

**ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU**  
**ŠUMARSKI ODSJEK**

**SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ**  
**URBANO ŠUMARSTVO, ZAŠTITA PRIRODE I OKOLIŠA**

**VANJA PELEŠ**

**FAUNA TVRDIH KRPELJA (PORODICA: *IXODIDAE*) U**  
**PARKU MAKSIMIR**

**DIPLOMSKI RAD**

**ZAGREB, 2017 GODINA.**

**ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU**

**ŠUMARSKI ODSJEK**

**FAUNA TVRDIH KRPELJA (PORODICA: *IXODIDAE*) U PARKU**

**MAKSIMIR**

**DIPLOMSKI RAD**

Diplomski studij: Urbano šumarstvo, zaštita prirode i okoliša

Predmet: Zoonoze u šumskim ekosustavima

Ispitno povjerenstvo:

1. Prof.dr.sc. Josip Margaletić
2. Dr.sc. Marko Vucelja
3. Dr.sc. Milivoj Franjević

Student: Vanja Peleš

JMBAG: 0007172169

Broj indeksa: 528/14

Datum odobrenja teme: 11.04.2016.

Datum predaje rada: 16.5.2017.

Datum obrane rada: 18.5.2017.

**Zagreb, svibanj, 2017.**

## DOKUMENTACIJSKA KARTICA

|                     |   |
|---------------------|---|
| Naslov              | Fauna tvrdih krpelja (porodica: <i>Ixodidae</i> ) u parku Maksimir  |
| Autor               | Vanja Peleš   |
| Adresa autora       | Ožujaska 17, 10000 Zagreb   |
| Mjesto izrade       | Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu   |
| Vrsta objave        | Diplomski rad   |
| Mentor              | Prof. dr. sc. Josip Margaletić  |
| Izradu rada pomogao | Dr. sc. Marko Vucelja   |
| Godina objave       | 2017.   |
| Obujam              | 49 stranica, 2 tablice, 26 slika, 60 navoda literature  |
| Ključne riječi      | tvrdi krpelji (porodica: <i>Ixodidae</i> ), zoonoze, park Maksimir  |
| Key words           | Hard ticks (family: <i>Ixodidae</i> ), zoonoses, Maksimir park  |
| Sažetak             | <p>Krpelji su parazitski člankonošci iz reda grinja koji je dio razreda paučnjaka. Dijele se na tvrde krpelje <i>Ixodidae</i> (krpelji šikare; 692 vrste), meke krpelje <i>Argasidae</i> (krpelje nastambe; 186 vrsta) i <i>Nuttalliellidae</i> koja sadržava samo jednu vrstu. Uzorkovanje tvrdih krpelja (<i>Acari: Ixodidae</i>) na području parka Maksimir obavljeno je od travnja do listopada 2016. godine. Ukupno je prikupljeno 89 jedinki. Determinacijom je ustanovljeno da sve jedinke pripadaju istoj vrsti -obični ili šumski krpelj (<i>Ixodes ricinus</i>). Krpelji su lovljeni metodom krpeljne zatege na 5 različitih transekata duljine 50 metara. Među uzorkovanim krpeljima, utvrđena je dominacija ženki, dok je najveći broj jedinki bio u stadiju nimfe. Najveći broj uzorkovanih jedinki vrste <i>Ixodes ricinus</i> bio je u travnju, dok je najmanji bio u rujnu.</p> |

## **ZAHVALA**

Želim se zahvaliti prof. dr. sc. Josipu Margaletiću koji mi je kao mentor omogućio izradu diplomskog rada iz teme koja me zanima.

Želim se također zahvaliti dr. sc. Marku Vucelji na izdvojenom vremenu, pomoći, ugodnom društvu i vođenju prilikom obavljanja praktičnog dijela posla, te prilikom izrade diplomskog rada.

Na kraju se želim zahvaliti svojim roditeljima koji su mi omogućili studiranje.

Hvala!

## SADRŽAJ

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1.    | UVOD.....   | 1  |
| 1.1.  | CILJ ISTRAŽIVANJA.....                            | 2  |
| 2.    | PREDMET ISTRAŽIVANJA.....                         | 3  |
| 2.1.  | KLASIFIKACIJA I RASPROSTRANJENOST KRPELJA.....    | 3  |
| 2.2.  | MORFOLOGIJA KRPELJA .....                         | 4  |
| 2.3.  | ŽIVOTNI CIKLUS I BIOLOŠKE ZNAČAJKE .....          | 7  |
| 2.4.  | HRANJENJE.....                                    | 9  |
| 2.5.  | RASPROSTRANJENOST .....                           | 10 |
| 2.6.  | ZOONOTIČKI ASPEKT .....                           | 11 |
| 2.7.  | MIKROORGANIZMI I BOLESTI PRENOŠENI KRPELJIMA..... | 13 |
| 2.7.1 | LAJMSKA BORELIOZA.....                            | 13 |
| 2.7.2 | KRPELJNI MENINGOENCEFALITIS.....                  | 15 |
| 2.7.3 | RIKECIOZE .....                                   | 18 |
| 2.7.4 | KRIMSKO-KONGOANSKA HEMORAGIJSKA GROZNICA .....    | 19 |
| 2.7.5 | TULAREMIJA .....                                  | 19 |
| 2.7.6 | BABEZIOZA.....                                    | 20 |
| 2.7.7 | ERLIHIOZA.....                                    | 20 |
| 2.8.  | KONTROLA BROJNOSTI KRPELJA .....                  | 20 |
| 2.9.  | ZAŠTITA I PREVENCIJA .....                        | 21 |
| 2.10. | VAĐENJE KRPELJA IZ TIJELA.....                    | 22 |
| 2.11. | OPIS ISTRAŽIVANE VRSTE .....                      | 23 |
| 3.    | PODRUČJE ISTRAŽIVANJA.....                        | 25 |
| 3.1.  | TRANSEKT 1.....                                   | 27 |
| 3.2.  | TRANSEKT 2.....                                   | 27 |
| 3.3.  | TRANSEKT 3.....                                   | 28 |
| 3.4.  | TRANSEKT 4.....                                   | 29 |
| 3.5.  | TRANSEKT 5.....                                   | 29 |
| 4.    | MATERIJALI I METODE.....                          | 30 |
| 4.1.  | TERENSKI RAD .....                                | 30 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 4.2.  | LABORATORIJSKI RAD .....   | 30 |
| 4.2.1 | MORFOMETRIJSKA ANALIZA I DETERMINACIJA KRPELJA.....              | 30 |
| 4.2.2 | OBRADA PODATAKA .....  | 31 |
| 5.    | REZULTATI I RASPRAVA.....  | 32 |
| 5.1.  | DETERMINIRANE VRSTE KRPELJA.....                                 | 32 |
| 5.2.  | ANALIZA SPOLOVA UZORKOVANIH VRSTA TVRDIH KRPELJA .....           | 32 |
| 5.3.  | ANALIZA RAZVOJNIH STADIJA UZORKOVANIH VRSTA TVRDIH KRPELJA ..... | 33 |
| 5.4.  | SEZONSKA DINAMIKA UZORKOVANIH VRSTA TVRDIH KRPELJA .....         | 33 |
| 5.5.  | IZMJERA MORFOMETRIJSKIH PARAMETARA TVRDIH VRSTA KRPELJA.....     | 35 |
| 6.    | ZAKLJUČAK .....  | 36 |
| 7.    | LITERATURA.....  | 37 |

## POPIS SLIKA

|   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| Slika 2.1 Prikaz štita (scutum) kod ženke (lijevo) i kod mužjaka (conscutum) (desno) (web 1) .....  | 5                                   |
| Slika 2.2 Ventralni (lijevo) i dorzalni (desno) prikaz tijela mužjaka krpelja roda <i>Ixodes</i> (Nuttall i sur., 1908, Borak 2014) .....       | 6                                   |
| Slika 2.3 Dorzalni (lijevo) i ventralni (desno) prikaz tijela ženke krpelja roda <i>Ixodes</i> (Nuttall i sur. 1908, Borak 2014) .....          | 6                                   |
| Slika 2.4 Razvojni stadiji roda <i>Ixodes</i> (web 3) .....   | 7                                   |
| Slika 2.5 Životni ciklus trorodnih krpelja (web 4) .....  | 8                                   |
| Slika 2.6 Rilce krpelja (web 5) .....   | 9                                   |
| Slika 2.7 Nahranjene ženke krpelja (Peleš, 2017.) .....   | 10                                  |
| Slika 2.8 Rizik pronalaska krpelja u Hrvatskoj (web 6) .....  | 11                                  |
| Slika 2.9 Prvi simptomi lajmske borelioze (erythema migrans) (web7) .....   | 14                                  |
| Slika 2.10 Godišnji broj oboljelih od Lajmske borelioze u Hrvatskoj od 1998. do 2012. godine (HZJZ 2012).....                                   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Slika 2.11 Broj prijavljenih slučajeva krpeljnog encefalitisa u Hrvatskoj u razdoblju 1993. do 2013. godine (Vilibić- Čavlek i sur.,2014) ..... | 18                                  |
| Slika 2.12 Pravilno vađenje krpelja pincetom (web 9).....   | 23                                  |
| Slika 2.13 <i>I. ricinus</i> ženka (Vucelja, 2017) .....  | 24                                  |
| Slika 2.14 <i>I. ricinus</i> mužjak (Vucelja, 2017).....  | 24                                  |
| Slika 3.1 Tlocrtni prikaz transekata na kojima su vršena uzorkovanja.....   | 26                                  |
| Slika 3.2 Transekt 1, uz rub makadamske staze (Boljfetić, 2017.) .....  | 27                                  |
| Slika 3.3 Transekt 2 Livada (Boljfetić 2017) .....  | 28                                  |
| Slika 3.4 Transekt 3 (Boljfetić 2017) .....   | 28                                  |
| Slika 3.5 Transekt 4 Šuma hrasta kitnjaka i običnog graba (Boljfetić 2017) .....  | 29                                  |
| Slika 3.6 Transekt 5 Nasip (Boljfetić 2017) .....   | 29                                  |
| Slika 4.1 Metoda krpeljne zatege (Boljfetić, 2017.) .....   | 30                                  |
| Slika 5.1 Analiza spolova i razvojnih stadija uhvaćenih jedinki .....   | 32                                  |
| Slika 5.3 Brojnost prema razvojnom stadiju .....  | 33                                  |
| Slika 5.4 Sezonska dinamika uzorkovanih vrsta tvrdih krpelja na području parka Maksimir u 2017. godini .....                                    | 34                                  |
| Slika 5.5 Brojnost uhvaćenih jedinki po transektima kroz mjesece obavljanja uzorkovanja .....   | 34                                  |
| Slika 5.6 Brojnost jedinki uhvaćenih po pojedinom transektu .....   | 35                                  |

## **POPIS TABLICA**

|   |    |
|---|----|
| Tablica 2.1 Bolesti koje krpelji prenose i njihovi uzročnici (web 8)..... | 13 |
| Tablica 3.1 Općeniti podaci o parku Maksimir.....                         | 26 |



## 1. UVOD

Krpelji su parazitski člankonošci-paučnjaci, pripadaju redu *Acarina* (grinje) koji je dio razreda *Arachnida* (paučnjaci) u velikom koljenu Arthropoda (člankonošci). Usni organi prilagođeni su im za bodenje kože i sisanje krvi (Richter, 2002). Podijeljeni su u tri porodice:

- *Ixodidae* – krpelji šikare ili tvrdi krpelji
- *Argasidae* – krpelji nastambe ili meki krpelji
- *Nuttalliellidae*.

Porodica *Nuttalliellidae* sadržava samo jedan rod, *Nuttalliella*, i jednu vrstu, *Nuttalliella namaqua*, a zasad je nađena samo na području južne i jugozapadne Afrike gdje živi na malim sisavcima (Nava i sur., 2009). Krpelji koji prenose bolesti na području Republike Hrvatske pripadaju porodici *Ixodidae*, i to prije svega obični krpelj (*Ixodes ricinus*) i smeđi pseći krpelj ili (*Rhipicephalus sanguineus*). Učinkoviti su prenosioci patogenih organizama zbog relativno sporog hranjenja na tijelu domaćina koje im omogućava da krvlju usišu i velik broj patogenih organizama. Hranjenje krvlju najmanje jedanput u svakom razvojnom stadiju daje im mogućnost da steknu i prenesu različite patogene organizme. Imaju visok reproduktivni potencijal i visok stupanj preživljavanja (Borčić i sur., 1990).

*Ixodes ricinus* je najrasprostranjenija vrsta krpelja na području Republike Hrvatske, no populacija mu je gušća u sjevernim dijelovima Hrvatske (Borčić i sur., 1999). Ovaj krpelj u Hrvatskoj prenosi lajmsku boreliozu (uzročnik bakterija *Borrelia burgdorferi*) i krpeljni meningoencefalitis (uzročnik virus krpeljnog meningoencefalitisa) (Maretić i Maretić, 1986). Životni mu ciklus traje 2 – 4 godine i uključuje 4 stadija (jaje, šestonožna ličinka, osmonožna larva i odrastao oblik). Njegovo primarno stanište su livade i šume. Nerazvijeni oblici prisutni su na malim glodavcima, dok odrasli oblici napadaju veće sisavce (ovce, krave, čovjeka...) (Romanović i sur., 1999). Najaktivniji su od proljeća pa sve do rane jeseni, a u zimskom razdoblju aktivni su samo ako je riječ o blagoj zimi. Ženka krpelja je veća od mužjaka, duga je od 3,5 do 4 mm, a široka oko 3 mm. Veličina oplodjenih i krvlju nasisanih ženki iznosi 10 – 11 mm u dužinu i 6 – 7 mm u širinu. Takve ženke slične sjemenu ricinusa po čemu je ova vrsta i dobila ime. Kod malog broja slučajeva krpeljnog meningoencefalitisa kao vektor je dokazan i krpelj *Dermacentor pictus*, krpelj također prisutan na području Hrvatske (Romanović i sur., 1999).

Za aktivnost krpelja vrlo su važne temperatura i vlažnost zbog čega imaju svoju sezonsku aktivnost – najbrojniji i najaktivniji su u proljeće i početkom ljeta. Mogu se susresti i u jesen, ali znatno rjeđe. Krpelji se zaraze prilikom hranjenja na šumskim životinjama, a zarazu mogu svojim ubodom prenijeti i na čovjeka ako se on nađe u njihovu prirodnom okolišu. Uzročnici bolesti prenose se sa zaraženog krpelja i na nove generacije pa su stoga krpelji ne samo prenosioci nego i rezervoari uzročnika (Romanović i sur., 1999).

U okviru ovoga rada bit će obuhvaćena istraživanja (kroz sedam mjeseci, od travnja do listopada 2016. godine) u obliku determinacije i utvrđivanju brojnosti populacije i vrsta krpelja uhvaćenih metodom krpeljne zatege u zagrebačkom parku Maksimir.

## **1.1. CILJ ISTRAŽIVANJA**

Ciljevi ovog istraživanja su utvrđivanje vrsta i dinamike populacija tvrdih krpelja (porodica *Ixodidae*) u parku Maksimir.

- Utvrđivanje vrsta uzorkovanih u Parku Maksimir u vremenu od travnja do listopada 2016. godine.
- Praćenje dinamike populacije na 5 različitih lokaliteta u parku Maksimir i utvrđivanje razlika između pojedinih lokaliteta
- Morfometrijska analiza uzorkovanih krpelja u parku Maksimir.

## 2. PREDMET ISTRAŽIVANJA

### 2.1. KLASIFIKACIJA I RASPROSTRANJENOST KRPELJA

Krpelji pripadaju koljenu člankonožaca (Arthropoda), razredu paučnjaka (Arachnida), podrazredu grinja (Acari). U paučnjake ubrajamo člankonošce koji nemaju ticala i čeljusti, a to su pauci (Aranea), štipavci (Scorpiones) i grinje (Acari).

