# Monitoring tvrdih krpelja (fam. Ixodidae) na području Rekreacijsko športskog centra Jarun (2018.)

**Rukavina, Daria**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2018**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Forestry / Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:678673

*Rights / Prava:* In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-03-29**

*Repository / Repozitorij:*

University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology

**ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU**

**ŠUMARSKI ODSJEK**

**SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ**

**UZGAJANJE I UREĐIVANJE ŠUMA S LOVNIM GOSPODARENJEM**

**DARIA RUKAVINA**

# MONITORING TVRDIH KRPELJA ( fam. IXODIDAE ) NA PODRUČJU REKREACIJSKO ŠPORTSKOG CENTRA JARUN (2018.)

**DIPLOMSKI RAD**

**ZAGREB, 2018.**

**ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU**

**ŠUMARSKI ODSJEK**

# MONITORING TVRDIH KRPELJA ( fam. IXODIDAE ) NA PODRUČJU REKREACIJSKO ŠPORTSKOG CENTRA JARUN (2018.)

**DIPLOMSKI RAD**

Diplomski studij: Uzgajanje i uređivanje šuma s lovnim gospodarenjem

Predmet: Zooekologija u šumskim ekosustavima

Ispitno povjerenstvo: 1. Doc. dr. sc. Marko Vucelja

2. Prof. dr. sc. Josip Margaletić

3. Doc. dr. sc. Milivoj Franjević

Student: Daria Rukavina

JMBAG:0068211646

Broj indeksa: 835/2016

Datum odobrenja teme: 19.04.2018.

Datum predaje rada: 21.09.2018.

Datum obrane rada: 28.09.2018.

**Zagreb, rujan, 2018.**

| | | |
|---|---|---|
| | **IZJAVA O IZVORNOSTI RADA** | **OB ŠF 05 07** |
| | | Revizija: 1 |
| | | Datum: 28.6.2017. |

„Izjavljujem da je moj *diplomski rad* izvorni rezultat mojega rada te da se u izradi istoga nisam *koristio* drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni“.

U Zagrebu,21.09.2018. _____

*vlastoručni potpis*

Daria Rukavina

**DOKUMENTACIJSKA KARTICA**

| | |
|---|---|
| Naslov | Monitoring tvrdih krpelja (fam. *Ixodidae*) na području rekreacijsko športskog centra Jarun (2018.) |
| Autor | Daria Rukavina |
| Adresa autora | S.S. Kranjčevića 18, 53000 Gospić |
| Mjesto izrade | Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu |
| Vrsta objave | Diplomski rad |
| Mentor | Doc. dr. sc. Marko Vucelja |
| Izradu rada pomogao | Marko Boljfetić, mag.ing.silv. |
| Godina objave | 2018. |
| Obujam | 51 stranica, 4 tablice, 27 slika, 61 navod literature |
| Ključne riječi | Monitoring, tvrdi krpelji (porodica: Ixodidae), RŠC Jarun, zoonoze |
| Sažetak | Krpelji su parazitski člankonošci iz reda grinja koji je dio razreda paučnjaka. Dijele se na tvrde krpelje *Ixodidae* (krpelji šikare; 692 vrste), meke krpelje *Argasidae* (krpelje nastambe; 186 vrsta) i *Nuttalliellidae* koja sadržava samo jednu vrstu. Uzorkovanje tvrdih krpelja (*Acari*: *Ixodidae*) na području Rekreacijsko športskog centra Jarun obavljeno je od ožujka do rujna 2018. godine. Ukupno je prikupljeno 88 jedinki. Determinacijom je ustanovljeno da sve jedinke pripadaju istoj vrsti - obični ili šumski krpelj (*Ixodes ricinus*). Krpelji su lovljeni metodom krpeljne zatege na pet različitih mikrolokaliteta. Među uzorkovanim krpeljima utvrđena je dominacija krpelja u razvojnom stadiju larve. Najveći broj uzorkovanih jedinki vrste *Ixodes ricinus* bio je u srpnju, dok je najmanji bio u kolovozu. Krpelji su glavni prijenosnici zoonoza (lajmske borelioze, krpeljnog meningoencefalitisa, tularemije) kod ljudi i životinja, te je stoga bitno utvrditi njihovu brojnost, te educirati javnost kako bi se podigla svijest o realnoj opasnosti od ugriza krpelja. |

**POPIS SLIKA**

Slika 1.1. Mužjak (lijevo) i ženka (desno) vrste *Ixodes ricinus* (web 1)

Slika 2.1. Morfološki prikaz građe usnog aparata (web 2)

Slika 2.2. Dorzalni i ventralni prikaz krpelja- mužjak (gore) i ženka (dolje) (web3)

Slika 2.3. Ixodes ricinus tri razvojna stadija (larva, nimfa, adult-mužjak i ženka) (Boljfetić 2018)

Slika 2.4. Životni ciklus trorodnih krpelja (web 4)

Slika 2.5. Hranjenje ženke *Ixodidae* krpelja na koţi domaćina (Estrada-Peña i sur. 2004, Borak 2014).

