C=75\%$). Prisoten je bil v vseh antropogenih in v enem od treh naravnih gnezdišč.
- V gnezdih *R. riparia* je *I. lividus* akcesorna vrsta ($C=33,4\%$).
- Največ klopov smo našli v gramoznici Melinci. Število je bilo dovolj veliko, da smo lahko prikazali trend pojavljanja in preživetja posameznih razvojnih stopenj.
- Pri razvoju iz nižje v višjo razvojno stopnjo se pojavlja visoka umrljivost. Od razvojnih stopenj se najpogosteje pojavljajo ličinke (73%). Nimf je bilo 26% , samic $0,9\%$ in samcev $0,4\%$.
- V populaciji *I. lividus* prevladujejo samice. Razmerje med spoloma je $1:3$ v prid samic.
- Število nabranih klopov je največje v poznih poletnih in zgodnjih jesenskih mesecih. Zaradi odsotnosti gostitelja (hrana) in nizkih temperatur prične število klopov v sledečih mesecih padati. Največji upad smo zasledili iz decembra 2002 na januar 2003. Za padec števila klopov v tem obdobju je kriv pogin ličink in nimf zaradi pomanjkanja hrane in mraza. Verjetno zato, ker so to gracilni in slabo hitinizirani osebki.
- Drastičen porast števila klopov opazimo pri prvem vzorčenju po gnezditvi, septembra 2003.
- S testiranjem hipotez smo v prvi sezoni lahko potrdili sezonsko dinamiko klopa *I. lividus*, ki se kaže v stopnji ličinke, nimfe in pri samicah. Vso opaženo sezonsko dinamiko razvojnih stadijev v primeru prve sezone vzorčenja lahko pripišemo zgolj upadu števila klopov na račun nizkih temperatur v januarju in februarju prve sezone, kar kaže, da vsi razvojni stadiji klopa odsotnost gostitelja relativno uspešno preživijo v latentnem stanju.
- V drugi sezoni (po gnezditvi) sezonske dinamike nismo potrdili, saj so bile zimske temperature v mejah običajne spremenljivosti.

6 POVZETEK

Klopi so parazitski pajkovci (Arachnida) in spadajo v red pršic (Acarina). Imajo tri razvojne stopnje, ličinko, nimfo in odraslo žival. Vsi predstavniki in razvojne stopnje so zunanji zajedalci in se prehranjujejo z gostiteljevo krvjo. Gostitelji so sesalci (Mammalia), ptice (Aves), plazilci (Reptilia) in redkeje dvoživke (Amphibia) (Hillyard 1996).

Zaradi krvosesnega načina prehranjevanja prenašajo mnoge bolezni, zato se zadnja desetletja vse več pozornosti namenja proučevanju klopov in njihovi ekologiji. V Evropi sta za ljudi najpomembnejši bolezni klopni meningitis in borelijoza. Nič manj skrb vzbujajoče niso rikecije, prenos patogenih praživali ter ostale bakterijske in virusne bolezni (Hillyard 1996).

Med najpomembnejše gostitelje klopov spadajo ptiči. Vplivajo na velikost populacij in geografsko razširjenost klopov. Ptiči ob selitvi prenašajo klope v nova območja znotraj enega in tudi med različnimi kontinenti. V spomladanskih selitvah prenašajo klope na sever, v jesenskih selitvah pa na jug. Zaradi prenosa klopov imajo pomembno vlogo tudi pri geografskem razširjanju, kroženju in obstoju bolezni v naravi. So pomembni rezervoarji patogenih mikroorganizmov v okolju (Tovornik 1990).

V diplomski nalogi sem se osredotočila na breguljkinega klopa (*I. lividus*). Diplomsko delo vključuje pregled pobranih vzorcev nabranih v sklopu proučevanj Prirodoslovnega muzeja Slovenije od leta 2000 do 2004 ter lastnih vzorčenj v letih 2005 in 2006.