Klasifikacija krpelja :

Arthropoda (koljeno) = člankonošci

Arachnida (razred) = paučnjaci

Acari (red) = krpelji i grinje

Ixodida (podred) = krpelji

**Argasidae (porodica)** = meki krpelji

**Ixodidae (porodica)** = tvrdi krpelji

*Ixodes* (rod)

*Ixodes ricinus* (vrsta)

*Dermacentor* (rod)

*Dermacentor reticulatus* (vrsta)

**Nuttalliellidae (porodica)**

Podred Ixodida obuhvaća oko 867 vrsta krpelja. U medicinskom i veterinarskom pogledu najvažnija je porodica Ixodidae (tvrdi krpelji) (Lindgren i Jaenson, 2006). Porodica tvrdih krpelja sadrži pet potporodica. Najveća je potporodica Ixodinae koja je rasprostranjena širom svijeta, a uključuje samo jedan rod *Ixoides* s 217 vrsta. Potporodica Amblyomminae uključuje dva roda *Aponomma* i *Amblyomma* s 126 vrsta. Potporodica Haemaphysalinae sadrži samo rod *Haemaphysalis* sa 155 vrsta. U potporodicu Hyalomminae pripada samo rod *Hyalomma* s 30 vrsta i potporodica Rhipicephalinae koja je i ujedno i najmlađa obuhvaća osam rodova i 114 vrsta. Također u podred Ixodida pripadaju i porodice Argasidae (meki krpelji) i Nuttalliellidae. U porodicu Nuttalliellidae pripada samo jedna vrsta *Nuttalliella namaqua* koja je rasprostranjena u južnoj Africi i Tanzaniji. Porodica Argasidae obuhvaća tri potporodice koje imaju medicinsku važnost, a rasprostranjene su diljem svijeta: Argasinae (rod *Argas* s 56 vrsta), Ornithodorinae (rod *Ornithodoros* s više od 100 vrsta) i Otobinae (rod *Otobius* s dvije vrste) (Lane i Crosskey, 1993).

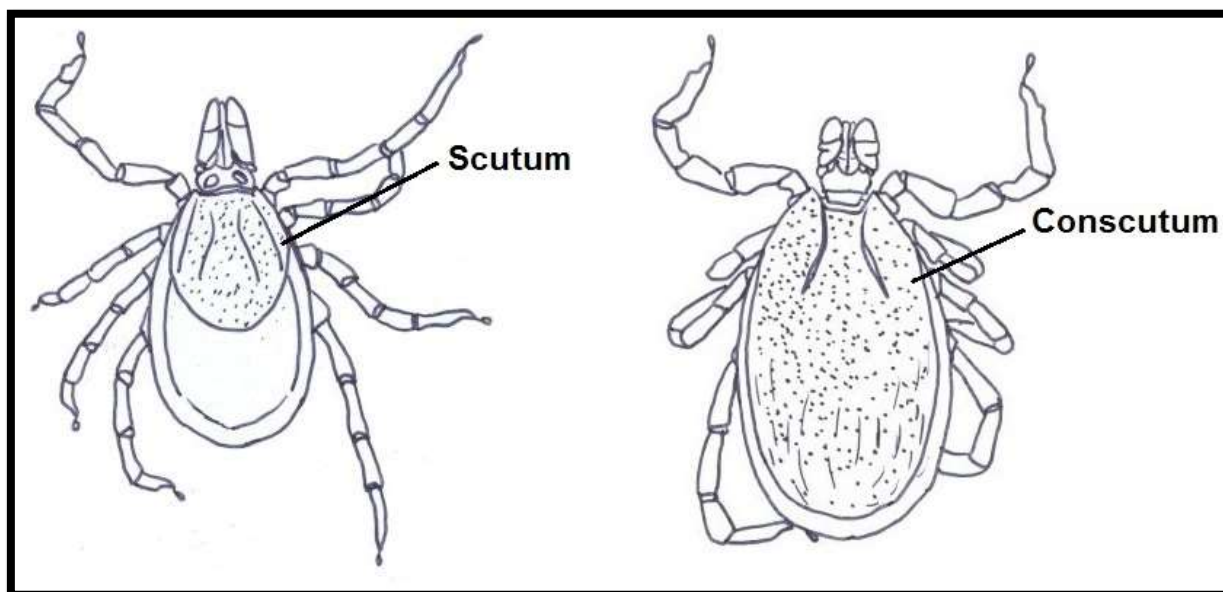
S medicinskog aspekta, krpelji se smatraju drugom najznačajnijom skupinom člankonožaca, odmah nakon komaraca (Jaenson i Jensen 2007). Približno 10 % od 896 poznatih vrsta, vektori su patogena u divljih životinja (Milutinović i Radulović 2002). U Hrvatskoj je evidentirana 21 vrsta tvrdih krpelja koje nalazimo na 47 različitih životinjskih vrsta domaćina. Rod *Ixodes* (Latreille 1795) zastupljen je sa sedam vrsta, *Haemaphysalis* (Koch, 1844) sa šest, *Rhipicephalus* (Koch, 1844) s četiri, a rodovi *Dermacentor* (Koch, 1844) i *Hyalomma* (Koch, 1844) s po dvije vrste. Najučestalija vrsta je *Ixodes ricinus* L. Koji nalazimo na 25 različitih vrsta domaćina (Krčmar 2012). U kontinentalnoj Hrvatskoj poznato je sedam vrsta krpelja od kojih su najučestaliji *Ixodes ricinus*, *Dermacentor marginatus*, *Dermacentor reticulatus*, *Haemaphysalis concinna* i *Ixodes hexagonus* (Mikačić 1968, 1969, Tovornik 1976, Borčić i sur. 1978a, Barišin i sur. 2011, Teni i Krčmar 2012, Krčmar 2012, Vucelja 2013).

## 2.2. MORFOLOGIJA KRPELJA

Krpelji porodice *Ixodidae* (tvrdi krpelji ili krpelji šikare) pripadaju skupini člankonožaca iz reda grinja (*Acarina*) veličine 0,2 do 1,5 cm. To su vanjski nametnici koji sišu krv na koži kralješnjaka, u koju se zavlače jakim rilom (*hipostom*), a na plijenu se zadrže sve dok ne napune svoje postrane crijevne vrećice. Čeljusne nožice su kratke i kijačaste, a sastavljene su od tri do četiri članaka. Krpelji na nogama imaju po dvije pandžice, a često i prijanjaljku. Dišu uzdušnicima. Dorzalna površina im je građena od čvrstog hitinskog štita. U ženke je on malen i pokriva joj samo prednji dio leđa, a u mužjaka pokriva čitavo stražnje tijelo (*ophiostoma*). Zbog male veličine tijela krpelja nestalo je kolutićavosti, pa su prednji i stražnji dio tijela srasli, a mnogi organi su smanjeni ili su nestali. Tijelo krpelja je različitog oblika – okruglasto, pločasto, kuglasto, duguljasto, prema tome kako životinja živi (Matonićkin 1981).

Ličinke krpelja nalikuju odraslim oblicima, a razlikuju se u veličini i po tome što imaju tri para nogu, dok nimfe i odrasli oblici imaju četiri para. U bazalnom dijelu noge, točnije na kuku (*coxa*), mogu se nalaziti izbočine koje pomažu u identifikaciji. Kod odraslih oblika spolni otvor se nalazi na ventralnoj strani približno između drugog para nogu. Otvori odušaka (*stigme*) nalaze se na ventralnoj strani, lateralno iza četvrtog para nogu, oni mogu biti ovalni, zaobljeni ili u obliku zareza. Odušci su vidljivi kod nimfi i kod odraslih oblika. Porodica *Ixodidae* ime je dobila po čvrstom štitu ili ploči koja se još i naziva *scutum* (Slika 2.1). Ona je smještena na dorzalnoj strani i nalazi se na svim

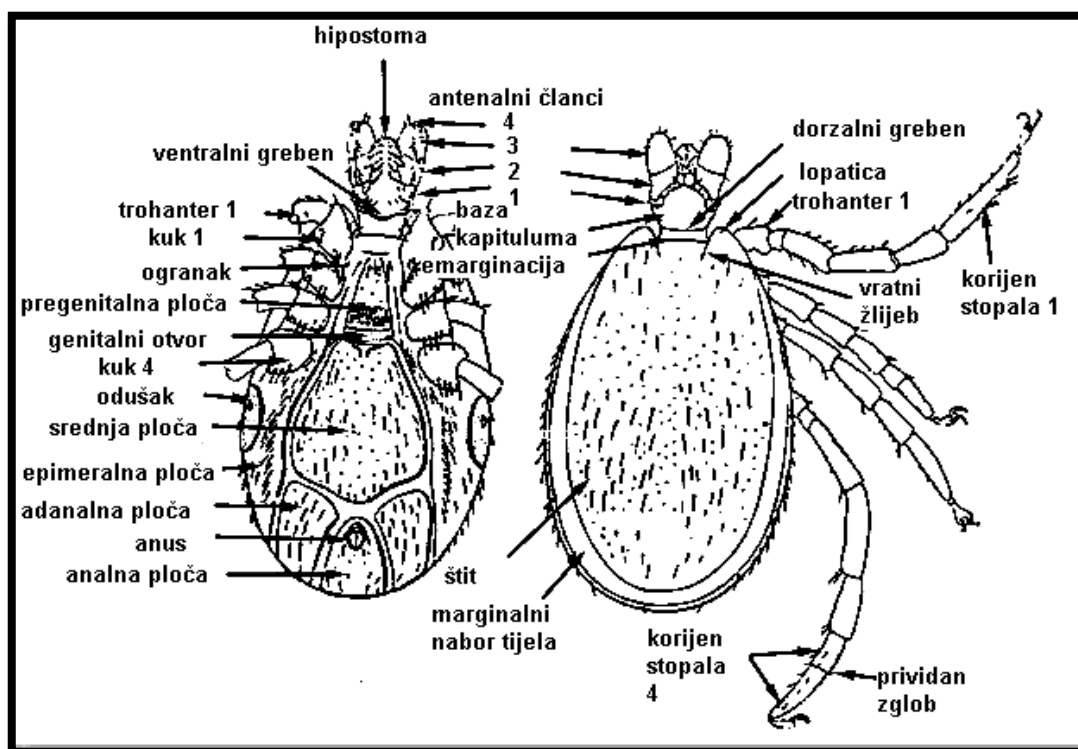
pokretnim oblicima krpelja. Štit na ličinkama, nimfama i ženjkama krpelja pokriva trećinu do polovice tijela, dok kod mužjaka pokriva gotovo cijelu dorzalnu (leđnu) površinu, i njegovo širenje tijekom hranjenja je vrlo ograničeno (Teni 2012).



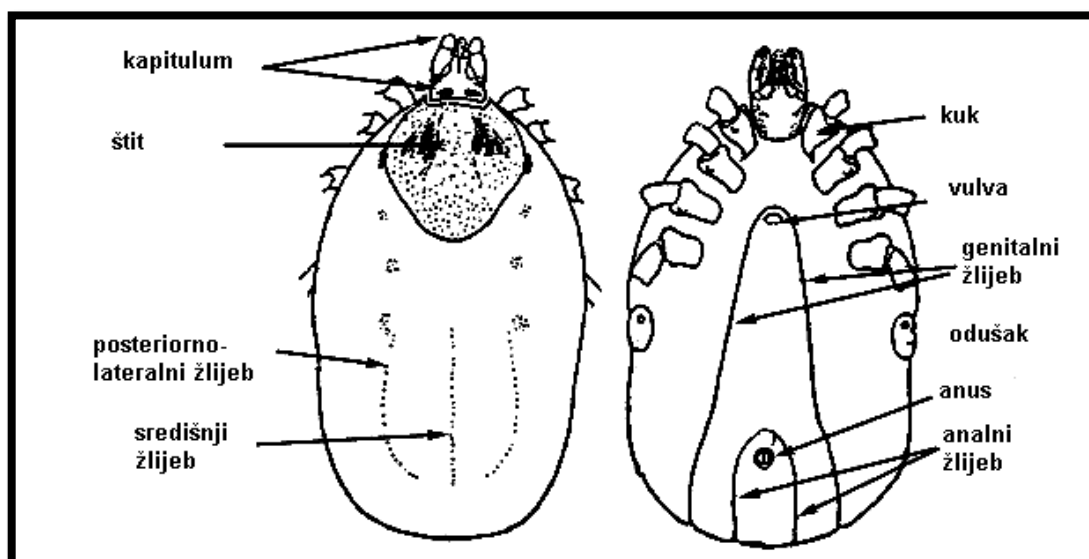
**Slika 2.1** Prikaz štita (scutum) kod ženke (lijevo) i kod mužjaka (conscutum) (desno) (web 1)

Na štitu se mogu nalaziti dva para brazdi: bočni (okružuje idiosomu) i vratni par. Dio idiosome koji nije prekriven štitom naziva se *alloscutum* (alloskutum), on se povećava sisanjem krvi. Na rubovima štita se mogu nalaziti oči. Za rodove iz skupine *Metastrata* su značajni otvori feromonskih žlijezda (fovealne žlijezde) koje se kod ženki nalaze blizu posteriornog ruba štita, a kod mužjaka na sredini tijela (Slika 2.2, Slika 2.3). Ako štit ima pigmentirane uzorke, kažemo da je ornamentiran (npr. kod roda *Dermacentor*) (Hillyard 1996). *Capitulum* sadrži usni aparat koji se sastoji od baze (*basis capituli*), dva pipala, od četverodijelnih čeljusnih nožica. Pipala i čeljusne nožice štite središnje postavljenu hipostomu koja se nalazi s prednje strane tijela i kliješta. Hipostoma je prekrivena zubićima koji su savijeni prema unutra. Oblik baze, dužina pipala, broj zubića i druge karakteristike usnog aparata koriste se kao pomoć pri identifikaciji roda i vrste krpelja. Odrasli oblici nekih uobičajenih krpelja mogu se jednostavno identificirati zbog specifičnih bojanih obilježja, dok identifikacija većina krpelja kao i identifikacija nezrelih stadija zahtjeva taksonomske ključeve i mnogo vježbe (Stafford, 2007; Lane i Crosskey, 1993). Cijelo tijelo okružuju epiderma i kutikula s ostrugama. Kutikula kod ličinki, nimfi i ženki omogućuje širenje aloskutuma kod sisanja. Tijekom prve faze se prilikom sisanja javlja usporeni rast i rahlo rastezanje kutikule, dok se u drugoj fazi

veličina znatno povećana, zbog rastezanja endokutikule i brzog rasta prokutikule. Epikutikula se prilikom hranjenja samo rastezne iz naboranog stanja i ne raste (Hillyard 1996).