Slika 2.6. Ženka krpelja prije i nakon hranjenja (web 5)

Slika 2.7. Kartografski prikaz gustoće populacije *Ixodes ricinus* (web 6)

Slika 2.8. Prvi simptomi lajmske borelioze (*erythema migrans*) (web 8)

Slika 2.9. Pravilno vađenje krpelja pincetom (web 9)

Slika 3.1. Rekreacijsko športski centar Jarun ( web 10)

Slika 3.2. Transekt „Park veliko jezero - jug “ (Boljfetić 2018)

Slika 3.3. Transekt „Plaža“ (Boljfetić 2018)

Slika 3.4. Transekt „Sanjkalište šumarak“ (Boljfetić 2018)

Slika 3.5. Transekt „Livada“ (Boljfetić 2018)

Slika 3.6. Transekt „Rub šume“ (Boljfetić 2018)

Slika 4.1. Prikupljanje krpelja metodom krpeljne zatege (Rukavina 2018)

Slika 4.2. Svjetlosni mikroskop Olympus Leica Wild m28 kojim je vršena laboratorijska analiza uzorkovanih krpelja (Vucelja 2013)

Slika 5.1. Analiza spolova i razvojnih stadija uhvaćenih jedinki

Slika 5.2. Sezonska dinamika istraživane vrste

Slika 5.3. Brojnost krpelja po mikrolokalitetima

Slika 5.4. Broj uhvaćenih jedinki na mikrolokalitetima po mjesecima

Slika 5.5 Grafički prikaz prema razvojnim stadijima (adulti: IR A, nimfe: IR N, ličinke: IR L) tijekom 2018.g. sukladno srednjim mjesečnim iznosima temp. zraka

Slika 5.6. Grafički prikaz prema razvojnim stadijima (adulti: IR A, nimfe: IR N, ličinke: IR L) tijekom 2018.g. sukladno srednjim mjesečnim iznosima vlage zraka

Slika 5.7. Grafički prikaz prema razvojnim stadijima (adulti: IR A, nimfe: IR N, ličinke: IR L) tijekom 2018.g. sukladno srednjim mjesečnim iznosima količine oborina

Slika 5.8. Grafički prikaz brojnosti svih jedinki, svih razvojnih stadija tvrdih krpelja vrste Ixodes ricinus (IR ♂+♀+N+L) tijekom 2018.g. u ovisnosti sa srednjim mjesečnim iznosima temp. zraka, vlage zraka i oborina

Slika 5.9. Brojnost tvrdih krpelja vrste Ixodes ricinus na području RŠC Jarun u ovisnosti od iznosa klimatskih parametara (temperatura zraka, vlaga zraka, tlak zraka, brzina vjetra, jačina svjetla) izmjerenih za vrijeme uzorkovanja

**POPIS TABLICA**

Tablica 2.1. Bolesti koje krpelji prenose i njihovi uzročnici (web 7)

Tablica 5.1. Evidencija uzorkovanih krpelja u Rekreacijsko športskom centru Jarun za razdoblje ožujak- srpanj 2018. godine (prema vrsti, razvojnom stadiju te spolu)

Tablica 5.2. Korelacijska analiza brojnosti utvrđenih krpelja (svih razvojnih stadija; ♂+♀+N+L) vrste *Ixodes ricinus* i prosječnih iznosa mjesečnih temperatura i vlage zraka, odnosno zbroja oborina

Tablica 5.3. Korelacijska Korelacijska analiza brojnosti utvrđenih krpelja (pojedinačnih stadija (A:adulti, N: nimfe, L:ličinke) vrste *Ixodes ricinus* i prosječnih iznosa mjesečnih temperatura i vlage zraka, odnosno zbroja oborina

# SADRŽAJ

1.UVOD ..... 1
2. PREDMET ISTRAŽIVANJA ..... 3
2.1. KLASIFIKACIJA I RASPROSTRANJENOST KRPELJA ..... 3
2.2 MORFOLOGIJA KRPELJA ..... 5
2.3 ŽIVOTNI CIKLUS KRPELJA I RAZMNOŽAVANJE ..... 8
2.4 DOMAĆINI KRPELJA ..... 11
2.5. HRANJENJE KRPELJA ..... 13
2.6. *IXODES RICINUS* – STANIŠTE, GEOGRAFSKA RASPROSTRANJENOST I SEZONA POJAVLJIVANJA ..... 15
2.7. ZOONOTIČKI ASPEKT ..... 17
2.8. BOLESTI PRENOŠENE KRPELJIMA ..... 18
2.8.1. KRPELJNI MENINGOENCEFALITIS ..... 19
2.8.2. LAJMSKA BORELIOZA ..... 20
2.8.3. KRIMSKO-KONGOANSKA HEMORAGIJSKA GROZNICA ..... 22
2.8.4. TULAREMIJA ..... 22
2.8.5. ERLIHIOZA ..... 23
2.8.6. BABEZIOZA ..... 24
2.9. KONTROLA BROJNOSTI KRPELJA ..... 24
2.10. PREVENCIJA I MJERE ZAŠTITE OD KRPELJA ..... 25
2.11. PREPORUČENE MJERE U SLUČAJU UGRIZA KRPELJA ..... 26
3. CILJ ISTRAŽIVANJA ..... 27
4. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA ..... 27
3.1. MIKROLOKALITET 1 („Park Veliko jezero“) ..... 28
3.2. MIKROLOKALITET 2 („Plaža“) ..... 29
3.3. MIKROLOKALITET 3 („Sanjkalište šumarak“) ..... 30
3.4. MIKROLOKALITET 4 („Livada“) ..... 30
3.5. MIKROLOKALITET 5 („Rub šume“) ..... 31
4. MATERIJALI I METODE ..... 31
4.1. TERENSKI RAD ..... 31
4.2. LABORATORIJSKI RAD ..... 33
4.2.1 DETERMINACIJA KRPELJA ..... 33
4.2.2. POHRANA UZORAKA KRPELJA ..... 34
4.2.3 OBRADA PODATAKA ..... 34