Ixodes lividus spada med striktne klope (Hillyard 1996). Živi le v gnezdih breguljk (*R. riparia*) in se prehranjuje z njihovo krvjo. Parazitira tako na mladih, kot tudi na odraslih ptičih (Walter in Streichert 1984). S krvjo *R. riparia* se prehranjujejo vse razvojne stopnje *I. lividus* (Hillyard 1996).

Z nalogo smo najprej želeli potrditi prisotnost *I. lividus* v Sloveniji, raziskati njegovo razširjenost in ugotoviti ali se na tem območju stalno pojavlja. Zanimalo nas je še ali pri tej vrsti obstaja različno časovno pojavljanje treh različnih razvojnih stopenj in ali prihaja do teh razlik tudi med testnimi površinami.

Vzorčili smo na osmih testnih površinah (Središče ob Dravi, gramoznica Vrbina pri Brežicah, gramoznica pri Dolenji vasi, Grabe, Zlatoličje, Srednja Bistrica ob Muri, gramoznica Jurkovec in gramoznica Melinci). Petkrat smo vzorčili na antropogenih (gramoznice) in trikrat na naravnih gnezdiščih. Naravna gnezdišča so bila ob reki Dravi

(Središče ob Dravi in Grabe) in reki Muri (Srednja Bistrica ob Muri). S pomočjo naprave za izsesavanje gnezd smo pobrali 578 vzorcev gnezd in našli 21.666 klopov.

Najpogostejše so se pojavljale ličinke, skupno smo jih našli 15.806 (73 %). Nimf je bilo 5.581 (26 %), samic 202 (0,9 %) in samcev 78 (0,4 %).

Ugotovili smo, da je *I. lividus* v kolonijah *R. riparia* v Sloveniji konstantna vrsta. Našli smo ga v šestih od osmih pregledanih gnezditvenih kolonij (C=75 %). Vse kolonije, kjer smo ga našli so na območjih s človeškim vplivom (gramoznice), razen gnezdišča v Srednji Bistrici ob Muri. Njegove prisotnosti nismo potrdili le v dveh naravnih gnezdiščih ob reki Dravi (Središče od Dravi in Grabe).

V gnezdih *R. riparia* v Sloveniji je *I. lividus* akcesorna vrsta. Od skupno 578 izsesanih gnezd, smo njegovo prisotnost potrdili v 193 gnezdih (C=33,4 %).

Indeksi pojavljanja (IO) za *I. lividus* iz gnezd *R. riparia* so bili na lokalitetah, kjer smo ga našli, med 0,1 in 362,8. Za vse vzorce skupaj pa je vrednost indeksa pojavljanja 37,3.

Indeksi parazitizma (IP) za *I. lividus* iz gnezd *R. riparia* so bili na lokalitetah, kjer smo ga našli, med 1 in 414,6. Za vse vzorce skupaj pa je vrednost indeksa parazitizma 111,8.

Konstantnost in indeks pojavljanja ter parazitizma se razlikuje med lokalitetami in časom nabiranja v posamezni lokaliteti. Najpogostejše se je *I. lividus* pojavljal v gramoznici Melinci in Zlatoličju, kjer je bil konstantna vrsta. Lokalitete z najnižjimi vrednostmi konstantnosti, indeksa pojavljanja in indeksa parazitizma so gramoznica pri Dolenji vasi, Srednja Bistrica ob Muri in gramoznica Jurkovec.

Največje število klopov smo našli v gramoznici Melinci. Skupno smo nabrali 20.087 osebkov, kar predstavlja 92,7 % vseh najdenih klopov te vrste v gnezdih *R. riparia* v Sloveniji. Najpogostejše so se pojavljale ličinke, skupno smo jih našli 14.233 (70,8 %). Nimf je bilo 5.580 (27,7 %), samic 199 (0,9 %) in samcev 75 (0,4 %). Razmerja 52 (ličinke) : 20,4 (nimfe) : 1 (odrasli) nakazujejo na visoko smrtnost *I. lividus* pri razvoju iz nižje v višjo stopnjo. *Ixodes lividus* je v gramoznici Melinci konstantna vrsta (C=65 %). Indeks pojavljanja za *I. lividus* v gramoznici Melinci je 74,7 indeks parazitizma pa 114,8.