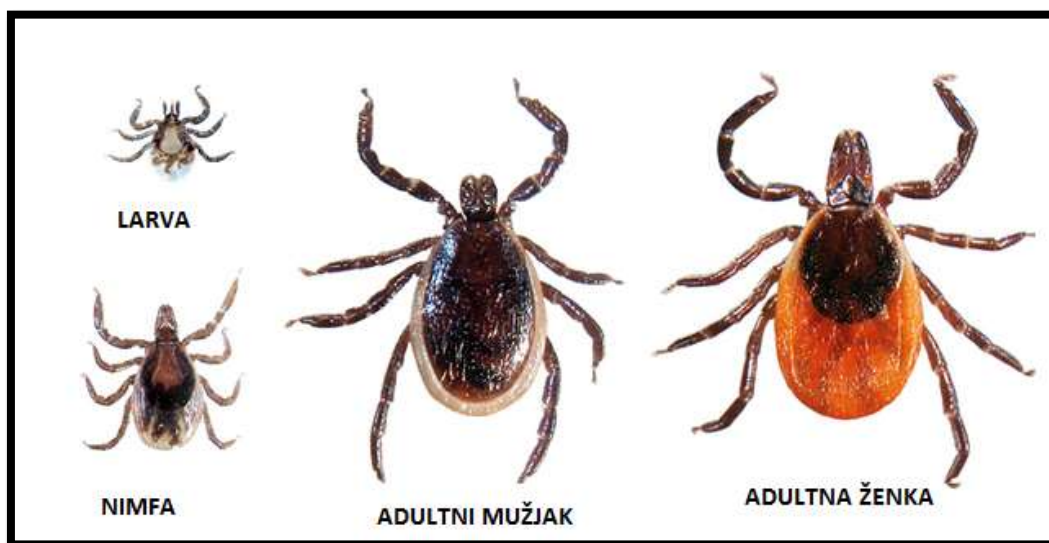
Slika 2.2 Ventralni (lijevo) i dorzalni (desno) prikaz tijela mužjaka krpelja roda *Ixodes* (Nuttall i sur., 1908, Borak 2014)



Slika 2.3 Dorzalni (lijevo) i ventralni (desno) prikaz tijela ženke krpelja roda *Ixodes* (Nuttall i sur. 1908, Borak 2014)

## 2.3. ŽIVOTNI CIKLUS I BIOLOŠKE ZNAČAJKE

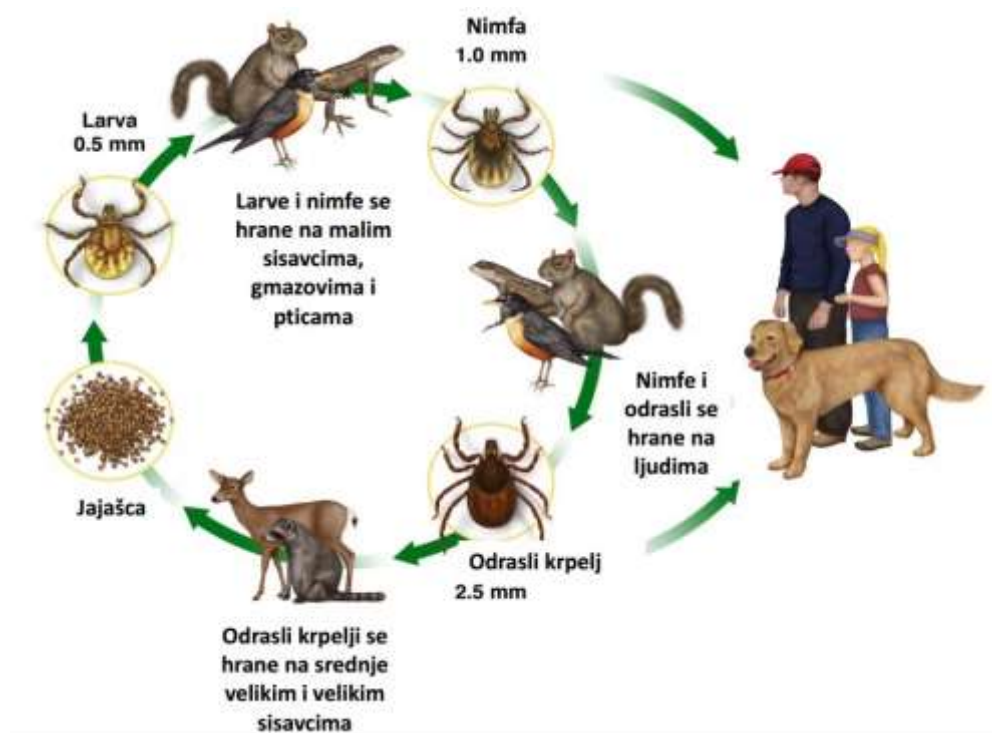
Razvojni oblici krpelja su jaje, ličinka, nimfa, i adult (Slika 2.4).



Slika 2.4 Razvojni stadiji roda *Ixodes* (web 3)

Svi razvojni oblici ovise o vlazi u staništu, te pri nastupu sušnih razdoblja krpelji preživljavaju mirovanjem na tlu, zaštićeni lišćem očekujući povoljno razdoblje (Slika 2.5). U svakom razvojnom obliku (larva, nimfa, adult) uzimaju po jedan obrok krvi. Ženka tvrdoga krpelja se nakon sisanja krvi i oplodnje otpušta sa životinje na tlo, traži kakvo skrovito mjesto (otpalo lišće, pukotine u tlu) gdje tada polaže jajašca (2000 – 18000) i ugiba. Nakon završetka embrionalnog razvoja (3 – 4 tjedna i duže) iz jajašca izlaze pokretne ličinke, slične ostalim pokretnim stadijima. Nakon toga one potraže žrtvu, a to su najčešće zmije i gušteri ili sitni sisavci (mišoliki glodavci) i ptice. Nakon sisanja krvi (3 – 7 dana) ostaju na nositelju ili se otpuštaju na tlo, zapadaju u letargično stanje i presvlače se u stadij nimfe. Kako su nimfe malene teško se otkrivaju. Nakon novog „krvnog obroka“ (3 – 10 dana), slijedi presvlačenje u adultni stadij na nositelju ili na tlu. Ako se presvlačenje dogodilo na tlu, adulti će potražiti sljedećeg nositelja. Ženke sišu krv od 8 do 12 dana, a na životinji se mogu zadržati i znatno duže, praktički sve dok ne budu oplodene. One su prilično proždrljive i posišu od 2,5 do 2 ml krvi, tako da znatno povećavaju svoj volumen i težinu (do 100 puta). Mužjaci sišu krv simbolički, a za neke vrste nije pouzdano utvrđeno da uopće sišu. Prosječni životni ciklus krpelja traje od nekoliko mjeseci do dvije godine. Krpelji su najaktivniji u proljeće i jesen. Ukoliko ne nađe domaćina do jeseni, povlači se na skrovito mjesto gdje miruje do

proljeća, a bez hranjenja mogu preživjeti i do dvije godine (Mehlhorn i Schein 1984, Barišin i sur. 2011).



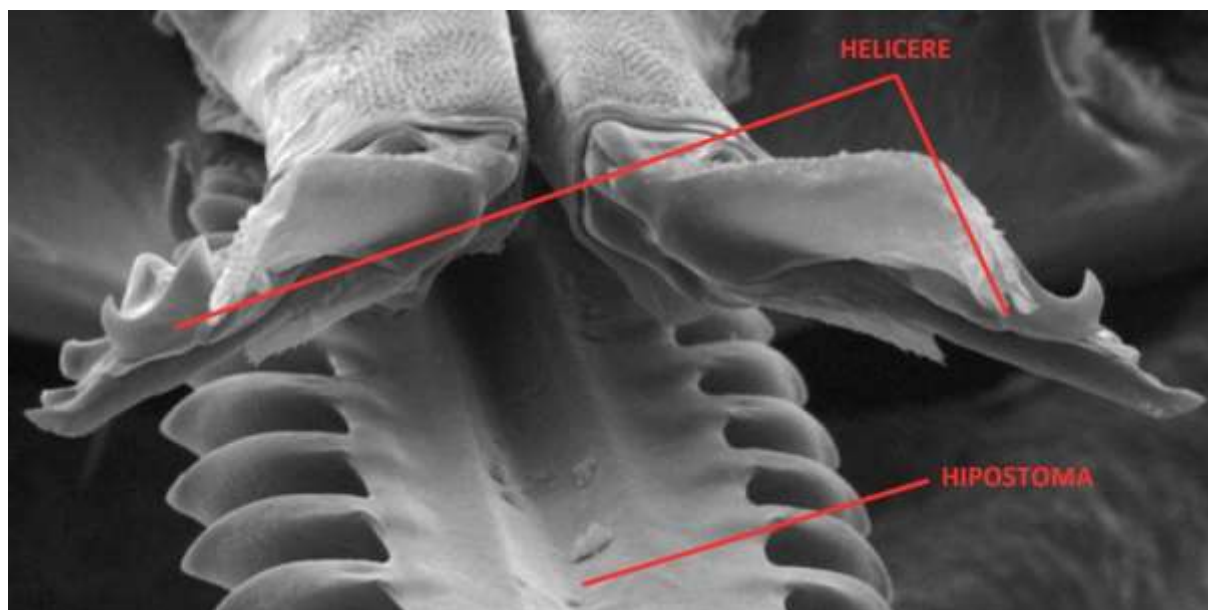
Slika 2.5 Životni ciklus trorodnih krpelja (web 4)

U krpelja se također javlja dijapauza. To je hormonski proces s niskom razinom metaboličke aktivnosti (Sonenshine 1993). Dijapauza kod insekata i nekih pauka karakterizira prestanak razvoja i stagnaciju, koja omogućava životinjama da prežive nepovoljne klimatske uvjete (Tarman 1992). Dijapauza omogućava beskralješnjacima usklađivanje razvoja, rasta i razmnožavanja, te razdoblja hranjenja sa sezonskim promjenama u okolišu (Borak 2014). Životni ciklus *Ixodidae* krpelja može uključivati jednog (jednorodni), dva (dvorodni) i tri (trorodni) domaćina (Stafford 2007). Životni ciklus trorodnih krpelja uključuje tri različita domaćina iste ili različite vrste. Može uključivati istu jedinku tri puta ako se nađe u blizini sva tri razvojna stadija (Lane i Crosskey 1993). Svi razvojni stadiji trorodnih krpelja hrane se jedanput na domaćinu. Ovo je ujedno i najčešći tip životnog ciklusa (Estrada-Peña i sur. 2004). Kod jednorodnih krpelja ličinka se do odraslog oblika razvija na istom domaćinu. Dvorodni krpelji imaju dva domaćina, jer se nimfe ponovo hrane na istom domaćinu (Lane i Crosskey 1993, Borak 2014). *Ixodes ricinus*, vrsta opisana u ovom radu, ima trorodni životni ciklus.



## 2.4. HRANJENJE

Rilce vrste *Ixodes ricinus* ima tri dijela. Središnji dio - hipostoma je poput dugog mača nazubljenog s obje strane i na vrhu, sa zupcima usmjerenima prema tijelu krpelja (slično harpunu) koji otežavaju izvlačenje krpelja iz domaćina. Kroz središnji dio hipostome prolazi kanal koji odvodi slinu krpelja u domaćina te krv iz domaćina prema krpelju. Na vrhu hipostome nalazi se par helicera – dugi “štapići” koji završavaju kukastim zubima (Slika 2.6). Helicere su teleskopske, pa se mogu produljiti dalje od vrha hipostome ili povući na pola njezine duljine. Također su vrlo pokretljive, nazubljeni vrhovi mogu se savijati pod kutom od 45 ° (Richter i sur. 2013). Lateralnim pokretima helicera krpelj buši, sječe i razmiče kožu poput kirurga kad pristupa nekoj potkožnoj strukturi. Pri probadanju kože krpelj kroz rilce izlučuje slinu – kompleksnu tvar koja sadrži anestetik, zbog čega je ubod bezbolan, te posebnu tvar „cement“, poput lateksa, koja se stvrdne u obliku stošca oko mjesta uboda, čime se krpelj učvrsti, što traje par sati. Krpelja bi trebalo odstraniti s tijela dok traži mjesto uboda i dok se cement ne skrutne.



Slika 2.6 Rilce krpelja (web 5)

Wilhelmsson i sur. (2013) su tijekom 2008. i 2009. godine proučavali sezonske obrasce, mjesta uboda te trajanje hranjenja na temelju informacija o 1770 osoba (648 muškaraca i 1122 žena) iz Švedske i Ílandskih otoka s kojih je ukupno skinuto 2110 krpelja (*Ixodes ricinus*). Od svih skinutih krpelja 487 su bile odrasle ženke (23 %), 15 odrasli mužjaci (1 %), 1519 nimfa (72 %) i 89 ličinki (4 %). Udio odraslih ženki je bio

značajno veći na muškarcima (27 %) nego na ženama (21 %,  $P < 0,01$ ). Suprotno tome, udio ličinki je bio značajno veći na ženama (5 %) nego na muškarcima (2 %,  $P < 0,01$ ). Ispitanici su bili starosti 19 – 92 godine. Povezanost između stadija krpelja i godina domaćina nije uočena. Značajno veći udio odraslih ženki hrani se na području vrata/glave, prsa/leđa i prepona/genitalija u odnosu na nimfe na istim područjima tijela. Nimfe se pak hrane u značajno većem udjelu na području ruku i nogu u odnosu na odrasle ženke na istim područjima.



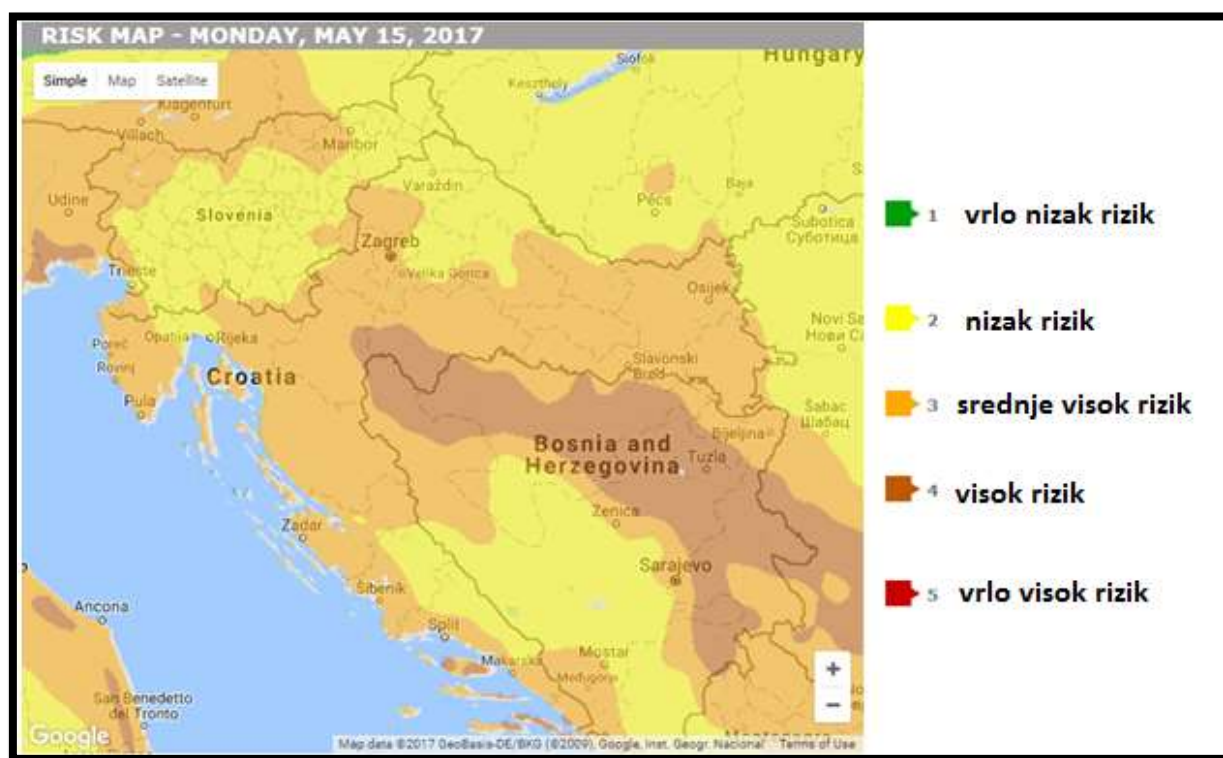
Slika 2.7 Nahranjene ženke krpelja (Peleš, 2017.)

Po završetku hranjena masa kod ličinki i nimfi se poveća otprilike 10 – 20 puta, dok se kod odrasle ženke masa tijela može povećati od 100 do 120 puta (Sonenshine 2005) (Slika 2.7).