5. REZULTATI ..... 34
5.1. DETERMINIRANE VRSTE KRPELJA ..... 34
5.2. ANALIZA SPOLOVA I RAZVOJNIH STADIJA UZORKOVANIH VRSTA TVRDIH KRPELJA ..... 34
5.3. SEZONSKA DINAMIKA UZORKOVANIH VRSTA TVRDIH KRPELJA ..... 36
6. RASPRAVA ..... 42
7. ZAKLJUČAK ..... 44
8. LITERATURA ..... 45
9. PRILOZI ..... 50

# 1.UVOD

Krpelji su parazitski člankonošci iz reda grinja koji je dio razreda paučnjaka (Arachnida). To su nametnici koji parazitiraju na domaćinu i prenose veći broj bolesti. Domaćini krpelja su sisavci (*Mammalia*), ptice (*Aves*), gmazovi (*Reptilia*), te rjeđe vodozemci (*Amphibia*) (Hillyard 1996). Među svim vrstama tvrdih krpelja, 20% ih parazitira na pticama, a 80% na sisavcima (Kolonin 2009). Usni organi prilagođeni su im za bodenje kože i sisanje krvi (Richter, 2002). Porijeklo krpelja seže sve do sredine krede (prije 100 milijuna godina), a domaćini su u to vrijeme bili reptili ili vodozemci (Nava i sur. 2009). Krpelji prolaze kroz četiri razvojna oblika: jajašce, ličinka, nimfa i adult, od toga su zadnje tri aktivne, odnosno potreban im je domaćin i njegova krv, kojom prenose različite patogene organizme.

Dijele se u tri skupine:

- Ixodidae - krpelji šikara - tvrdi krpelji (692 vrste)
- Argasidae - krpelji nastambi - meki krpelji (186 vrsta)
- Nuttalliellidae - samo jedna vrsta - *Nuttalliella namaqua*

Obični krpelj (*Ixodes ricinus*) je najrasprostranjenija vrsta krpelja na području Republike Hrvatske, no populacija mu je gušća u sjevernim dijelovima Hrvatske (Borčić 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. Dimenzije oplođenih i krvlju nasisanih ženki iznose 10 – 11 mm dužine i 6 – 7 mm širine. Takve ženke sliče sjemenu ricinusa po čemu je ova vrsta i dobila ime (Slika 1.1.). Kod malog broja slučajeva krpeljnog meningoencefalitisa kao vektor je dokazan i krpelj *Dermacentor pictus*, krpelj također prisutan na području Hrvatske (Romanović i sur.1999), te *Dermacentor reticulatus* (Földvári i sur. 2016).



Slika 1.1. Mužjak (lijevo) i ženka (desno) vrste *Ixodes ricinus* (web 1)

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).

Najznačajnije bolesti uzrokovane krpeljom su: lajmska borelioza, krpeljni meningoencefalitis, anaplazmoze. Šumski krpelj također prenosi i krvne parazite iz roda *Babesia*; *B.divergens* (uzročnik bebezioze stoke i po život opasne infekcije splenektomiziranih ljudi), tularemiju (Salman i sur. 2013). S medicinskog aspekta, smatraju se drugom najznačajnijom skupinom člankonožaca, odmah nakon komaraca (Jaenson i Jensen 2007).

U okviru ovoga rada bit će obuhvaćena istraživanja faune tvrdih krpelja poduzet tijekom sedam mjeseci, od ožujka do rujna 2018. godine na području Rekreacijsko športskog centra Jarun u obliku determinacije, odnosno utvrđivanja vrsta krpelja, njihovih razvojnih stadija, spola te brojnosti odnosno dinamike populacija.

# 2. PREDMET ISTRAŽIVANJA

## 2.1. KLASIFIKACIJA I RASPROSTRANJENOST KRPELJA

Krpelji pripadaju koljenu člankonožaca (Arthropoda), razredu paučnjaka (Arachnida) koji je najbrojniji razred sa (oko 75.500 opisanih vrsta) potkoljena kliještara. Najrasprostranjenije i najčešće vrste ovog razreda pripadaju redu grinja (Acari) sa kojima su krpelji vrlo slični, ali se od njih razlikuju po tome što se hrane samo kao paraziti i većih su dimenzija (Estrada-Peña i sur. 2004).

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 *Haemapysalis* 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).

U Hrvatskoj je evidentirana 21 vrsta tvrdih krpelja koje nalazimo na 47 različitih životinjskih vrsta domaćina. Nama najinteresantniji rodovi su: Ixodes, Dermacentor, Hyalomma, Haemaphysalis, Rhipicephalus i Boophilus. 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).