V gramoznici Melinci smo vzorčili dve sezoni, ki ju ločuje prisotnost gostitelja. Prvo sezono predstavlja šest vzorčenj (21. 8. 2002, 2. 10. 2002, 9. 11. 2002, 5. 12. 2002, 16. 1. 2003 in 13. 2. 2003), drugo sezono pa dve vzorčenji (18. 9. 2003 in 14. 1. 2004). V prvi sezoni smo nabrali 3.125 klopov. Številčno so prevladoval nimfe, našli smo jih 1.996 (64 %). Ličink je bilo 1.032 (33 %), samic 78 (2,5 %) in samcev pa 19 (0,6 %).

Število nabranih klopov od prvega do šestega vzorčenja pada. Ker se klopi v spomladanskih in poletnih mesecih prehranjujejo in razmnožujejo (prisotnost gostitelja), je število nabranih klopov največje v poznih poletnih in zgodnjih jesenskih mesecih. V sledečih mesecih pa opazimo njegovo upadanje. Največji padec zasledimo iz decembra 2002 (526 klopov) na januar 2003 (80 klopov). Na upad števila nabranih klopov so najverjetneje vplivale nizke temperature v januarju in februarju 2003, ki so bile pod dolgoletnim povprečjem. Za padec števila klopov v tem obdobju je kriv pogin ličink in nimf zaradi pomanjkanja hrane in mraza. Verjetno zato, ker so to gracilni in slabo hitinizirani osebki (Trilar 1995).

V gramoznici Melinci je v zimi 2002/03 v fazi ličinke prezimilo 25 %, v fazi nimfe 67 % in v fazi odraslih 7 % klopov. Večina klopov je torej prezimovala v fazi nimfe, kljub temu, da je za to vrsto značilno prezimovanje na stopnji ličinke (Zolotov in Buker 1976). Da ta vrsta klopa prezimuje v Sloveniji v fazi nimfe je neznačilno za to območje, saj v tej fazi prezimuje na severnem območju razširjenosti (Bobrovskikh 1979).

V drugi sezoni, v obdobju po gnezditvi, je število nabranih klopov, v primerjavi s februarjem, zelo naraslo. Iz 395 klopov nabranih v februarju 2003, na 8.254 klopov v septembru 2003. V sedmem (18. 9. 2003) in osmem (14. 1. 2004) vzorčenju smo skupno našli 16.962 klopov, kar predstavlja 84,4 % vseh najdenih klopov. Številčno so prevladovale ličinke, našli smo jih 13.201 (77,8 %). Nimf je bilo 3.584 (21 %), samic 122 (0,7 %) in samcev 56 (0,3 %). Za visoko število nabranih klopov je poleg prisotnosti gostitelja v spomladanskih in poletnih mesecih kriva tudi visoka poletna temperatura, ki je dosegala najvišje izmerjene temperature. Ker *I. lividus* živi v rovih, ob visokih temperaturah ni izpostavljen izsuševanju in se ob njih lahko ugodno razmnožuje.

Pri pojavljanju števila klopov v posameznih gnezdih prihaja do velikih ekstremov, kar je razvidno iz slik 12, 13 in 14. Število klopov v gnezdu niha od 0 pa do 3.479.

V gnezdih *R. riparia* so, razen 5. 12. 2002 (4 ♂♂ in 1 ♀), ves čas prevladovale samice. V vseh vzorcih skupaj je bilo 65 samcev in 199 samic (razmerje 1: 3 v prid samic).