## 2.5. RASPROSTRANJENOST

Prve studije o pojavi tvrdih krpelja u Hrvatskoj bile su izrađene prije otprilike 80 godina, dok intenzivna istraživanja faune tvrdih krpelja počinju u drugoj polovici 20. stoljeća. Od ukupno 21 vrste krpelja na području Hrvatske, u kontinentalnome dijelu pet najučestalijih vrsta čine *Ixodes ricinus* (šumski ili obični krpelj), *Dermacentor reticulatus* (ornamentirani pseći krpelj), *Dermacentor marginatus*, *Haemaphysalis concinna* i *Ixodes hexagonus*, dok ostatak vrsta pridolazi u mediteranskom dijelu Hrvatske. Veća brojnost jedinki krpelja i potencijalno veća opasnost od krpeljno prenosivih bolesti zabilježena je na području sjeverozapadne Hrvatske (Slika 2.8) (Hrvatsko zagorje, područje oko Koprivnice, Čakovca te područje uz Zagrebačku goru), a manje u Gorskom kotaru, Kvarneru i Istri. Najučestalija vrsta krpelja na području Hrvatske je šumski ili obični krpelj pronađen da parazitira na 25 različitih vrsta domaćina. Šumski

krpelj obično pridolazi u hladnim i vlažnim predjelima listopadnih i crnogoričnih šuma na kojima obitava jelenska divljač, a koja predstavlja glavnog domaćina ovog krpelja. U manjim razmjerima pojavljuje se i na pašnjacima koji služe za ispašu stoke i ovaca. Ova vrsta krpelja bila je jedna od prvih formalno opisanih vrsta te je intenzivno proučavan u Europi zbog svoje uloge koju je imala u prijenosu velikog broja patogena kod ljudi i životinja. Najznačajnije bolesti u Hrvatskoj koje ovaj krpelj prenosi kod ljudi su: lajmska borelijoza i krpeljni meningoencefalitis. Krpelji se najčešće nalaze u listopadnim šumama (Burgdorfer 1995). Također se mogu naći u crnogoričnim šumama, dok tamo postoji dovoljno vegetacije na tlu, te vlažna mikroklima. U otvorenim staništima, kao što su travnjaci, glavni krvni obroci za sve razvojne stadije su ovce i krave (Daniel i sur. 1998).



Slika 2.8 Rizik pronalaska krpelja u Hrvatskoj (web 6)

## 2.6. ZONOTIČKI ASPEKT

U prirodi se krpelji, mikroorganizmi i domaćini nalaze u ravnoteži. Ne dolazi do pojave epidemije, jer su domaćini razvili određeni stupanj otpornosti. Ovdje je riječ o prirodnom ciklusu, čiji je naziv enzooski ciklus, gdje obolijevaju jedinke koje su manje otporne. Stabilni enzooski ciklus može prijeći u nestabilni enzooski ciklus, u tom

slučaju dolazi do pojave epidemije. To se najčešće događa kada se u prirodni sustav umiješa čovjek, urbanizacijom ili unosom domaćih životinja. Ljudi i domaće životinje su izloženi bolestima, iz razloga jer su ti organizmi strani za njih, pa na njih nisu otporni (Hillyard 1996). Bolesti koje proizlaze iz prirodnog žarišta, predstavljaju posebnu skupinu zaraznih bolesti, a uzrokuju ih virusi, bakterije i paraziti. Mikroorganizam koji uzrokuje bolesti se prenosi sa jedne životinje na drugu na području prirodnog žarišta zaraze. Takve bolesti se zovu transmisivne ili prenosive bolesti, čiji uzročnici su krpelji, komarci i muhe. Njih vektori prenose na domaćine (prirodne rezervoare) i opet natrag. Ako čovjek dođe u takvo prirodno žarišno područje bolesti, također se može zaraziti (Lešničar i Strle 1992). Krpelji pored vektorske uloge, također mogu imati ulogu rezervoara bakterija. U tom slučaju bakterije se mogu prenositi transstadialno (tijekom razvojnih stadija) ili transovarialno (iz jedne generacije u drugu preko ovarija, tj. jajnika ženki) (Parola i Raoult 2001). Bolesti koje uzrokuju životinje i koje se sa životinje prenose na čovjeka i suprotno, nazivaju se zoonoze (Borak 2014). Na mjestu ugriza krpelja može se pojaviti manje crvenilo i otekline koja potraje nekoliko dana uz blaže izražen svrbež. Ova promjena nije posljedica infekcije, već iritativnog djelovanja stranih tvari koje se ugrizom krpelja unesu u kožu. Tek manji broj ugriza krpelja rezultira i prijenosom nekih mikroorganizama (ako je krpelj bio zaražen), što u konačnici može rezultirati i zarazom ugrizenog čovjeka te pojavom simptoma bolesti, najčešće tek 1 – 2 tjedna nakon ugriza krpelja. Stoga nije potrebno nakon svakog kontakta s krpeljom zatražiti liječničku pomoć – dovoljno je samo ukloniti krpelja s kože. Međutim, ukoliko se nakon nekoliko dana od ugriza krpelja pojave simptomi bolesti – poput vrućice, bolova u mišićima i zglobovima, opće slabosti (slično gripi), ili glavobolja, mučnina, povraćanje te pojava kožnih promjena (različitih oblika osipa), potrebno je posavjetovati se s nadležnim liječnikom kako bi se pravovremeno utvrdilo o kojoj se bolesti radi te provelo adekvatno liječenje. Većina bolesti koje prenose krpelji su blažeg oblika i liječenje se može provesti kod kuće, dok samo manji broj slučajeva zahtijeva obradu i liječenje u bolnici, bilo zbog potrebe primjene složenije (intravenske) terapije ili zbog mogućeg nastanka komplikacija i ozbiljnijih posljedica.

Treba naglasiti kako se većina bolesti koje nastaju nakon ugriza krpelja može spriječiti samim izbjegavanjem kontakta s krpeljima ili pravovremenim i ispravnim uklanjanjem krpelja s tijela, dok se samo jedna bolest (krpeljni meningoencefalitis) može spriječiti i cijepljenjem. Krpelji prenose brojne uzročnike zaraznih bolesti, kao što je uzročnik lajmske borelioze, mrzlice stjenovitih planina, sjevernoazijskog krpeljnog tifusa,

queenslandskog krpelnog tifusa, orijentalne groznice, monocitne erlihioze, povratne groznice, ruskog proljetno-ljetnog encefalitisa, krimsko-kongoške hemoragijske vrućice, mediteranske groznice, Q groznice, granulocitne erlihioze, tularemije, babezioze i krpelnog meningoencefalitisa (Strle 1991).

## 2.7. MIKROORGANIZMI I BOLESTI PRENOŠENI KRPELJIMA

Godišnje se u Hrvatskoj registrira prosječno 200 – 300 oboljelih od Lajmske borelioze te 20 – 50 oboljelih od krpelnog meningoencefalitisa (Tablica 2.1). U 2016. godini zabilježena je 301 slučaj Lajmske borelioze (108 u Gradu Zagrebu, 39 u Zagrebačkoj županiji) te 20 slučajeva krpelnog meningoencefalitisa (1 u Gradu Zagrebu) (Borčić 2000). Od 1953. godine, kada je dokazano postojanje krpelnog meningoencefalitisa (KME) u Hrvatskoj, ta se zoonoza prirodni-žarišnog tipa detaljno proučava. Prije više od petnaest godina provedene epidemiološke studije oboljelih, rasprostranjenosti zaraženih krpelja i životinja rezervoara uzročnika KME. Studijama se utvrdila distribucija krpelja u Hrvatskoj i otkriveno je da se prirodna žarišta KME nalaze u sjevernoj i sjeverozapadnoj Hrvatskoj. Urbano područje Grada Zagreba smatra se slobodnim od KME, dok su Sljeme i podsljemenska zona razmjerno rizična zona. Postotak zaraženih krpelja mijenja se iz godine u godinu (Borčić 2000).

Tablica 2.1 Bolesti koje krpelji prenose i njihovi uzročnici (web 8)

| Bolesti koje prenose krpelji                                 | Uzročnik   |
|--|--|
| Krpeljni meningoencefalitis                                  | Flavivirus - virus krpelnog meningoencefalitisa  |
| Krimsko-kongoanska hemoragijska vrućica                      | Nairovirus iz porodice <i>Bunyaviridae</i>   |
| Borelioze: povratna vrućica, lajmska bolest, eritema migrans | Borelije - razne borelije - <i>Borrelia burgdorferi</i>  |
| Tularemija   | <i>Francisella tularensis</i>  |
| Erlhioze   | <i>Ehrlichia chaffeensis</i> , <i>E. phagocytophila</i>  |
| Babezioza  | Paraziti iz roda <i>Babesia</i>  |
| Rikecioze - Pjegave groznice / krpeljni tifus - Q-groznica   | Rikecije - <i>R. rickettsii</i> , <i>R. conori</i> , <i>R. sibirica</i> , <i>R. australis</i> - <i>Coxiella burnetii</i> |

### 2.7.1 LAJMSKA BORELIOZA

Lajmska borelioza je bakterijska bolest, a uzročnik je bakterija iz skupine *Borrelia burgdorferi sensu lato*. Glavni prijenosnik je šumski krpelj, dok su glavni rezervoari uzročnika borelioze sitni glodavci (*Apodemus sylvaticus*, *A. agrarius*, *A. flavicollis*,

*Myodes glareolus*) te *Glis glis* (sivi puh). Ova bolest je poznata od 1975. godine, dok je današnji naziv dobila po mjestu Lyme u sjevernoameričkoj državi Connecticut, gdje se ujedno i pojavila u epidemijskim razmjerima, te po bakteriji koja ju uzrokuje. Ljudi i životinje se lajmskom boreliozom mogu inficirati prilikom hranjenja krpelja njihovom krvlju. Kod ljudi ova bolest izaziva tri klinička stadija. Prvi stadij se javlja na mjestu uboda krpelja. Nakon uboda krpelja u prvom stadiju javlja se sistemna infekcija, koja se manifestira karakterističnim crvenilom, a naziva se *erythema migrans* (Slika 2.9).

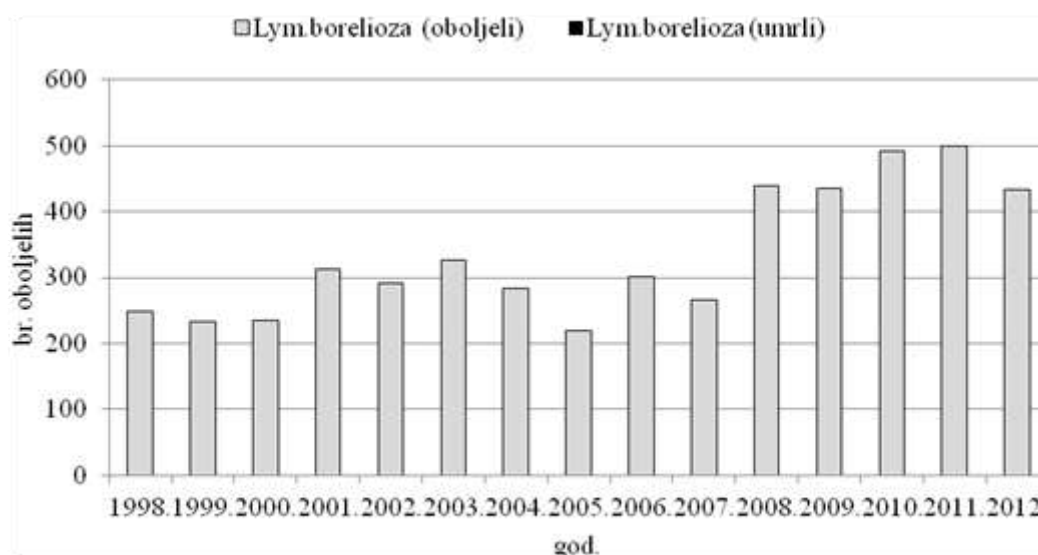


Slika 2.9 Prvi simptomi lajmske borelioze (*erythema migrans*) (web7)

Prvi stadij se javlja tri dana do 16 tjedana nakon uboda, oko mjesta za koje se pričvrstio krpelj. Crvenilo je raspoređeno koncentrično, ovalnog ili okruglog oblika te, obično promjera 15 cm, a može biti homogeno ili prstenasto s blijeđenjem u sredini. Kod neliječenih bolesnika uzročnik bolesti se može proširiti u živčani sustav, srce, zglobove, te dolazi do pojave drugog stadija, gdje prevladavaju neurološki, srčani i reumatološki simptomi. Nakon više mjeseci infekcije u latenciji moguće je da ove bakterije (*spirohete*) dodatno zahvate zglobove, živčani sustav i kožu, te tada govorimo o trećem kliničkom stadiju. Kod ove bolesti smrtni slučajevi nisu zabilježeni međutim kod neliječenih bolesnika posljedice su dugotrajne. Bolest se liječi antibioticima, međutim ne postoji najučinkovitiji antibiotik, niti optimalna količina antibiotika, kao ni odgovarajuće vrijeme koje je potrebno da se bolest liječi. Prema podacima Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo, u razdoblju od 2005. do 2014. godine prosječni godišnji broj oboljelih od lajmske borelioze na području Hrvatske iznosio je 422, dok smrtnih slučajeva u navedenom razdoblju nije bilo (Slika 2.10).

U našoj su zemlji krpelji široko rasprostranjeni, no područje sjeverozapadne Hrvatske

(Hrvatsko zagorje, područje oko Koprivnice, Čakovca te područje uz Zagrebačku goru, manje Gorski kotar, Kvarner i Istra) bilježi veću brojnost i potencijalno veću opasnost od bolesti koje prenose (Borčić 1988, Margaletić 2006). Najveći broj oboljelih od Lajmske borelioze registriran je u Zagrebu i Međimurju, a seroprevalencija se kreće u rasponu od 8 % do 44 % (Barišin i sur. 2011). Od Lajmske borelioze, ali i drugih bolesti kojima su krpelji prijenosnici (krpeljni meningoencefalitis (KME), Q groznica, tularemija) najčešće oboljevaju ljudi koji povremeno ili stalno borave u prirodi, tj. u geoepzootiološkim područjima povoljnim za ovu bolest. Rizik od infekcije je veći tijekom toplijih mjeseci godine (svibanj i lipanj) budući da postoji sezonska povezanost pojavljivanja bolesti i aktivnosti rezervoara i vektora (Milas i sur. 2002).



Slika 2.10 Godišnji broj oboljelih od Lajmske borelioze u Hrvatskoj od 1998. do 2012. godine (HZJZ 2012).

## 2.7.2 KRPELJNI MENINGOENCEFALITIS

Krpeljni meningoencefalitis (KME) je najrasprostranjeniji virus kojeg prenose člankonošci u središnjoj Europi od koje godišnje oboli preko 10 000 ljudi u Europi i Aziji. Virus KME pripada obitelji Flaviviridae, rodu *Flavivirus*, koji obuhvaća oko 70 stereotipova izoliranih širom svijeta te uzrokuju bolesti životinja i ljudi. Strukturno se virus KME ne razlikuje od drugih flavivirusa. Centralnu ulogu u biologiji virusa KME ima protein E, koji je odgovoran za stvaranje neutralizacijskih protutijela. Temeljem molekularne epidemiologije virusa KME na bazi E–glikoproteinske ovojnice, tri su različita podtipa jasno razgraničena na: europski, dalekoistočni i sibirski podtip.

Europski podtip prenosi *Ixodes ricinus*, a sibirski podtip i dalekoistočni podtip prenosi *Ixodes persulcatus*. Europski podtip nađen je u svim europskim zemljama, osim zemljama Beneluksa i Velikoj Britaniji (Frimmel isur., 2014.).

Bolest s manifestacijama meningoencefalitisa prvi put je opisana u Austriji 1927. i u Rusiji 1932. (Ganström, 1997.). KME virus se rasprostire u gotovo čitavom šumskom umjereno klimatskom pojasu, od Alzasa – Lorene na zapadu do Vladivostoka na istoku i istočnim regijama Kine. Nedavno je izoliran virus u endemskom žarištu u Japanu. Ova prirodno žarišna zoonoza učestala je u europskim zemljama, u: Austriji, Sloveniji, Njemačkoj, Češkoj, Slovačkoj, Mađarskoj, Latviji, Letoniji i Litvi. Sezonska pojavnost KME u centralnoj Europi ima dva vrhunca: lipanj/srpanj i rujan/listopad, što je odraz dva maha hranjenja krvlju larvi i nimfi.