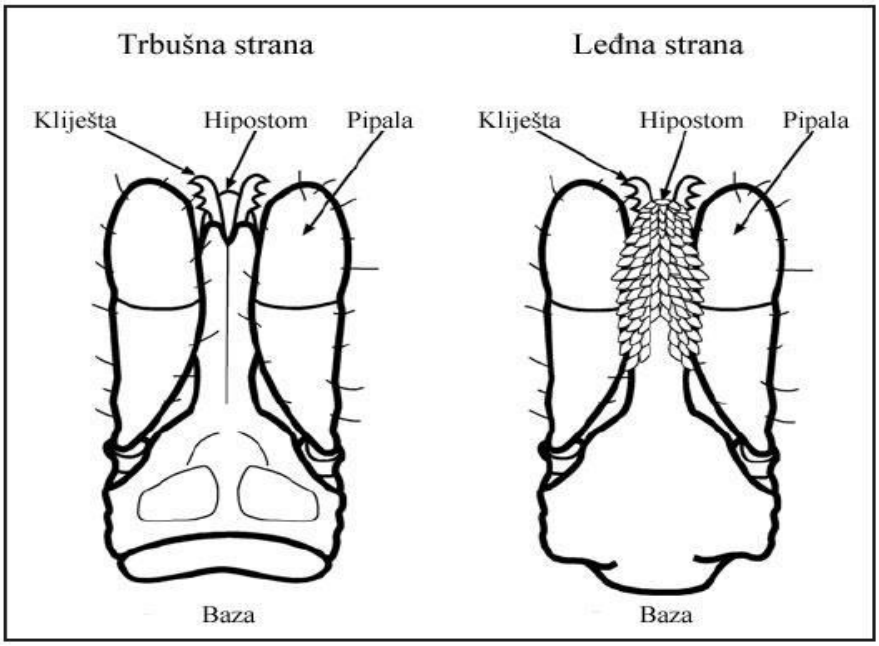
Krpelji su hematofagni paraziti koji su prošireni gotovo po cijelome svijetu. Za razliku od kralježnjaka, mnogi člankonošci (Arthropoda), prije svega razred kukaca (Insecta) i potkoljena kliještara (Chelicerata) i nadrazreda rakova (Crustacea) umjesto čvrstog endoskeleta (unutrašnjeg kostura ), imaju stabilizirajući vanjski kostur (egzoskelet) . To je tvrdi vanjski oklop za koji su mišići vezani s unutrašnje strane , te koji također služi zaštiti nutarnjih organa. (Lindgren i Jaenson 2006).

## 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 prianjaljku. 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 (Matoničkin 1981).

Tijelo krpelja sastavljeno je od kapituluma (glave), te idiosome koja se dijeli na podosomu (dio tijela na kojem se nalaze noge) i opistosomu. Kapitulum i podosoma zajedno se nazivaju prosoma. Mjesto na kojem su povezani kapitulum i idiosmoa nazina se emarginacija. Kapitulum je kod porodice *Ixodidae* dobro vidljiv odozgo i odozdo, dok je kod porodice *Argasidae* manje vidljiv. Kod determinacije vrsta važni su oblik i izrasline baze kapituluma. Kapitulum nosi usne dijelove i više puta je opisan kao neprava glava, jer ne nosi oči (Hillyard 1996). Sastoji se 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. S obje strane baze kapituluma nalaze se četveročlana ticala, koja pored senzorske uloge, imaju važnu ulogu kod zaštite gornje površine hipostome i helicera. Prvi član ticala je negibljiv bazalni prsten, drugi i treći članovi su dugi i široki što je karakteristika porodice *Ixodidae*. Na vrhu trećeg člana nalazi se četvrti član ticala sa setom osjetila. Helicere se nalaze nad hipostomom i služe za prodiranje u kožu domaćina. Osnovni dijelovi helicera su: mišićna baza, te produljeni dio i segment sa zubićima (Hillyard 1996).

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 . (Slika 2.1.)