Iz rezultatov lahko sklepamo, da populacijski regulacijski mehanizmi pri *I. lividus* favorizirajo večje število samic kot samcev. Ta strategija je do neke mere razumljiva, saj lahko samci kopulirajo z več samicami (Trilar 1995).

Za potrditev različnega časovnega pojavljanja treh različnih razvojnih stopenj v gramoznici Melinci smo uporabili neparametrična testa; Kruskal-Wallisov test in test mediane. V prvih šestih vzorčenjih sta testa pokazala statistično značilne razlike pri skupnem številu klopov, posamezno pa pri ličinkah, nimfah in samicah (tabela 3). Tako lahko s 5 % tveganjem trdimo, da se pri klopu *I. lividus* pojavlja sezonska dinamika, ki se kaže pri ličinkah, nimfah in samicah. Pri samcih različnega časovnega pojavljanja nismo mogli potrditi, saj testa nista pokazala statističnih razlik. Število najdenih samcev (19) je bilo za testiranje premajhno. Zaradi očitnega upada števila osebkov v januarju in februarju, smo razlike v časovnem pojavljanju razvojnih stopenj testirali tudi le med prvimi štirimi vzorčevalnimi obdobji prve sezone, med avgustom in decembrom (tabela 4). Razlike med časovnim pojavljanjem, z izjemo pri samicah, niso bile statistično značilne. Vso opaženo sezonsko dinamiko razvojnih stadijev v primeru prve sezone vzorčenja lahko pripišemo zgolj upadu števila klopov na račun nizkih temperatur v januarju in februarju prve sezone. Odsotnost sezonske dinamike razvojnih stadijev kaže, da klopi *I. lividus* uspešno preživijo odsotnost gostitelja v latentnem stanju. Različno časovno pojavljanje treh različnih stopenj smo želeli potrditi tudi v naslednji sezoni (po gnezditvi gostitelja). Statistični testi niso pokazali razlik (tabela 6), kar pomeni, da je število klopov v gnezdih ostalo enako tekom celotne zime 2003/2004, saj so bile temperature v mejah običajne spremenljivosti.

Zanimalo nas je tudi ali obstajajo razlike v časovnem pojavljanju treh različnih stopenj na različnih testnih površinah. Ker je bilo število na sedmih od osmih testnih površin prenizko, primerjava med njimi ni bila mogoča.

7 VIRI

- Aleraj Z., Audi S., Topolnik E. 1956. Bolest koza u Dalmaciji nalik na »heartwater disease«.- Veterinarski arhiv, Zagreb, knjiga 26 (3-4): 111-119.
- ARSO 2007. Vremenski podatki.- <http://www.arso.gov.si/vreme/napovediinpodatki/> (19. 10. 2007).
- Balogh 1958. Lebensgemeinschaften der Landestiere.- Akademie-verlag. Berlin, 558 p.
- Barbetti K.M. 1943. Krpelji iz južne Hrvatske s naročito obzirom na rod *Boophilus* Curtice 1891.- Veterinarski arhiv, Zagreb, 13 (9): 358-379.
- Bračko F., Štumberger B. 1995. Breguljka *Riparia riparia* ob slovenski subpanonski Dravi.- *Acrocephalus*, 16 (68-70): 62-67.
- Bobrovskikh T.K. 1979. Ecology and distribution of the tick *Ixodes lividus* in Karelia (Ixodidae).- *Parazitologija*, 13 (5): 545-546.
- Cramp S. 1988. Birds of Europe the Middle East and North Africa. Tyrant Flycatchers to Thrushes. Vol. 5.- Oxford, Oxford University Press: 1063 p.
- Daniel W.W. 1999. Biostatistics: A Foundation for Analysis in the Health Sciences. Seventh edition.- New York: Wiley and Sons, Inc.: 755 p.
- Duh D., Petrovec M., Avšič-Županc T. 2001. Diversity of *Babesia* Infecting European Sheep Ticks (*I. ricinus*).- *Journal of Clinical Microbiology*, 39 (9): 3395-3397.
- Duh D., Tozon N., Petrovec M., Strašek K., Avšič-Županc T. 2004. Canine Babesiosis in Slovenia: Molecular evidence of *Babesia canis canis* and *Babesia canis vogeli*.- *Veterinary research*, 35 (3): 363-368.
- Duh D., Petrovec M., Bidovec A., Avšič-Županc T. 2005. Cervids as Babesiae Hosts, Slovenia.- *Emerging Infectious Diseases*, 11 (7): 1121-1123.
- Fauna Europaea 2004. *Ixodes lividus*.- http://www.faunaeur.org/ixodes_lividus/ (15. 3. 2007).
- Geister I. 1995. Ornitološki atlas Slovenije, razširjenost gnezdilk.- Državna založba Slovenije: 287 str.
- Genchi C., Manfredi M.T. 1999. Tick species infesting ruminants in Italy: ecological and bio-climatic factors affecting the different regional distribution.- *Parassitologia*, 41 (1): 41- 45.
- Hagemeijer W.J.M., Blair M.J. 1997. The EBCC Atlas of European Breeding Birds: Their Distribution and Abundance.- London, T and AD Poyser: 903 str.