Bolest se javlja u manjim ili većim prirodnim žarištima, obično endemično s povremenim epidemijama. U žarištu virus cirkulira između domaćina kralježnjaka, kojih je zabilježeno više od 100 vrsta (uglavnom glodavaca, a moguće gmazova i ptica) i vektora – krpelja. Za KME su važna tri člana biocenoze, a to su: mišoliki sisavci, gušteri i druge sitne životinje, kao rezervoari infekcije, krpelji iz porodice Ixodidae kao prijenosnici (vektori) virusa i virus KME. Sitni glodavci su najčešći rezervoari i imaju dugu fazu viremije s visokim titrom virusa, a od odlučujućeg značenja su mišoliki glodavci iz četiri roda: žutogrli šumski miš (*Apodemus flavicollis*), šumski miš (*A. sylvaticus*), poljski miš (*A. agrarius*); livadna voluharica (*Microtus agrestis*), podzemna voluharica (*Pitymys subterraneus*) i šumska riđa voluharica (*Myodes glareolus*). Potom velike divlje životinje (uglavnom jeleni i srne s kraćom viremičnom fazom i nižim virusnim titrom) te velike domaće životinje na slobodnoj ispaši (uglavnom ovce i koze, koje u fazi viremije luče virus mlijekom) mogu u tom lancu prijenosa sudjelovati u prehrambenom lancu i kao prenosioci na velike udaljenosti. Svi krpelji su obligatni hematofagni akarini i ektoparaziti kralježnjaka, uključujući i čovjeka. Aktivnost im ovisi o temperaturi i relativnoj vlazi, vlažnosti tla, a najjača je na kraju proljeća i ljeta. Nalaze se uz rubove šuma, u šumskim prosjecima, na livadama, u močvarnim i grmovitim predjelima na nadmorskoj visini ispod 800 metara. Ljudima i životinjama virus KME prenose odrasli krpelji (imago) kao i njihovi razvojni stadiji (larve i nimfe).

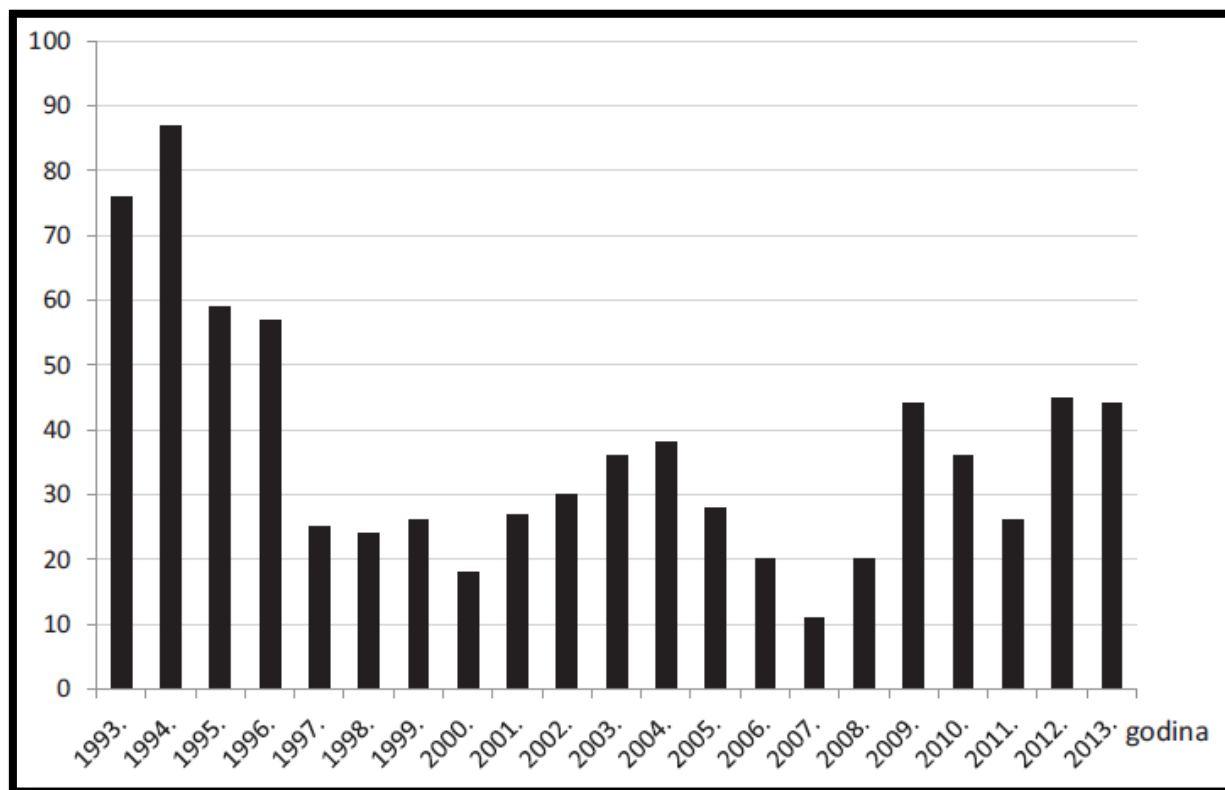


Održavanje uzročnika KME odvija se redovito po principu domaćin-davalac, hematofagni člankonožac, domaćin-primalac, što KME po definiciji čini transmisivnom bolešću. Prirodno žarište pokazuje maksimalnu ekspanziju u vrijeme epizootija do kojih dolazi kada se osnovni domaćini suviše razmnože. Izvor infekcije često je i njezin rezervoar i kada se jednom prenesu na ljude prekida se epidemijski lanac, iako katkada izazivaju tešku kliničku sliku ili smrt. Proširenost prokužnosti u ljudi ne ovisi samo o nazočnosti i gustoći krpeljnih vektora nego, što je logično, i o stupnju njihove inficiranosti virusom KME, o kontinuiranoj izloženosti nezaštićenih ljudi nehotičnom "prirodnom docjepljivanju" u habitatu (Miletić-Medved i sur., 2011.).

Infekcija virusom KME kod mišolikih glodavaca je prolazna i oni stiču visok stupanj imunosti na nju. Krpelji jednom zaraženi virusom KME ostaju zaraženi do kraja života. Oni nemaju nikakve posljedice kao nositelji virusa. Ličinke predaju virus nimfama, a nimfe odraslima. Dokazano je da se virus prenosi putem jajašaca. Čovjek je slučajna žrtva i posljednja karika u tom lancu, jer nema prijenosa KME s čovjeka na čovjeka. Registrirane su zaraze KME konzumacijom ovčjeg ili kozjeg mlijeka.

Krpelji buše epidermis helicerom i ubacuju hipostomu. Zbog anestetizirajuće supstance njihove sline ponekad je ubod bezbolan i nezamijećen, pa se osoba s manifestnom slikom KME često ne sjeća je li bila ubodena od krpelja. Najčešća predilekcijska mjesta na tijelu su: vlasište, iza uha, u predjelu ruku, ispod pazuha, u predjelu nogu, prepona, ispod koljena. Kod najmanje dvije trećine bolesnika tipičan tijek bolesti je bifazičan. Nakon inkubacije 7 do 14 dana (2 do 28 dana) slijedi prva, febrilna faza s općim infektivnim simptomima, koja obično traje dva do osam dana i odgovara viremiji. Asimptomatsko razdoblje traje od 1 do 20 dana, a potom slijedi druga faza bolesti s naglim povišenjem tjelesne temperature, glavoboljom, mučninom, povraćanjem, fotofobijom, ukočenošću vrata s mogućim parezama, paralizama i konvulzijama. Razvijaju se simptomi meningitisa, meningoencefalitisa te meningoencefalomijelitisa. Hospitalizacija varira od nekoliko dana do nekoliko mjeseci, a u nekim slučajevima i godine rehabilitacije su potrebne u otprilike trećina pacijenata. Najbolja preventivna zaštita protiv KME je cijepljenje.

U Hrvatskoj je endemično žarište u sjeverozapadnom dijelu Hrvatske: okolica Koprivnice, Zagreba, Bjelovara, Čakovca, Varaždina, a na sjeveroistoku: okolica Našica i Vinkovaca (Miletić-Medved i sur., 2011.) (Slika 2.11).



Slika 2.11 Broj prijavljenih slučajeva krpelnog encefalitisa u Hrvatskoj u razdoblju 1993. do 2013. godine (Vilibić- Čavlek i sur.,2014)

### 2.7.3 RIKECIOZE

Rikecioze su bolesti koje svojim simptomima mogu nalikovati gripi, ali mogu izazvati teške, pa čak i smrtonosne komplikacije. U Hrvatskoj se javljaju u endemskim područjima gdje su životinje (osobito ovce i psi) glavni rezervoar bolesti. Jedino se Q-groznica prvenstveno prenosi na druge načine, a iznimno putem krpelja.

Uzročnik joj je *Coxiella burnetii*, a bolest se očituje vrućicom, mialgijama i glavoboljom, a u težim slučajevima i razvojem hepatitisa, pneumonije i meningoencefalitisa. Moguća je pojava mediteranske groznice koju uzrokuje *R. conorii* koja je rasprostranjena u našem priobalju, ali se bolest rijetko prepoznaje zbog blage kliničke slike.

#### 2.7.4 KRIMSKO-KONGOANSKA HEMORAGIJSKA GROZNICA

Krimsko-kongoanska hemoragijska groznica (KKHG) je jedna od najraširenijih bolesti koju prenose krpelji na svijetu koja utječe na ljude u dijelovima Afrike, Azije, istočne Europe i Bliskog Istoka. Zaražena stoka predstavlja rezervoar virusa i njegov prijenos do čovjeka. Uzročnik KKHG je drugi najrašireniji virus kojeg prenose člankonošci nakon dengue groznice. Spada u rod *Nairovirus*, porodicu Bunyaviridae i prenosi se krpeljima roda *Hyalomma*, najčešće vrstom *Hyalomma marginatum*. KKHG mogu prenositi i vrste roda *Rhipicephalus*, *Dermacentor*, te neke vrste mekih krpelja. Između krpelja KKHG infekcija se može prenijeti transstadiljalno i transovarijalno. Prijenos virusa CCHG uključuje i divlje i domaće životinje. Antitijela protiv KKHG-e otkrivena su u serumu domaćih životinja, i to kod krave (*Bos taurus*), magarca (*Equus asinus*), konja (*Equus caballus*), koze (*Capra aegagrus hircus*), ovce (*Ovis aries*) i svinje (*Sus scrofa*), te kod europskog zeca (*Lepus europaeus*) i kućnog miša (*Mus musculus*). Infekcija čovjeka prvenstveno dolazi preko kontakta sa stokom (uglavnom goveda, ovce i koze), uključujući i uzgojene nojeve, a rjeđe preko kontakta s krpeljom (Kallio-Kokko, 2005.).

#### 2.7.5 TULAREMIJA

Tularemija je zoonoza koju uzrokuje mala, nepokretna, nesporulirajuća, gram negativna kokobacilarna bakterija *Francisella tularensis*. Na osnovi biokemijskih razlika i virulencije *F. tularensis* se dijeli na 4 podvrste (subsp. *tularensis*, *holarctica*, *mediasiatica* i *novicida*) od kojih su dvije značajne jer najčešće uzrokuju bolest u ljudi i domaćih životinja. *F. tularensis* subsp. *holarctica* javlja se širom sjeverne polutke (Europa, Azija i Sjeverna Amerika) dok *F. tularensis* subsp. *tularensis* uglavnom nalazimo u Sjevernoj Americi. *F. tularensis* je jedna od najinfektivnijih bakterija i svega 10 do 50 bakterijskih stanica može uzrokovati bolest u ljudi i životinja. Radi ovako velike infektivnosti te mogućnosti prijenosa zrakom može se koristiti kao biološko oružje. Do danas je *F. tularensis* izdvojena iz 190 vrsta sisavca, 88 vrsta beskralježnjaka, 23 vrste ptica i tri vrste vodozemaca. Ipak, glavnim rezervoarima tularemije smatramo lagomorfe (zečevi i kunići) i glodavce dok krpelji imaju ulogu vektora. Glavni prenositelj tularemije u Europi je krpelj *Ixodes ricinus*. Ovu bolest također prenose i druge vrste krpelja, kao što su: *Ixodes apronophorus*, *Dermacentor marginatus*, *Dermacentor reticulatus*, *Haemaphysalis concinna*, *Haemaphysalis punctata*.

### 2.7.6 BABEZIOZA

Ljudsku babeziozu uzrokuju *Babesia microti* i *Babesia divergens*, koju prenosi krpelj *Ixodes ricinus* (Hillyard 1996). U SAD-u glavni uzročnik ljudske babezioze je *Babesia microti*, najznačajniji rezervoar je miš vrste *Peromyscus leucopus*, dok je glavni prenositelj *Ixodes scapularis*, te je u SAD-u enzootski ciklus ove bolesti dobro poznat. Kod ljudi se babezioza manifestira simptomima koji su slični malariji, bolest je najopasnija kod ljudi sa odstranjenom slezenom i starijih osoba, za koje je često smrtna (Sonenshine 1993). Glavni rezervoari *Babesia microti* u Europi zasada nisu poznati. Ova praživotinja je nađena na više vrsta malih sisavaca, kao što su: *Myodes glareolus*, *Microtus arvalis*, *M. agrestis*, *M. socialis*, *M. nivalis*, *Apodemus flavicollis*, *A. agrarius*, *A. sylvaticus*, *Mus musculus*, te močvarna rovka (*Neomys anomalus*) (Duh i sur. 2001). Babezioze i theilerioze uzrokuju velike financijske gubitke, zbog katastrofalnih epidemijskih bolesti, koje uzrokuju na stadima domaćih životinja. Vrste iz roda *Babesia* se spolno razmnožavaju u krpeljima, gdje hemolimfom putuju u unutarnje organe i oblikuju se u sporozoite. Preko žlijezda slinovnica zatim dospiju u domaćine kralješnjaka, gdje se dalje nespolono razmnožavaju u crvenim krvnim stanicama. Crvene krvne stanice se zatim raspadaju, oboljeli domaćini nakon toga pokazuju simptome, kao što su: crveno obojeni urin (crvena voda), visoka vrućina, anemija, a u većini slučajeva dolazi do smrti (Sonenshine 1993).

### 2.7.7 ERLIHIOZA

Erlihioza je akutna zarazna bolest prvi je puta opisana 1987. godine. Uzročnik je bolesti kod ljudi i životinja *Erlischia caffeensis* koja uzrokuje humanu monocitnu erlihiozu, a *Anaplasma*, *Phagocyphilla* i *Erlischia ewingii* uzrokuje humanu granulocitnu erlihiozu. Razvoj bolesti traje od 7 do 10 dana, simptomi bolesti su povišena temperatura, glavobolja, bolovi u mišićima i zglobovima, mučnina, povraćanje, te ružičasti osip na koži. U težim slučajevima dolazi do upale središnjeg živčanog sustava, oštećenje bubrega i poteškoća s disanjem. U nekih bolesnika nema simptoma ili su blagi. Liječenje se provodi antimikrobnim lijekovima (Teni 2012).

## 2.8. KONTROLA BROJNOSTI KRPELJA

Boravak u šumovitim predjelima kao i rad u šumi mogu predstavljati brojne rizike. Jedan od njih je mogućnost zaraze bolestima koje prenose krpelji. Vjerojatnost zaraze

krpeljno prenosivim bolestima se povećava u godinama s povećanom aktivnošću krpelja, čija se brojnost može kontrolirati. Među najučinkovitije metode kontrole brojnosti krpelja spadaju mehaničke metode (kontrolirani požari, mehaničko čišćenje krošanja, odstranjivanje listinca, te djelomično odstranjivanje krošnje tako da je tlo više izloženo direktnom suncu). Ovim metodama mijenjamo stanište, a da pritom ne upotrebljavamo otrove, niti ubijamo domaćine. Kod kontrole brojnosti krpelja potrebno je uništiti mikrostanište krpelja ili ga promijeniti do te mjere, da za krpelje više nije primjereno. Za smanjenje brojnosti krpelja također se mogu koristiti kemijske metode (upotreba organofosfata te piretroida), te biološke metode (prirodni predatori krpelja, paraziti, bakterijski patogeni kod krpelja, gljive).