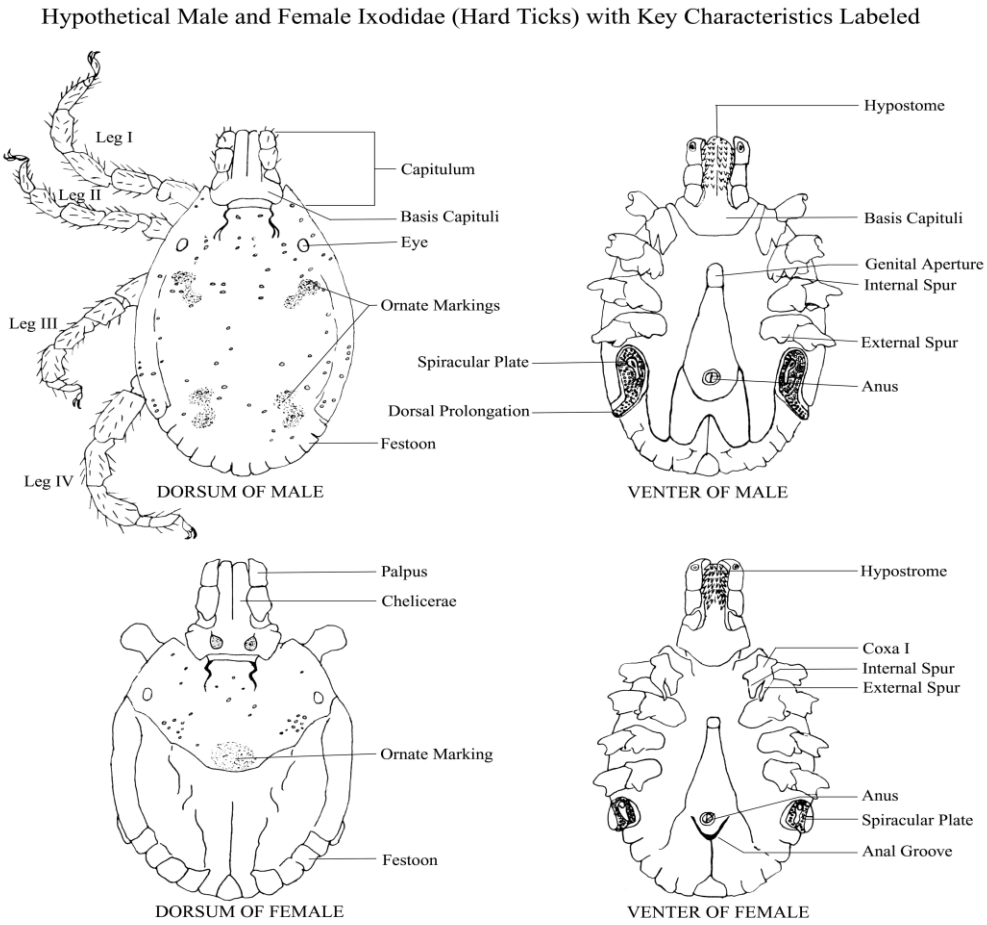



Slika 2.1. Morfološki prikaz građe usnog aparata (web 2)

Glavna značajka ovog reda je dorzalna sklerotizirana ploča ili štit, koja je ukrašena uzorcima bijele ili zlatne boje na smeđoj ili sivoj podlozi i koja razlikuje ove krpelje od drugih redova. Takvi štit sa pigmentiranim uzorkom nazivamo ornamentirani (npr. kod roda *Dermacentor* (Hillyard 1996). Štit (*scutum*) na ličinkama, nimfama i ženkama 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). Dio tijela bez štita (alloscutum) povećava se sisanjem krvi. U prvoj fazi se prilikom sisanja javlja usporeni rast i rahlo rastezanje kutikule, dok se u drugoj fazi veličina znatno poveća, zbog rastezanja endokutikule i brzog rasta prokutikule. Epikutikula se prilikom hranjenja samo rastegne iz naboranog stanja i ne raste (Hillyard 1996).

Noge kod krpelja su sastavljene od šest segmenata: kuk (coxae), trohanter (trochanter), bedro (femur), čašica (patella), goljenica (tiba), stopalo (tarsus). Stopalo se na trećoj i

četvrtoj nozi može dijeliti na metatarsus i tarsus. Ličinke imaju tri para nogu, dok nimfe i odrasli imaju četiri para nogu. Krpelji ne skaču, ne lete niti padaju s većih visina. Neke vrste tvrdih krpelja imaju oči (npr. *Dermacentor reticulatus)*, dok neke nemaju, ali imaju tzv. Hallerov organ na dorzalnoj strani stopala prve noge - senzorski organ kojim osjete promjenu koncentracije CO2 u okolini, toplinsko zračenje i kretanje kroz obližnju vegetaciju te osjete prisutnost potencijalne žrtve i kreću prema prolazu žrtve. Mogu se popeti na vršak trave, grančicu koja strši i tu čekaju. Kad osjete dolazak žrtve, podignu prvi par nožica i čekaju. Kad žrtva dotakne krpelja, on prelazi na nju (Hillyard 1996). 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. (Teni 2012).




Slika 2.2. Dorzalni i ventralni prikaz krpelja- mužjak (gore) i ženka (dolje) (web 3)

## 2.3 ŽIVOTNI CIKLUS KRPELJA I RAZMNOŽAVANJE

Životni ciklus se sastoji od jednog inaktivnog stadija (jaje) i tri pokretna (ličinka, nimfa i imago) (Slika 2.3.). Sve vrste krpelja imaju sličan životni ciklus, koji obično traje dvije godine, a može trajati i 5 do 6 godina. Svi razvojni stadiji krpelja (larva, nimfa i adult) hrane se krvlju domaćina (Logar 1999). Životni ciklus sastoji im se od 4 stadija koji uključuje pravilnu izmjenu nametničkog i slobodno živućeg stadija kao i izmjenu domaćina. Vrijeme provedeno na domaćinu čini samo 10 % od ukupnog životnog vijeka krpelja. Duljina trajanja životnog ciklusa ovisi o temperaturi, godišnjem dobu u kojem se krpelj razvija, te raspoloživim domaćinima (Parola i Raoult 2001).