- Hillyard P.D. 1996. Ticks of North-West Europe.- Synopses of the British Fauna (New series), Shrewsbury, Field studies Council: 178 str.
- Ioff I.G. 1949. Izučeniye aktivnosti perenosčikov.- Med. paraz. i parazit. Bolezni 18.
- Klenovšek D. 2007. Ptice Posavja in Zasavja: breguljka (*Riparia riparia*).- <http://www2.arnes.si/oskksavok13/breguljka.htm>, 27. 11. 2007.
- Klompen H., Grimaldi D. 2001. First Mesozoic Record of a parasitiform Mite: a Larval Argasid Tick in Cretaceous Amber (Acari: Ixodida: Argasidae).- Annals of the Entomological Society of America (Entomological Society of America), 94 (1): 10-15.
- Krebs C.J. 2001. Ecology. The Experimental Analysis of Distribution and Abundance.- Fifth Edition. The University of British Columbia: 695 str.
- Kristan S. 2001. Srečanja s klopi.- Radovljica, Didakta: 54 str.
- Kulić S. 2004. Sand martin *Riparia riparia*.- *Acrocephalus* 25 (123): 233-234.
- L'vov D.K., Aristova V.A., Gromashevski V.L., Skvartsova T.M. 1996. Kama, a new virus (Flaviviridae, *Flavivirus*, Tiulenii antigenic group) isolated from *Ixodes lividus* ticks.- *Vopr Virusol*, 43 (2): 71-74.
- Matuschka F.R., Fisher P., Musgrave K., Richter D., Spielman A. 1990. Time of repletion of subadult *Ixodes ricinus* ticks feeding on diverse hosts.- *Parasitol Res*, 76: 540-544.
- Mikačić D. 1949. Krpelji (Ixodidae) Cresa i Lošinja s osvrtom na geografsku proširenost pojedinih vrsta krpelja u Jugoslaviji.- *Veterinarski arhiv, Zagreb*, XIX (172): 14-32.
- Moeller A.P., Merino S., Brown C.R., Robertson R.J. 2001. Immune defense and host sociality: A comparative study of Swallows and Martins.- *The American Naturalist*, 158 (2): 136-145.
- Moeller A.P., Szep T. 2000. Exposure to ectoparasites increases within-brood variability in size and body mass in the Sand Martin.- *Oecologia*, 125 (2): 201-207.
- Mueller J., Ciupa W., Seelig K.J. 1975. Zum vorkommen von *Ixodes lividus* auf Uferschwalben (*Riparia riparia*), im Kreis Stassfurt.- *Hercynia* 12 (3): 320-324.
- Mueller J. 1978. Vorkommen von *Ixodes lividus* KOCH (syn. *I. plumbeus* LEACH) auf *Riparia riparia* L. und deren hygienische Bedeutung.- *Abh. Ber. Naturkd. Vorgesch. Magdeburg* 12 (1): 3-10.
- Nosek J. 1971. The ecology, bionomics and behaviour of *Haemaphysalis concinna* tick.- *Z. Parasitenk*, 36: 233-241.