## 2.9. ZAŠTITA I PREVENCIJA

- Izbjegavanje područja bogatih krpeljima tijekom ljetnih mjeseci
- Primjena barijera radi smanjenja površine tijela koja je izložena krpeljima i sprječavanja kontakta s krpeljima (odjeća dugih rukava i dugih nogavica, umetanje nogavica u čarape ili čizme)
- Za boravka u prirodi ne nositi odjeću od dlakavih tkanina (vuna, flanel) jer se za nju krpelj lakše zakvači; ne odlagati odjeću na travu i grmlje; ne provlačiti se kroz nisko raslinje
- Za boravka u prirodi nositi odjeću svijetlih boja kako bi se krpelja lakše uočilo na odjeći i odmah uklonilo
- Korištenje odjeće i šatorskog platna impregniranog permetrinom koji ima aktivnost repelenta (odbija krpelje) i akaricida (ubija krpelje)
- Primjena repelenata - tvari koje odbijaju krpelje - koji se nanose na odjeću i obuću ili direktno na kožu (u obliku stika, tekućine, spreja)
- Nakon svakog boravka u prirodi gdje ima krpelja obvezno po dolasku kući pregledati odjeću i tijelo te ukoliko se naiđe na krpelja, odmah ga ukloniti
- Cijepljenje: cijepljenjem se može spriječiti pojava krpeljnog meningoencefalitisa nakon ugriza krpelja. Treba naglasiti da cijepljenje štiti samo do jedne bolesti koju mogu prenijeti krpelji, a ne od svih.
- Cijepljenjem s 3 doze cjepiva postiže se zaštita koja traje oko 3 godine (što znači da se nakon 3 godine treba docijepiti ukoliko se želi zadržati odgovarajuća razina zaštite). Cijepljenje se preporuča osobama koje su češće izložene ugrizu

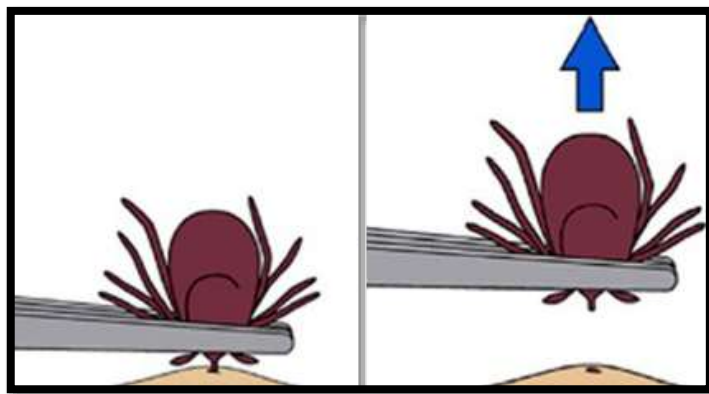
krpelja i to samo u krajevima gdje krpeljnog meningoencefalitisa ima (u poznatim endemskim područjima). Opravdano je cijepljenje šumskih radnika, lovaca, ali i izletnika koji samo povremeno borave u endemskim krajevima.

## 2.10. VAĐENJE KRPELJA IZ TIJELA

Što se tiče uklanjanja krpelja iz tijela, brojne su tradicionalne metode koje su se godinama primjenjivale, ali su se s vremenom pokazale opasne ili neučinkovite. Neke od "narodnih" metoda uključuju mazanje krpelja raznim sredstvima (ulje, petrolej, vazelin, alkohol, lak za nokte i dr.), što nije dobro, jer tada dolazi do pojačanoga lučenja sline, a to znači i virusa i bakterija u tkivo domaćina (Harpin, 1999). Jedna od teorija iza premazivanja krpelja je ta kako će krpelj biti u nemogućnosti disati, međutim, uzevši u obzir kako nenahranjeni odrasli krpelj u mirovanju diše svega nekoliko puta u satu, a prilikom aktivnosti diše oko 15 puta/h, ta metoda nije vremenski učinkovita (Rudolph i Knulle, 1979.). Što se tiče mehaničkog uklanjanja krpelja, od ključne je važnosti uhvatiti ga pincetom ili specijaliziranom napravom što bliže koži, manje je bitan smjer izvlačenja (Needham, 1985). Ponekad se može naići na preporuku rotiranja obrnuto od smjera kazaljke, međutim u novijoj literaturi najčešće se nailazi na preporuku laganog povlačenja ravno prema gore (Slika 2.12). Krpelja nikada ne bi trebalo dirati ili izvlačiti golim rukama, jer ponekad se patogeni mikroorganizmi mogu prenijeti preko kože. Krpelj se ne bi smio ni spaljivati zagrijanim objektima, pošto takav čin može dovesti do rasprskavanja krpelja i samim time i širenje patogena u okolinu. Nekoliko je čimbenika koji utječu na lakoću/težinu vađenja krpelja

- dužina i oblik rilca
- broj, veličina i oblik zubaca na rilcu
- količina izlučenog cementa (ljepila) - krpelj zna nakon duljeg vremena hranjenja lučiti dodatni cement pa ga je stoga i teže izvaditi što je dulje u domaćinu (neke vrste *Ixodes* krpelja uopće ne luče cement)
- veličina krpelja, odnosno stadij razvoja.

Dobro je ako se nakon izvlačenja krpelja povuče i cement (često izgleda kao komadić kože na rilcu), jer ako ostane u tkivu može iritirati kožu i stvarati dodatne probleme.



Slika 2.12 Pravilno vađenje krpelja pincetom (web 9)

## 2.11. OPIS ISTRAŽIVANE VRSTE

### *Ixodes ricinus* (Linnaeus 1758) – obični ili šumski krpelj

Vrsta *Ixodes ricinus* dokazani je vektor nekoliko patogena, od kojih je najvažnija bakterija *B. burgdorferi sensu lato* kompleksa. Potvrđeno je da u Europi ova vrsta prenosi 7 od ukupno 16 registriranih genotipova *B. burgdorferi*. Ova vrsta parazitira na širokom spektru domaćina, kao što su sitni sisavci, ptice, gušteri, u juvenilnim stadijima, a odrasle jedinice se hrane na preživačima, psima i drugim krupnim sisavcima. *Ixodes ricinus* rasprostranjen je na cijelom području Europe, u listopadnim i crnogoričnim šumama, često naseljava veće nadmorske visine i hladnija i vlažna staništa. Za opstanak i aktivnost ove vrste neophodna je visoka vlažnost staništa, a visoke temperature u toku ljetnih mjeseci mogu biti ograničavajući čimbenik za aktivnosti ove vrste.

Ženke ove vrste veće su od mužjaka, njihova dužina je između 3,5 i 4 mm, a širina oko 3 mm (Slika 2.13, Slika 2.14). Nakon uzimanja krvnog obroka dužina tijela ženki poveća se na 10 – 11 mm, a širina na 6 – 7 mm (Mulić i sur., 2011). *Aloskutum* je narančaste boje, *scutum* i *conscutum* su tamni bez ornamentacije, noge su crne do smeđe, usni aparat je dug, drugi članak *palpi* je mnogo duži od prvog i trećeg, oči i *festoni* su odsutni, analna brazda zaokružuje analni otvor sa prednje strane.

Osnovne morfološke karakteristike ženki:

- *Palpi* su iskošeni prema unutrašnjosti
- *Kornua* je odsutna
- Oči i *festoni* ne postoje
- *Tarzusi* prvog para nogu su zašiljeni prema kandži

- Skapularne brazde na *skutumu* su prisutne
- Punktacija *skutuma* je jasno izražena
- Sete su prisutne na cijelom tijelu
- *Aurikule* su jasne
- Na *koksama* prvog para nogu uočava se dug unutrašnji izraštaj
- Genitalna pora je smještena između *koksi* četvrtog para nogu

Osnovne morfološke karakteristike mužjaka:

- *Palpi* su kraći nego kod žeki
- Oči i *festoni* su odsutni
- *Tarzusi* prvog para nogu su konični
- Sete su prisutne na cijelom tijelu
- *Konskutum* je punktiran
- *Aurikule* su prisutne
- Na *koksama* prvog para nogu izražen unutrašnji izraštaj, a na *koksama* drugog, trećeg i četvrtog para nogu izraštaji su reducirani
- Genitalni otvor između *koksi* trećeg para nogu
- Ventralne ploče su prisutne



Slika 2.13 *I. ricinus* ženka (Vucelja, 2017)



Slika 2.14 *I. ricinus* mužjak (Vucelja, 2017)



### 3. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

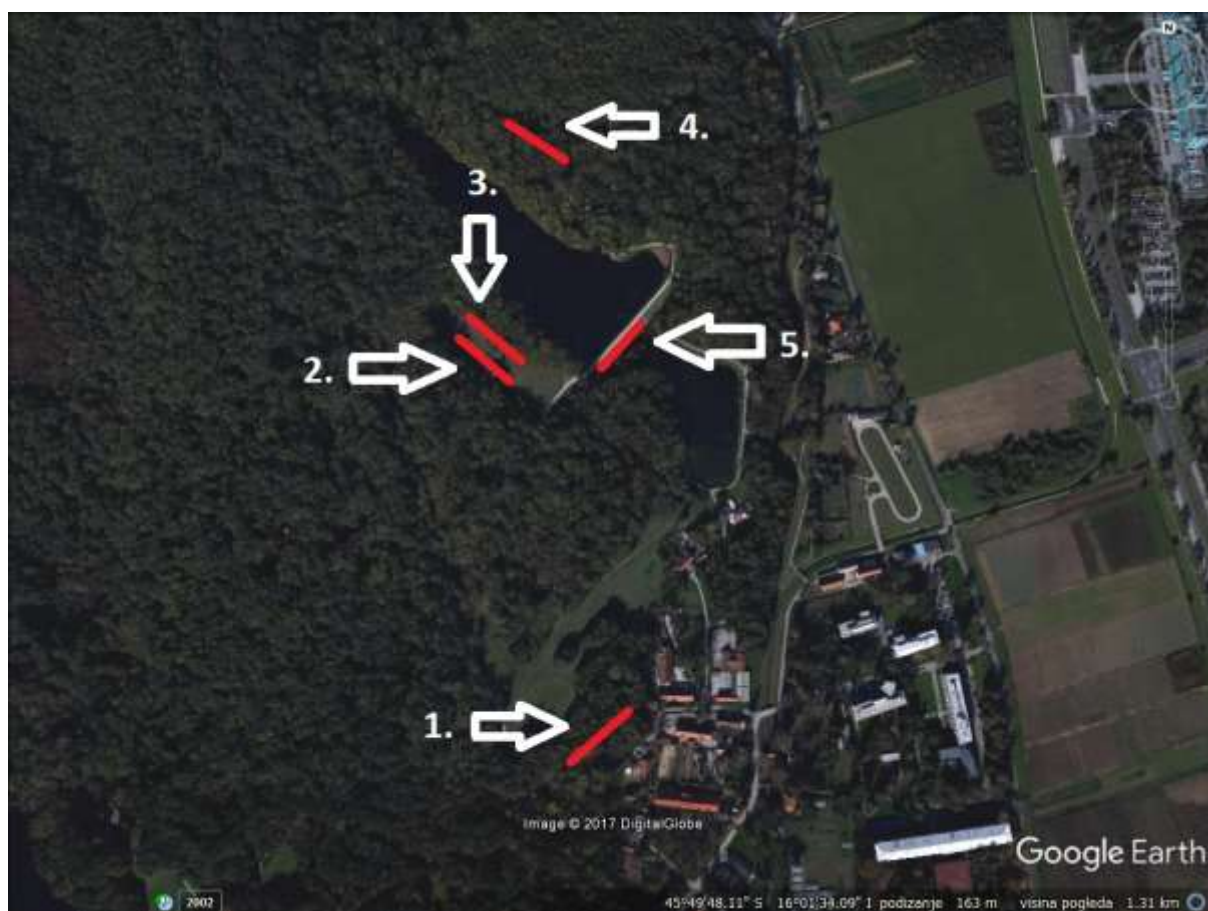
Park Maksimir (Tablica 3.1) obuhvaća granično područje južnih obronaka Medvednice i dolinske zaravni Save, pa su u njemu zastupljene šumske zajednice koje rastu na velikim površinama u okolnim brdskim i nizinskim predjelima sjeverne Hrvatske. Stoljećima je ovaj prostor obilovao hrastovom šumom, što je karakteristično za sjevernohrvatsko podneblje. U donjem, južnom dijelu parka Maksimir, dominantnu ulogu ima hrast lužnjak (*Quercus robur*), i to u sklopu šuma s običnim grabom (*Carpinus betulus*). Hrast lužnjak se djelomično prostire i po dolinama među brežuljcima sjevernog dijela parka. U šumama hrasta lužnjaka nalaze se crna joha (*Alnus glutinosa*) i bijela vrba (*Salix alba*), a pomiješani su još bijeli jasen (*Fraxinus excelsior*), poljski brijest (*Ulmus minor*), bijela topola (*Populus alba*) i sitnolisna lipa (*Tilia cordata*). U najvišim dijelovima parka Maksimir prostire se zajednica hrasta kitnjaka (*Quercus petraea*) i pitomog kestena (*Castanea sativa*) dok se na prijelazu zajednica lužnjaka i kitnjaka prostiru skupine hrasta lužnjaka, cera (*Quercus cerris*) i kitnjaka. Uz obični grab rastu još sremza (*Prunus padus*), lijeska (*Corylus avellana*) i drugo drveće. Sve te vrste, uključivši i bukvu (*Fagus sylvatica*) na višim položajima, bagrem (*Robinia pseudaccacia*) te mnoge druge vrste drveća i grmlja pridonose izuzetnoj raznolikosti maksimirskih šuma. Osim domaćih vrsta drveća i grmlja u parku Maksimir je, u vrijeme stvaranja parka, posađeno više od tri stotine vrsta raznog bilja, dok su danas mnoge od njih nestale. Crnogorica je u parku Maksimir zastupljena uvođenjem bijelog i crnog bora (*Pinus sylvestris* i *Pinus nigra*) u sklopu hrastovih šuma ili kao podignuta kultura smreke (*Picea excelsa*) u sklopu šume hrasta lužnjaka. Svoj značaj bioraznolikosti daju i mnoge vrste prizemnog raslinja u šumama, zatim travnjačka te močvarna vegetacija. Mnoge među njima su i zakonom zaštićene i ugrožene vrste poput nekih proljetnica, mekolisne veprine (*Ruscus hypoglossum*), ljiljana zlatana (*Lilium martagon*), šumske sirištare (*Gentiana asclepiadea*) i drugih. Travnjačka vegetacija zauzima male površine u istočnom dijelu pokraj fakultetskog Majura, a u južnom se dijelu prostiru, u širem ili užem pojasu, između jezera od istoka prema zapadu. Razvila se nakon krčenja prvobitnih šuma, ovisno o prirodnim stanišnim uvjetima. Za njezin izgled i stvaranje važni su ocjeditost terena, košnja, različit intenzitet gaženja (igrališta, staze, putovi) i slični antropogeni utjecaji. Travnjačke zajednice koje su se razvile ubrajaju se u razred močvarnih i dolinskih livada. Travnjaci južnog dijela parka razvili su se pod utjecajem različitog vodnog

režima, propusnosti, odnosno sposobnosti tla da dulje zadrži vodu i antropogenih utjecaja. U zamočvarenim dijelovima parka Maksimir pojavljuju se često razne vrste šaševa (*Carex* spp.) i sitova (*Juncus* spp.) te grupe johe i vrba.