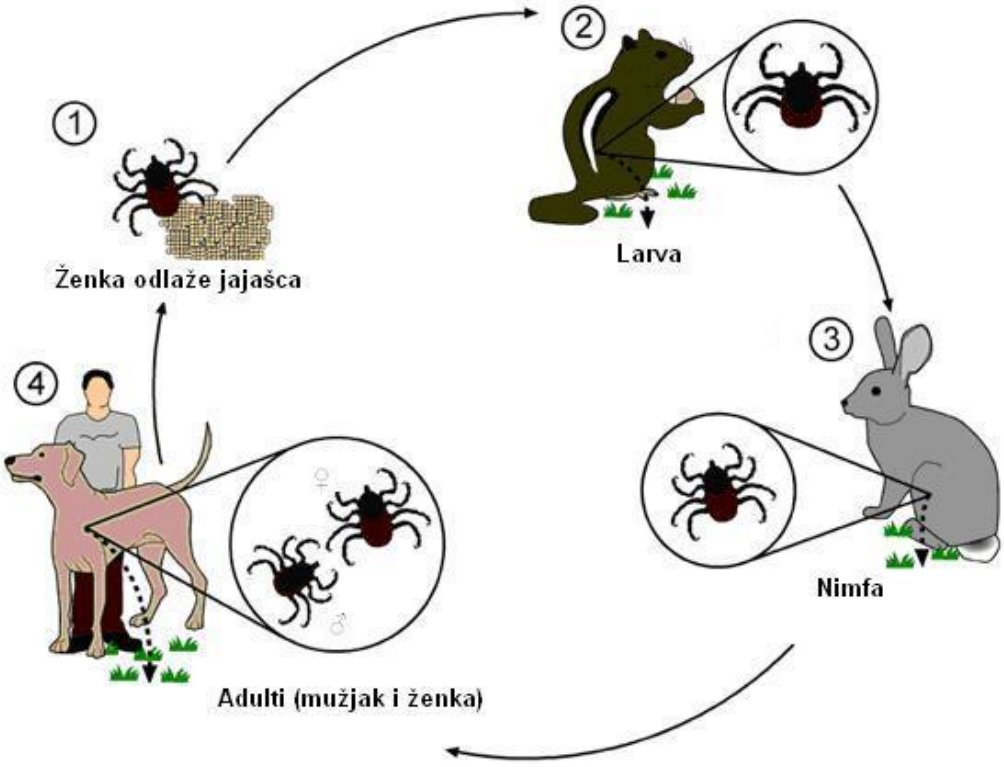



Slika 2.3. *Ixodes ricinus* tri razvojna stadija (larva, nimfa, adult-mužjak i ženka) (Boljfetić 2018)

Svi razvojni stadiji krpelja prezime u gornjim slojevima zemlje ili pod otpalim lišćem. Krpelji postaju aktivni kada je dnevna temperatura oko 7°C, a temperatura tla oko 4°C (Sonenshine 1991). Značajnu ulogu prilikom traženja domaćina i partnera imaju feromoni (Logar 1999, Spielman i Hodgson 2000). Kod tvrdih krpelja parenje se odvija na domaćinu, osim kod *Ixodes* vrsta kod kojih se parenje također može desiti kada se krpelj još uvijek nalazi na vegetaciji. Mužjak krpelja ostati će na domaćinu, kako bi se mogao pariti sa više ženki dok se one hrane. Ženke se pare samo jednom i to samo prije nego što su spremne nagutati se krvi (Estrada-Peña i sur. 2004). Kada je ženka krpelja napokon nahranjena, te kada ima dovoljno uskladištene sperme za oplodnju svojih jaja, odvaja se od domaćina, pada na tlo, te u razdoblju od 2 do 20 dana na tlu polaže mnogo jajašca (2000-20 000) u jednoj seriji, nakon toga ženka ugine (Estrada-Peña i sur. 2004, Logar 1999, Spielman i Hodgson 2000). Svi krpelji svoja jaja polažu u prirodnom

okruženju, nikad na domaćinu (Estrada-Peña i sur. 2004). Jajašca dozrijevaju nekoliko tjedana ovisno o temperaturi, vlazi, te drugim ekološkim uvjetima. Iz jajašca se razviju ličinke koje su nakon nekoliko dana spremne na hranjenje (Logar 1999, Spielman i Hodgson 2000). Krpelji koji su se tek izlegli iz jaja ili su se tek presvukli imaju meka tijela, te su neaktivni 1-2 tjedna sve dok im vanjski tjelesni oklop ne očvrsne (Estrada-Peña i sur. 2004). Nakon toga ličinke potraže žrtvu, a to su najčešće zmije i gušteri ili sitni sisavci (mišoliki glodavci) i ptice (Mehlhorn i Schein 1984, Barišin i sur. 2011). Ličinke se na domaćinu hrane 3-7 dana. Nakon hranjenja ostaju na domaćinu ili se otpuštaju na tlo, te se za nekoliko mjeseci preobraze u nimfu. Nimfe se na domaćinu hrane 3 - 10 dana, a mogu mirovati dugo vremena prije nego se na domaćinu ili na tlu, preobraze u odraslog mužjaka ili ženku. Odrasla ženka se na domaćinu hrani 8-12 dana. Ona se na domaćinu može zadržati i znatno duže, praktički sve dok ne bude oplođena. Ženka je prilično proždrljiva i posiše 2-2,5 ml krvi. Odrasli mužjak se može hraniti više puta manjim količinama krvi, dok za neke vrste nije pouzdano utvrđeno da uopće sišu. Krpelji su najaktivniji u proljeće i jesen, a bez hranjenja mogu preživjeti dvije godine (Mehlhorn i Schein 1984, Logar 1999, Spielman i Hodgson 2000, Barišin i sur. 2011).