- Olsen O.W. 1986. Animal parasites, Their Life Cycles and Ecology.- 3rd edition. New York, Dover Publications: 562 str.
- Parola P., Raoult D. 2001. Ticks and tickborne bacterial diseases in humans: an emerging infectious threat.- *Clinical Infectious Diseases*, 32: 897-928.
- Petrovec M., Bidovec A., Sumner J.W., Nicholson W.L., Childs J.E., Strle F., Avšič-Županc T., Barlič J., Lotrič-Furlan S. 1999. Identity of Ehrlichial DNA Sequences Derived from *Ixodes ricinus* ticks with those obtained from patients with Human Granulocytic Ehrlichiosis in Slovenia.- *Journal of Clinical Microbiology*, 37 (1): 209-210.
- Petrovec M., Sumner J.W., Nicholson W.L., Childs J.E., Avšič-Županc T. 2002. Infection with *Anaplasma phagocytophila* in cervids in Slovenia: Evidence of two genotypic lineages.- *Wiener klinische Wochenschrift*, 114 (13-14): 641-647.
- Proctor H., Owens I. 2000. Mites and birds: diversity, parasitism and coevolution.- *Trends in Ecology and Evolution*, 15 (9): 358-364.
- Punda-Polić V., Petrovec M., Trilar T., Duh D., Bradarić N., Klismanić Z., Avšič-Županc T. 2002. Detection and identification of spotted fever group rickettsiae in ticks collected in southern Croatia.- *Experimental and Applied Acarology*, 28: 169-176.
- Saksida A., Duh D., Lotrič-Furlan S., Strle F., Petrovec M., Avšič-Županc T. 2004. The importance of tick-borne encephalitis virus RNA detection for early differential diagnosis of tick-borne encephalitis.- *Journal of Clinical Virology*, 33 (4): 331-335.
- Sonenshine D.E. 1993. Biology of ticks, Vol. 2.- New York, Oxford University Press: 465 str.
- Southwood T.R.E. 1978. Ecological methods with particular references to the study of insects population.- London and New York, Chapman and Hall: 524 str.
- Stanek G. 2003. Reflections on the Clinical and Epidemiological Studies Presented at the IX International Conference on Lyme Borreliosis and Other Tick-Borne Diseases and Future Directions.- *Vector-borne and zoonotic diseases*, 3 (4): 229-247.
- Štumberger B. 1997. Projekt: Breguljka.- Zloženska, Društvo za opazovanje in proučevanje ptic Slovenije, 6 str.
- Tarman K. 1992. Osnove ekologije in ekologija živali.- Ljubljana, Državna založba Slovenije: 546 str.
- Tovornik D. 1961. Prispevek k poznavanju klopov (Acarina, Ixodidae) v endemskih področjih meningoencefalitisa v Sloveniji.- *Biološki vestnik*, 8: 57-71.
- Tovornik D. 1987a. Teratološke oblike iksodidnih klopov.- *Biološki vestnik*, 35 (1): 91-100.