Tablica 3.1 Općeniti podaci o parku Maksimir

|                              |   |
|------------------------------|---|
| KATEGORIJA ZAŠTITE           | spomenik parkovne arhitekture<br>zaštićeno kulturno dobro |
| GODINA PROGLAŠENJA           | 1964. godina  |
| POVRŠINA                     | 316 ha  |
| NADMORSKA VISINA             | 120 – 167 m/n.v.  |
| SREDNJA GODIŠNJA TEMPERATURA | 11 °C   |
| GODIŠNJE OBORINE             | 870 mm  |
| NAJČEŠĆI SMJER VJETRA        | sjever, sjeveroistok                                      |

Uzorkovanje krpelja vršili smo na 5 različitih transekata dužine 50 metara (Slika 3.1) smještenih na različite lokacije u parku Maksimir.



Slika 3.1 Tlocrtni prikaz transekata na kojima su vršena uzorkovanja

### 3.1. TRANSEKT 1

Nalazi se na istočnom rubu parka Maksimir, uz makadamski put kojim se sa Fakultetskog dobra ulazi u sami park. Na transektu prevladava niska vegetacija, uz stablimičan raspored običnog graba (Slika 3.2).



Slika 3.2 Transekt 1, uz rub makadamske staze (Boljfećić, 2017.)

### 3.2. TRANSEKT 2

Nalazi se na košenoj livadi zapadno od petog jezera. Prevladava travnata vegetacija bez stabala (Slika 3.3).



Slika 3.3 Transekt 2 Livada (Boljfetić 2017)

### 3.3. TRANSEKT 3

Ovaj transekt nalazi se neposredno uz transekt broj 2, na rubu livade i grupe stabala običnoga graba. Prevladava travnata vegetacija uz ponešto grmlja koje se razvija u proljetnim mjesecima (Slika 3.4).



Slika 3.4 Transekt 3 (Boljfetić 2017)

### 3.4. TRANSEKT 4

Nalazi se na udaljenosti pedesetak metara od istočne obale petoga jezera u šumi hrasta kitnjaka i običnog graba. Prevladava najgušća vegetacija (grmlje i prizemno rašće) među svim transektima (Slika 3.5).



Slika 3.5 Transekt 4 Šuma hrasta kitnjaka i običnog graba (Boljfetić 2017)

### 3.5. TRANSEKT 5

Smješten je na jugoistočnom obronku nasipa koji dijeli četvrto i peto jezero. Vegetacija je travnata uz neposrednu šikaru vrba sa južne strane (Slika 3.6).



Slika 3.6 Transekt 5 Nasip (Boljfetić 2017)

## 4. MATERIJALI I METODE

### 4.1. TERENSKI RAD

Uzorkovanje krpelja vršeno je jedan puta mjesečno (u prijepodnevnim satima), na 5 različitih lokacija u parku, u periodu od travnja do listopada 2016. godine. Jedinke su prikupljane metodom krpeljne zatege na transektima od 50 m, povlačenjem flanelastog platna (dimenzije 1 x 1 m) pričvršćenog na drvenu letvu (Slika 4.1). Platno smo povlačili po površini tla, preko listinca i preko niske vegetacije u trajanju od 15 minuta na svakom pojedinom transektu. Platno je pregledavano svakih 20-tak metara, a po potrebi i češće, ako smo zamijetili povećan ulov krpelja. Krpelji su s platna sakupljeni pincetom, pritom koristeći gumene rukavice. Pohranjivani su u plastične epruvete sa čepom. Živi krpelji transportirani su do laboratorija na Šumarskom fakultetu, determinirani te pohranjivani u zamrzivaču na – 80 °C.



Slika 4.1 Metoda krpeljne zatege (Boljfetić, 2017.)

### 4.2. LABORATORIJSKI RAD

#### 4.2.1 MORFOMETRIJSKA ANALIZA I DETERMINACIJA KRPELJA

Determinacija krpelja na razinu vrste vršena je u entomološkom laboratoriju Zavoda za zaštitu šuma i lovno gospodarenje Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Također je vršena determinacija razvojnih stadij uzorkovanih krpelja (larve, nimfe,

adulti), , te je vršena izmjera ukupne duljine tijela svih uzorkovanih krpelja. Determinaciju krpelja vršili smo pod povećanjem od 50 x, pomoću svjetlosnog mikroskopa Olympus Leica Wild m28 opremljenim objektnim mikrometrom zajedno s programskim paketom Quick Photo, Modell: Camera 2.2.. Pregledana je dorzalna i ventralna strana krpelja, a prilikom identifikacije uzimao se u obzir oblik tijela, izgled i veličina scutum, građa i veličina kapituluma i rostruma, broj ekstremiteta i drugo. Identifikacija svih razvojnih stadija na bazi osnovnih karakteristika vršena je prema uputama identifikacijskog ključa: Estrada-Peña i sur. 2004: Ticks of Domestic Animals in the Mediterranean Region - A Guide to Identification of Species.- University of Zaragoza. Nakon determinacije sve jedinice su pohranjene u zamrzivač (na – 80°C) za daljnja istraživanja.

#### **4.2.2 OBRADA PODATAKA**

Podaci dobiveni u laboratoriju obrađivani su programom Microsoft Office Excel 2007.

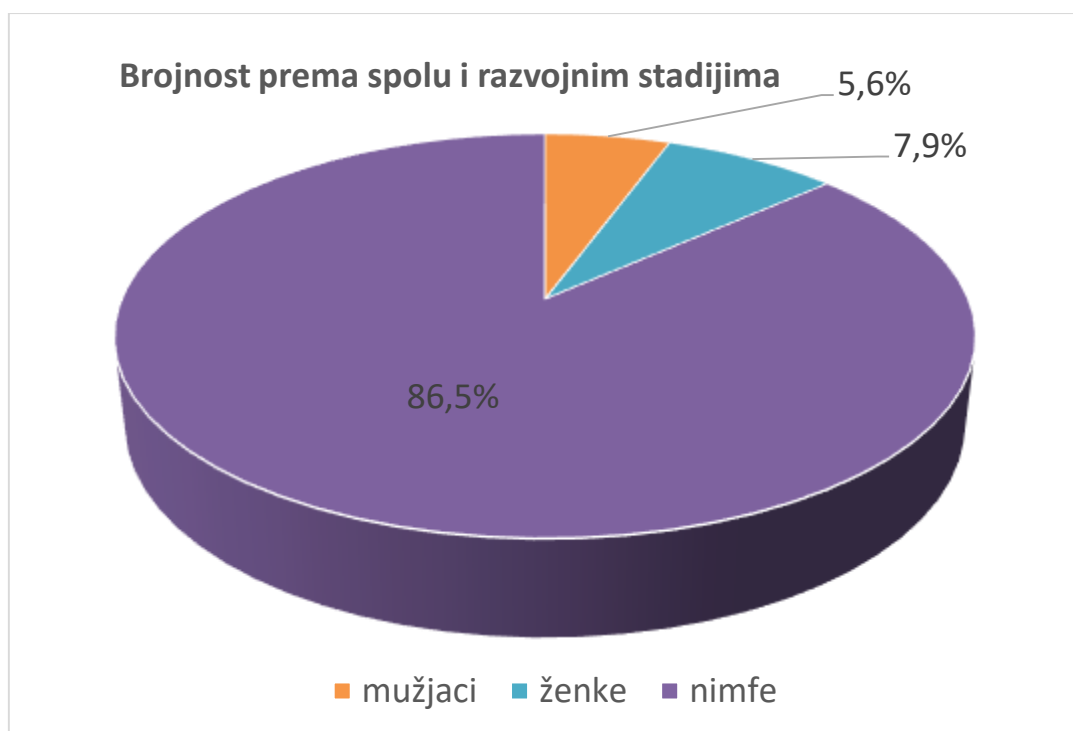
## 5. REZULTATI I RASPRAVA

### 5.1. DETERMINIRANE VRSTE KRPELJA

U razdoblju od travnja do listopada 2016. godine provedeno je uzorkovanje tvrdih krpelja (*Ixodidae*) na pet različitih transekata smještenih u parku Maksimir. Prilikom determinacije svih 89 ulovljenih jedinki određeno je postojanje samo jedne dominantne vrste, *Ixodes ricinus* (obični ili šumski krpelj).

### 5.2. ANALIZA SPOLOVA UZORKOVANIH VRSTA TVRDIH KRPELJA

Analizom spolova i razvojnih stadija unutar determiniranih krpelja na području parka Maksimir utvrđena je visoka dominantnost nimfi. Od ukupno 89 uhvaćenih jedinki svega 5 (5,6 %) jedinki otpada na mužjake, 7 (7,9%) na ženke, a ostalih 77 (86,5%) jedinki na nimfe. Omjer razvojnih stadija i utvrđenih spolova u postotcima prikazan je na slici u nastavku (**Error! Reference source not found.**).



Slika 5.1 Analiza spolova i razvojnih stadija uhvaćenih jedinki



### 5.3. ANALIZA RAZVOJNIH STADIJA UZORKOVANIH VRSTA TVRDIH KRPELJA

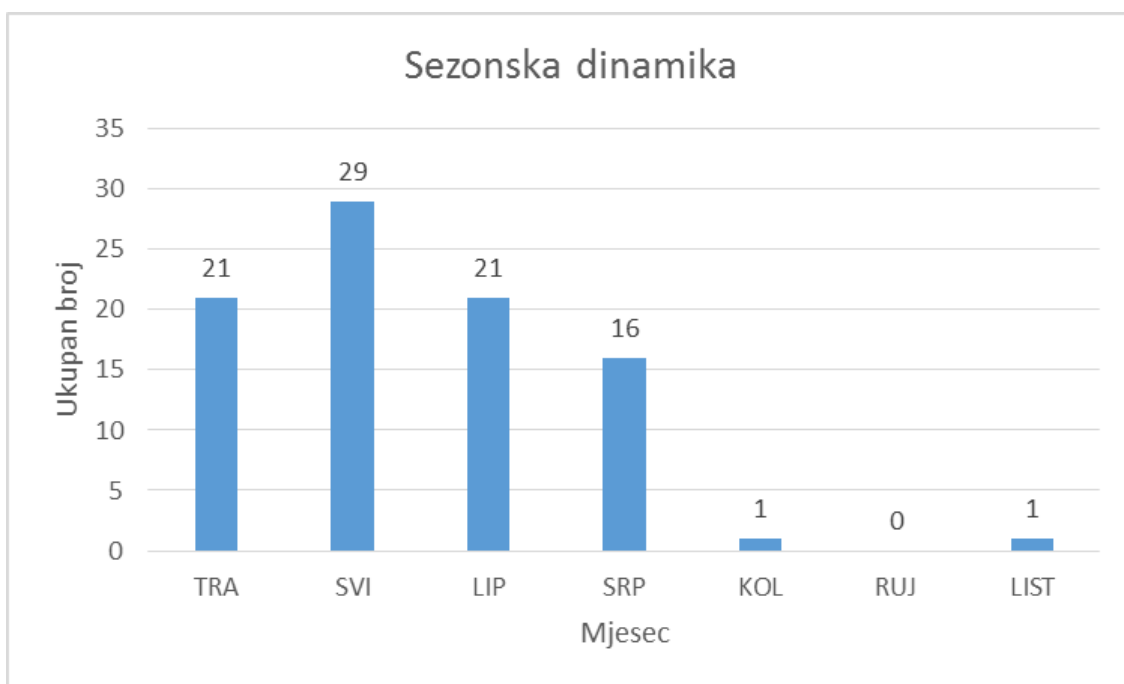
Analizom brojnosti prema razvojnem stadiju uzorkovanih vrsta krpelja utvrđena je dominantnost nimfi. Od ukupnog broja uhvaćenih krpelja, 77 jedinki su nimfe. Preostalih 12 jedinki su odrasli krpelji, adulti. Nije zabilježen niti jedan pronalazak larvalnog stadija. Rezultati brojnosti prema razvojnim stadijima prikazana je na slici ispod (Slika 5.2).



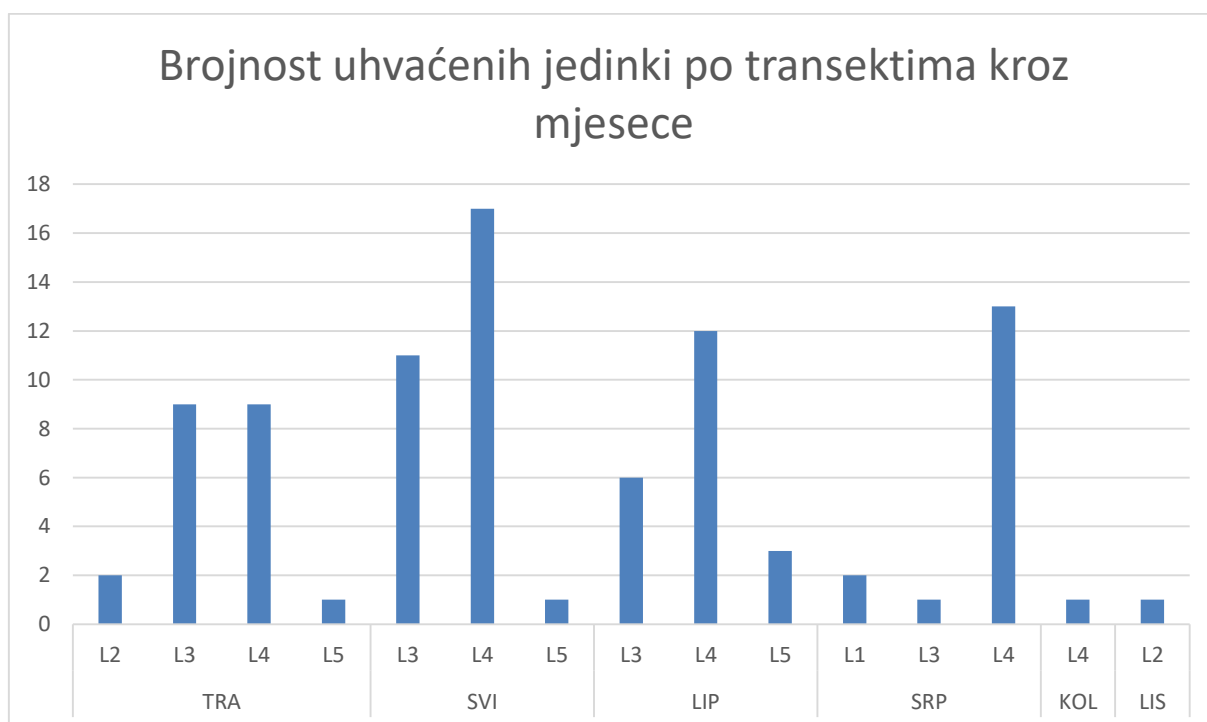
Slika 5.2 Brojnost prema razvojnem stadiju

### 5.4. SEZONSKA DINAMIKA UZORKOVANIH VRSTA TVRDIH KRPELJA

Brojnost krpelja *Ixodes ricinus* na području parka Maksimir imala je uspon tijekom prva dva mjeseca uzorkovanja. U mjesecu travnju uhvaćena je 21 jedinka, a mjesec poslije uhvaćen je najveći broj jedinki, 29. Nakon mjeseca svibnja, brojnost jedinki je u stalnom opadanju. U lipnju se ponovio identičan ulov kao i u travnju, a dva mjeseca poslije (u kolovozu) uhvaćena je samo jedna jedinka (Slika 5.3, Slika 5.4).