Životni ciklus *Ixodidae* krpelja može uključivati jednog (jednorodni), dva (dvorodni) i tri (trorodni) domaćina (Stafford 2007). Prethodno opisani životni ciklus imaju trorodni krpelji, on uključuje tri različita domaćina iste ili različite vrste (Slika 2.4.). 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).




Slika 2.4. Životni ciklus trorodnih krpelja (web 4)

Za krpelje je također značajna dijapauza, a 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. Kod krpelja se pojavljuju dva tipa dijapauze: dijapauza ponašanja i morfogenetska (razvojna) diapauza (Sonenshine 1993).

## 2.4 DOMAĆINI KRPELJA

Svaka vrsta krpelja parazitira na određenim vrstama domaćina, kojima su prilagođeni. Domaćini na kojima pridolazi svaka pojedina vrsta krpelja, obično pripadaju skupini srodnih vrsta. Vrste krpelja kod kojih se larve i nimfe hrane na istoj vrsti domaćina kao i

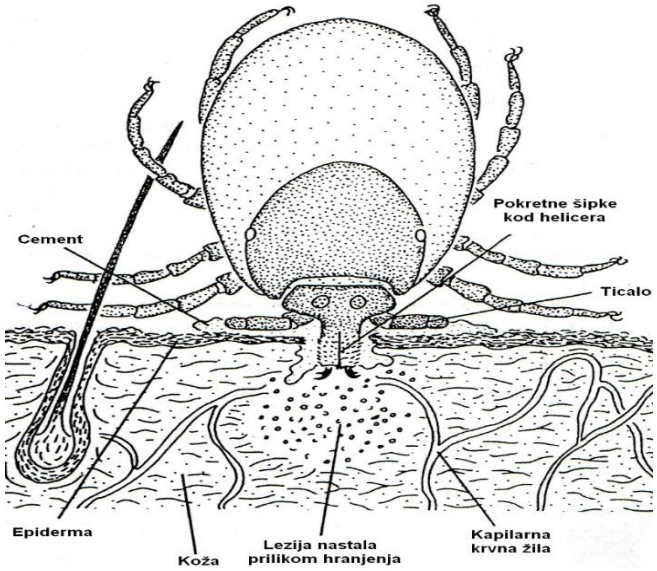
adulti, još se nazivaju monotropne (monotropične vrste). Krpelji kod koji se larve i nimfe ne hrane na istim vrstama domaćina kao i adulti, spadaju u ditropične vrste krpelja. Zatim slijede vrste krpelja koje su telotropične, kod kojih se larve i nimfe mogu hraniti na različitim domaćinima od domaćina kojima se hrane adulti, te se isto tako mogu hraniti na istim domaćinima kao i adulti (Estrada-Peña i sur. 2004). S obzirom na odnos prema domaćinu krpelji se dijele na specifične vrste i oportunističke vrste. Krpelji koji dolaze na specifičnim domaćinima hrane se na jednoj vrsti ili rodu kralješnjaka, a mogu se hraniti i sa specifičnim skupinama domaćina (npr. hrane se samo na sisavcima). Takve vrste krpelja još nazivamo i specijalistima, dok su generalisti oportunistične vrste krpelja, a hrane se na različitim vrstama kralješnjaka (Sonenshine 1993).

Krpelji se s obzirom na njihovo ponašanje, prilikom traženja domaćina dijele na endofilne i eksofilne krpelje (Hillyard 1996). Razlika između ta dva načina traženja domaćina je u strategiji traženja domaćina, ponašanju prilikom hranjenja, egzistencijalnim čimbenicima i aktivnostima. Endofilni krpelji ostaju skriveni u životinjskim gnijezdima, rovovima ili brlozima, sve do dolaska potencijalnog domaćina. Za njih je značajna fotofobija, izbjegavanje nepovoljnih atmosferskih uvjeta, snažno razvijena tigmotaksija, te uska tolerancija na temperaturu i vlažnost (Sonenshine 1993). Eksofini krpelji u sezoni pojavljivanja aktivno traže domaćina. Većina njih se pojavljuje na otvorenim i izloženim površinama. Dospijevaju na vršne dijelove travnatih biljaka, te se sa ispruženim prvim nogama hvataju za domaćina, zatim gmižu po koži domaćina, kako bi pronašli prikladno mjesto za koje će se pričvrstiti i na kojem će se hraniti. To je u biti vrsta zasjede i podrazumijeva čekanje krpelja na vegetaciji, ovakvo ponašanje zove se istraživačko. Takvo ponašanje karakteristično je za rodove kao što su: *Rhipicephalus*, *Haemaphysalis* i *Ixodes*. Krpelji poput *Argasidae* i mnoge *Ixodes* vrste provode cijeli svoj životni ciklus pričvršćeni i skriveni na svojim domaćinima (Hillyard 1996, Estrada-Peña i sur. 2004).

Traženje domaćina je povezano sa specifičnom fazom života svake vrste krpelja i veličinom najčešćih domaćina. Larve i nimfe vrste *Ixodes ricinus* se pojavljuju pri dnu vegetacije, npr. u lisnoj stelji, gdje su aktivini *Aves*, *Rodentia* i *Insectivora*, koji se hrane na tlu. Odrasli razvojni stadiji se nalaze u vegetaciji, obično na gornjim dijelovima biljaka, gdje su aktivne više životinje kao što su srne, ovce, krave, psi. Sva tri razvojna stadija također mogu biti paraziti čovjeka (Sonenshine 1993, Burgdorfer 1995, Logar 1999).