- Tovornik D. 1987b. Morfološke značilnosti dveh pripadnikov podrodu *Pholeoixodes* Schulze, 1942: *Ixodes hexagonus* Leach in *Ixodes canisuga* Johnston.- Biološki vestnik, 35 (2): 125-133.
- Tovornik D. 1990. pomen ptičev (Aves) kot gostiteljev in diseminatorjev iksodidnih klopov (Jugoslavija).- Biološki vestnik 38 (2): 77-108.
- Tovornik D., Vesenjaka Hirjan J. 1988. Revizija klopov iz skupine *Rhipicephalus sanguineus* kompleks (Latreille) zbranih v jugoslovanskem priobalnem območju.- Biološki vestnik 36 (4): 77-84.
- Trilar T. 1995. Ektoparaziti v gnezdih polha in mestne lastovke ter njihova vektorska vloga.- Doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, 144 str.
- Trilar T. 2004. Ticks (Acarina: Ixodidae) on birds in Slovenia.- *Acrocephalus* 25 (123): 213-216.
- Ulmanen I., Saikku P., Vikberg P., Sorjonen J. 1977. *Ixodes lividus* in Sand Martin Colonies in Fennoscandia.- *Oikos*, 28 (1): 20-26.
- Walter G., Streichert J. 1984. Eine einfache Methode zum Sammeln der Zeckenart *Ixodes lividus* Koch 1844 aus Nestern der Uferschwalbe (*Riparia riparia*).- *Angewandte Zoologie*, 2: 225-231.
- Zolotov P.E., Buker V.P. 1976. The life cycle of *Ixodes lividus* Koch from the Leningrad region.- *Parazitologia*, 10: 376-378.
- Zore A. 2002. Vloga malih sesalcev in ptic pri kroženju borelij v naravi.- Doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta: 107 str.
- Zore A., Petrovec M., Prosenc K., Trilar T., Ružič-Sabljić E., Avšič-Županc T. 1999. Infection of small mammals with *Borrelia burgdorferi* sensu lato in Slovenia as determined by polimerase chain reaction (PCR).- *Wiener klinische wochenschrift*, 111 (22-23): 997-999.

ZAHVALA

Na prvem mestu se zahvaljujem dr. Tomiju Trilarju. Hvala vam za pomoč pri izbiri teme diplomske naloge, terenskem delu, posredovanju vzorcev, literature, slik, za pregled diplome,...

Predvsem pa hvala za muco Malo, ki nam pridno polovi vse žužke po stanovanju. Hvala za vse!

Zahvaljujem se tudi Prirodoslovnemu muzeju Slovenije za posojilo materialov za terensko delo (predvsem »naprave za izsesovanje gnezd«) in laboratorijsko delo.

Hvala doc. dr. Roku Kostanjšku za pregled diplomske, vsem dobrim pripombam, predvsem pa za pomoč pri obdelavi podatkov.

Hvala recenzentu doc. dr. Janku Božiču za pregled naloge in vse predloge za njeno statistično obdelavo.

Za pregled naloge se zahvaljujem tudi predsedniku komisije prof. dr. Petru Trontlju.

Doc. dr. Primož Zidar, hvala vam, da ste se, kljub temu, da vam ni bilo treba, ubadali z mojo diplomsko!

Za posredovanje literature o breguljkah v Sloveniji se zahvaljujem g. Francu Bračkotu.

Za pomoč na terenu se zahvaljujem Maji Gračner in Martini Ploj.

Hvaležna sem tudi sošolcem Lei, Petri, Titu in Andreju za popestritev vseh študijskih in seveda obštudijskih dejavnosti.

Posebej se še zahvaljujem Lei za pomoč pri oblikovanju diplome in Neži ter njeni družini za posojilo računalnika, na katerem so nastajale vse moje seminarske.

Hvala tudi Sadilu za vso ljubezen in podporo. Da mi ni bilo dolgčas pri pisanju diplome pa so neutrudno skrebele najine tri mačke: Binko, Mala in Luci; hvala tudi vam kosmatincem!

Ker me brez mojih staršev ne bi bilo in s tem tudi te diplome ne, gre prav posebna zahvala mami Milki in očetu Filipu. Hvala vama, da nista obupala nad mano kljub vsem mojim lumparijam, že od vrtca naprej! Predvsem pa hvala za podedovano ali pa privzgojeno ljubezen do narave, ki me je pripeljala tudi do tega študija in diplome.