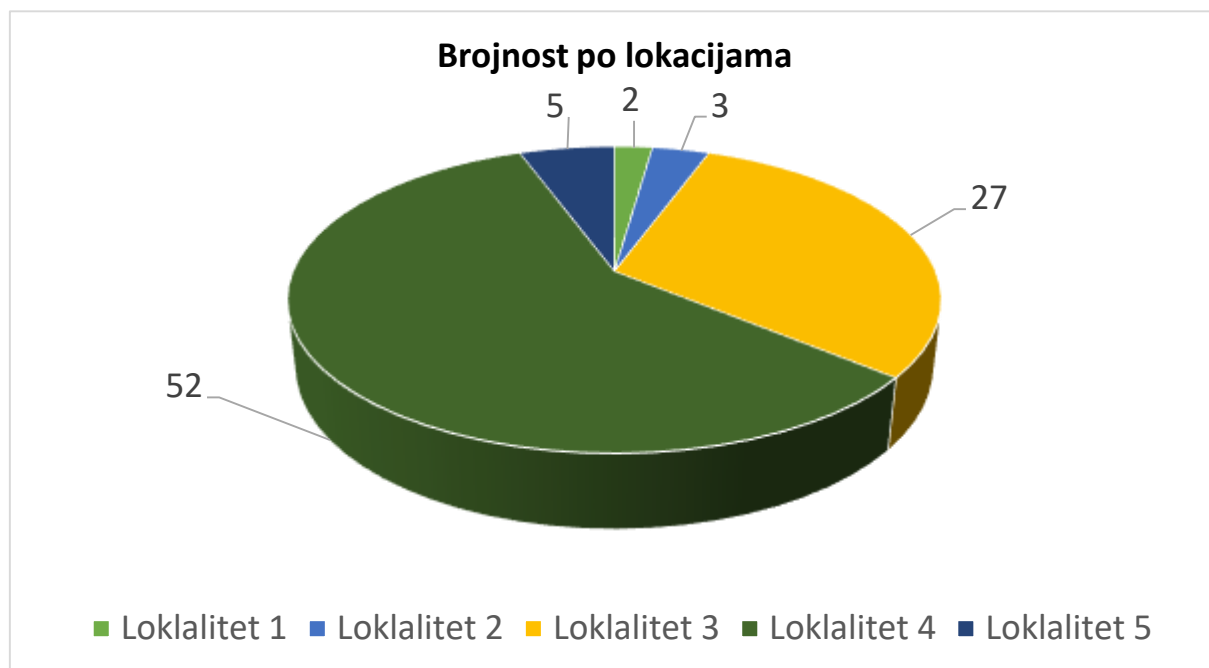
**Slika 5.3** Sezonska dinamika uzorkovanih vrsta tvrdih krpelja na području parka Maksimir u 2017. godini



**Slika 5.4** Brojnost uhvaćenih jedinki po transektima kroz mjesece obavljanja uzorkovanja

Prema broju jedinki uhvaćenih tijekom jednog izlaska na teren ističe se transekt broj 4 (šuma hrasta kitnjaka s običnim grabom). Također na tom istom lokalitetu najveća je uspješnost lova kroz sve mjesece. Ukupno je na tom lokalitetu uhvaćeno 52 jedinke,

što u postotnom odnosu znači da je samo na tom lokalitetu uhvaćeno 58,43 % jedinki tvrdih krpelja (Slika 5.5).



Slika 5.5 Brojnost jedinki uhvaćenih po pojedinom transektu

## 5.5. IZMJERA MORFOMETRIJSKIH PARAMETARA TVRDIH VRSTA KRPELJA

Morfometrijski parametri izmjereni su nad ukupno 89 uzorkovanih krpelja vrste *Ixodes ricinus*. Izmjera je obavljena nad 5 jedinki muškog spola, 7 jedinki ženskog spola i 77 nimfi. Minimalna duljina tijela kod mužjaka vrste *Ixodes ricinus* iznosila je 2,04 mm, a maksimalna duljina tijela iznosila je 2,77 mm. Minimalna duljina tijela kod ženki vrste *I. ricinus* iznosila je 3,05 mm, a maksimalna duljina tijela kod ženki iznosila je 3,52 mm. Prosječna duljina tijela kod mužjaka vrste *I. ricinus* iznosila je 2,40 mm, dok je kod ženki iznosila 3,25 mm. Maksimalna duljina tijela zabilježena kod nimfi iste vrste iznosila je 1,67 mm, minimalna duljina tijela 1,34 mm, a prosječna duljina tijela 1,40 mm.

## 6. ZAKLJUČAK

Uzorkovanja tvrdih krpelja na području parka Maksimir provedeno je u razdoblju od travnja do listopada 2017. godine. Ukupno je prilikom uzorkovanja prikupljeno 8 jedinki krpelja metodom krpeljne zatege na 5 različitih transekata dužine 50 metara. Laboratorijskom analizom determinirano je da svih 89 jedinki pripada vrsti *Ixodes ricinus*.

Analizom spolova utvrđena je dominacija ženki, a analizom razvojnih stadija utvrđena je dominacija razvojnog stadija nimfa. Najveći broj jedinki prikupljen je prilikom mjeseca travnja, a najviše jedinki sakupljeno je na transektu u šumi hrasta kitnjaka i običnog graba. Možemo reći da podatak o najvećem broju jedinki uzorkovanih u šumi hrasta kitnjaka i običnog graba nije iznenađujuć, naprotiv, takvo stanište izuzetno je povoljno zbog povećane zračne vlage i sklopa krošanja koji čini zasjenu i osigurava pozitivnu mikroklimu za nesmetani razvoj i život krpelja.

Sto postotni udio vrste *Ixodes ricinus* u uzorku ukazuje nam na malu raznolikost faune krpelja na području parka Maksimir, najvjerojatnije kao posljedica općeg zatopljenja s obzirom da su druge vrste krpelja puno osjetljivije na promjene stanišnih uvjeta uzrokovanih promjenama temperature.

Daljnjim monitoringom brojnost vrsta i populacija na području parka Maksimir mogli bi dobiti korisne podatke, upotrebljive u prevenciji i zaštiti ljudi od bolesti koje prenose krpelji.

## 7. LITERATURA

1. Barišin, A., Nemeth Blažić, T., Jeličić, P., Gjenero Margan, I., Capak, K., Petrović, G., 2011: Prikaz istraživanja krpelja na području Grada Zagreba u 2008. godini. Zbornik radova, DDD i Zupp, 23. znanstveno-stručno-edukativni seminar, Pula. 203-211.
2. Barišin, A., Nemeth Blažić, T., Jeličić, P., Gjenero Margan, I., Capak, K., Petrović, G., 2011: Prikaz istraživanja krpelja na području Grada Zagreba u 2008. godini. Zbornik radova, DDD i Zupp, 23. znanstveno-stručno-edukativni seminar, Pula. 203-211.
3. Borak, S., 2014: Uzorkovanje krpelja (porodica: *Ixodidae*) kao rezervoara zoonoza na području šumarije Lipovljani, Diplomski rad, Šumarki fakultet svučilišta u Zagrebu
4. Borčić B, Kaić B, Kralj V. Some epidemiological data on TBE and Lyme borreliosis in Croatia. Zentralbl Bakteriologie 1999;289:540–7.
5. Borčić B, Raos B, Kranzelić D, Abu Eldan J, Filipović V. Uloga divljih životinja u odžavanju prirodnih žarišta krpeljnog meningoencefalitisa u sjevernoj Hrvatskoj. Acta Med Jugoslavica 1990;44(4):399–406.
6. Borčić, B., 1988: Zapadni panonski nozoareal krpeljnog meningoencefalitisa u SR Hrvatskoj, Liječ Vjesnik; 8:110-195.
7. Borčić, B., 2000. Epidemiologija zaraznih bolesti (odabrana poglavlja), HZJZ
8. Borčić, B., Aleraj, B., Žutić, M., Mikačić, D., 1978a: Uloga krpelja (*Ixodidae*) u podržavanju prirodnog žarišta tularemije u srednjoj Posavini. Veterinarski arhiv 48: 277– 283.
9. Burgdorfer, W., 1995: Lyme disease (borreliosis): a global perspective. Alpe Adria Microbiology journal, 4: 227-233.
10. Daniel, M., Kolar, J., Zeman, P., Pavelka, K., Sadlo, J., 1988: Predictive map of *Ixodes ricinus* high-incidence habitats and a tick-borne encephalitis risk assessment using satellite data. Experimental Applied Acarology, 22: 417-433.
11. 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.
12. Frimmel S., Krienen A., Riebold D., Loebermann M., Littmann M., Fiedler K., Klaus C., Süss J., Reisinger EC., Tick-Borne Encephalitis Virus Habitats in

- North East Germany: Reemergence of TBEV in Ticks after 15 Years of Inactivity, BioMed Research International, Volume 2014; Article ID 308371: 5 pages
13. Granström M., Tick-borne zoonoses in Europe, Clinical Microbiology and Infection, Volume 3, 1997; 2: 156- 169
  14. Harpin, M. (1999). Krpelji I neke antropozoonoze. Šumarski list br. 7-8 str. 323-328
  15. Hillyard, P.D., 1996: Ticks of North-West Europe. U: Kermack DM, Barnes RSK, Crothers JH (ur.) Synopses of the British Fauna (New Series). The Linnean Society of London and The Estuarine and Coastal Sciences Association, Shrewsbury, 178.
  16. Jaenson, T.G.T, Jensen, J.K., 2007: Records of ticks (Acari, Ixodidae) from the Faroe islands. Norwegian Journal of Entomology 54: 11–15.
  17. Kallio-Kokko H., Uzcategui N., Vapalahti O., Vaheri A., Viral zoonoses in Europe, FEMS Microbiology Reviews, 2005; 29: 1051–1077
  18. Krčmar, S., 2012: Hard ticks (Acari, Ixodidae) of Croatia. ZooKeys 234: 19–57.
  19. Lane P.R. and Crosskey R. W. 1993. Medical Insects and Arachnids. Chapman and Hall, London, pp.723.
  20. Lane P.R. and Crosskey R. W. 1993. Medical Insects and Arachnids. Chapman and Hall, London, pp.723.
  21. Lane, P.R., Crosskey, R.W., 1993: Medical insects and Arachnids. Chapman and Hall, London, pp.723.
  22. Lešničar, L., Strle, F., 1992: Klopni meningoencefalitis, Lymfska borelijoza. Celje: 72 str.
  23. Lindgren E., Jaenson G.T.T. 2006. Lyme borreliosis in Europe: influences of climate and climate change, epidemiology, ecology and adaptation measures. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, pp. 34.
  24. Maretić M, Maretić Z. Morbus Lyme: Povodom jednog slučaja. Liječn Vjesn 1986;108:490–3.
  25. Margaletić, J., 2006: Sitni glodavci kao rezervoari zoonoza u šumama Hrvatske. Rad. - Šumarski institut Jastrebar. 41 (1-2): 133-140.
  26. Matoničkin I. 1981. Beskralješnjaci. Biologija viših avertebrata. Školska knjiga, Zagreb, pp. 650.

27. Mehlhorn, H., Schein, E., 1984: The Piroplasms: Life Cycle and Sexual Stages, *Advances in Parasitology*; 23: 37-103.
28. Mikačić, D., 1968: A contribution to the study of the biocoenology of ticks (*Ixodidae*) in north-western Croatia. *Veterinarski arhiv* 38: 23–27.
29. Mikačić, D., 1969: Dinamika pojavljivanja krpelja (*Ixodidae*) u Sjevernoj Hrvatskoj. *Veterinarski arhiv* 39: 183–186.
30. Milas, Z., Turk, N., Starešina, V., Margaletić, J., Slavica, A., Živković, D., Modrić, Z. 2002. The role of myomorphus mammals as reservoirs of leptospira in the pedunculate oak forests of Croatia. *Veterinarski arhiv* 72(3). 119–129.
31. Miletić-Medved M., Đaković-Rode O., Cvetko Krajinović L., Markotić A., Krpeljni meningoencefalitis u hrvatskoj Posavini: seroepidemiološko ispitivanje u šumskih radnika, *Infektološki glasnik*, 2011; 31:2, 87–9443.
32. Milutinović, M., Radulović, Ž., 2002: Ecological notes on ticks (Acari: *Ixodidae*) in Serbia (central regions). *Acta Veterinaria Beograd* 52: 49–58.
33. Mulić, R., petković, B., Klišmanić, Z., Jerončić, I. (2011): Bolesti koje se prenose krpeljima na području Hrvatske. *Lječnički Vjesnik*; 113: 89- 95.
34. Nava S, Gugliemone AA, Mangold AJ. An overview of systematic and evolution of ticks. *Front Biosci* 2009;14:2857–77.
35. Needham G.R. (1985). Evaluation of five popular methods for tick removal. *Pediatrics*. 1985 Jun;75(6):997-1002.
36. Richter B. *Medicinska parazitologija*. Zagreb: A.B.D. Merkur; 2002, str. 145-51.
37. Richter D., Matuschka F.R., Spielman A., Mahadevan L. (2013). How ticks get under your skin: insertion mechanics of the feeding apparatus of *Ixodes ricinus* ticks. *Proceedings of the Royal Society B*. 280:1758.
38. Romanović M, Mulić R, Ropac D. Doprinos poznavanju medicinski Važnih člankonožaca na otocima i priobalju Republike Hrvatske. *Entomol Croat* 1999;4(1–2):71–80.
39. Rudolph D., Knulle W. (1979). Mechanisms contributing to water balance in non-feeding ticks and their ecological implications, in Rodriguez JG (ed): *Recent Advances in Acarology*. New York, Academic Press, 1979, pp 375-383.
40. Sonenshine, D.E., 1991: *Biology of tick*. Vol 1. New York: Oxford University Press: 346 str.
41. Sonenshine, D.E., 1993: *Biology of ticks*, Vol 2. New York: Oxford University Press: 488.str

42. Sonenshine, D.E., 2005: The biology of tick vectors of human disease. V: Tick-borne diseases of humans. Goodman J.L. (ed). Washington, D.C. ASM Press: 12-36.
43. Stafford C.K. 2007. Tick Management Handbook. The Connecticut Agricultural Experiment Station, New Haven, pp. 78.
44. Stafford, C.K., 2007: Tick Managment Handbook. The Connecticut Agricultural Experiment Station, New Haven, pp. 78.
45. Strle, F., 1991: Kakšna je možnost, da po vbodu klopa dobimo lymsko boreliozo? Zdravstveni Vestnik, 60: 140-141.
46. Tarman, K., 1992: Osnove ekologije in ekologija živali.-Ljubljana, Državna založba Slovenije: 546 str.
47. Teni, M., 2012: Faunističko-ekološka istraživanja krpelja (Acari: Ixodidae) na području Mikleuša. Diplomski rad, Odjel za biologiju, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku
48. Tovornik, D., 1976: Seasonal and diurnal periodicity of the tick *Ixodes ricinus* L. in the Pannonian tick – borne encephalitis focus (Stara Ves). U: Vesenjakk-Hirjan, J. i sur. (ur.) Tick-borne encephalitis in Croatia (Yugoslavia). Rad JAZU 372, Zagreb, 99–103.
49. Vilibić-Čavlek T., Barbić Lj., Pandak N., Pem-Novosel I., Stevanović V., Kaić, Mlinarić-Galinović 2014: Virus krpeljnog encefalitisa: epidemiološka i klinička slika, dijagnostika i prevencija, Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet
50. Vucelja, M., 2013: Zaštita od glodavaca (Rodentia, Murinae, Arvicolinae) u šumama hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) – integrirani pristup i zoonotički aspekt, Doktorski rad, Šumarki fakultet svučilišta u Zagrebu
51. web 1 - <http://bristoltickid.blogs.ilrt.org/introduction-3/glossary-of-morphological-features/> (24.03.2017.)
52. web 2 - <http://www.lowchensaustralia.com/pests/images/ixodrici.gif> (24.03.2017)
53. web 3 - [http://www.tickcounter.org/tick\\_identification/deer\\_tick](http://www.tickcounter.org/tick_identification/deer_tick) (24.03.2017)
54. web 4 - <http://survival.aforumfree.com/t10074-krpelji> (24.03.2017)
55. web 5 - <http://survival.aforumfree.com/t10074-krpelji> (25.03.2017.)
56. web 6 - <http://www.fleatickrisk.com/EN/Pages/Maps.aspx> (15.05.2015)



57. web 7 -

<http://www1.toronto.ca/wps/portal/contentonly?vnextoid=06906c836bd32410VgnVCM10000071d60f89RCRD> (24.03.2017.)

58. web 8 - <http://www.plivazdravlje.hr/aktualno/clanak/9687/Bolesti-koje-prenose-krpelji.html#12660> (23.03.2017)

59. web 9 - <http://brzeg.zhp.pl/index.php?nr=4> (1.04.2017)