## 2.5. HRANJENJE KRPELJA

Krpelji žive parazitskim načinom života u svakoj fazi životnog ciklusa, hraneći se krvlju svojih domaćina (Estrada-Peña i sur. 2004). Oni gmižu na domaćinu i pričvrste se za kožu svojim usnim dijelovima, pod kutom od 45° do 60° (Estrada-Peña i sur. 2004, Stafford 2007). Usni dijelovi kod ličinki i nimfi su manji, s manjom penetracijom i uzrokuju slabiju reakciju domaćina, dok je kod odraslih domaćina usni aparat duži, može doseći subdermalne slojeve kože, te uzrokuju jaču imunološku reakciju domaćina (Hill i McDonald 2006). Usni dijelovi se sastoje od helicera, palpi (ticala) i hipostome. Pomoću helicera i hipostome krpelji prodiru u kožu domaćina. Helicere su pokretne šipke, koje imaju oštre kandže pomoću kojih krpelji režu rupu u koži domaćina, te prekidaju kapilarne krvne žile vrlo blizu površine kože, dok prilikom hranjena formiraju ozlijede ili lezije. Krpelji se hrane krvlju, dok u ozljedu (leziju) otpuštaju limfu. Često izlučuju materijal (cement) koji lijepi ticala za vanjsku epidermu, a hipostomu sa kožom (Estrada-Peña i sur. 2004).




Slika 2.5. Hranjenje ženke *Ixodidae* krpelja na koži domaćina (Estrada-Peña i sur. 2004, Borak 2014).

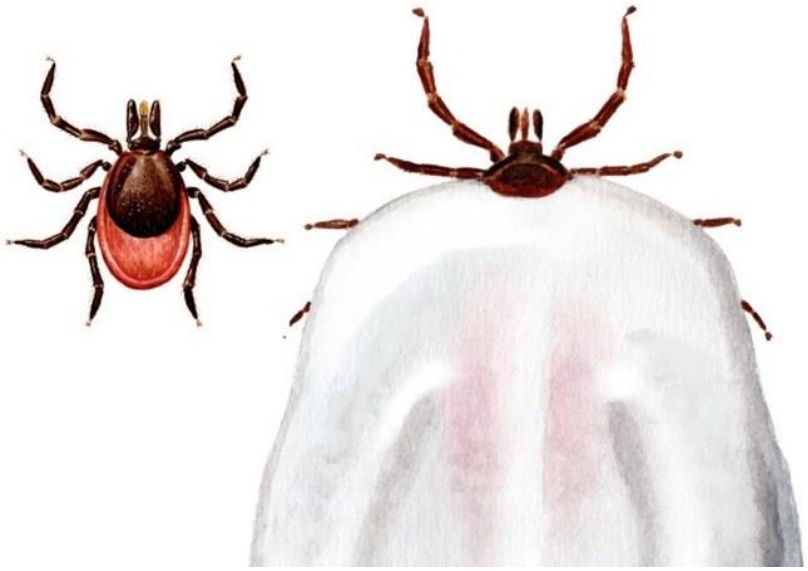
Lijepilo (materijal nastao iz proteina) izlučuju žlijezde slinovnice, a služi za pričvršćivanje krpelja na domaćina. Izlučivanje lijepila traje 2 do 3 dana. Dok se lijepilo potpuno ne

stvrdne, pričvršćeni krpelj lakše se izvadi iz kože. U lijepilu se nalaze antikoagulansi, antihistaminici, lokalni anestetici, toksini i ostali enzimi, koji olakšavaju sisanje krvi. Zbog lokalnih anestetika, domaćin ne osjeti kada se krpelj rilom ubuši u kožu. Nakon dugotrajnog učvršćivanja krpelja za domaćina, slijedi sisanje krvi (Sonenshine 1993, Sonenshine 2005).

Hranjenje u periodu od nekoliko dana ili tjedana je strategija da bi se pribavila velika količina krvi u samo jednom obroku, ali usporedno s time postoji rizik da domaćin odbaci parazita koji se nalazi na njemu. Da bi došlo do prijenosa patogena iz zaraženog krpelja, krpelj treba biti pričvršćen i hraniti se na domaćinu minimalno 24 sata, dok je kod nekih patogena potrebno 48 sati i više (Hill i MacDonald 2006).

Hranjenje kod krpelja nije kontinuirano te je većina krvnog obroka uzeta tijekom zadnjih 12-24 sata hranjenja. Kako bi krpelj skoncentrirao svoj obrok krvi, mora odstraniti višak vode, zbog toga grupa stanica u žlijezdama slinovnicama se tijekom hranjena diferencira za izlučivanje vode. S obzirom na vrijeme hranjenja izmjenjuje se razdoblje izlučivanja sline.

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. 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 2.6.). Mužjaci većine vrsta krpelja tijekom hranjenja se ne proširuju poput ženki, tj. hrane se dovoljno kako bi njihovi reproduktivni organi sazrjeli. Kod roda *Ixodes* mužjaci imaju aktivne reproduktivne organe kada pređu iz stadija nimfe i tada se ne trebaju hraniti (Estrada-Peña i sur. 2004).



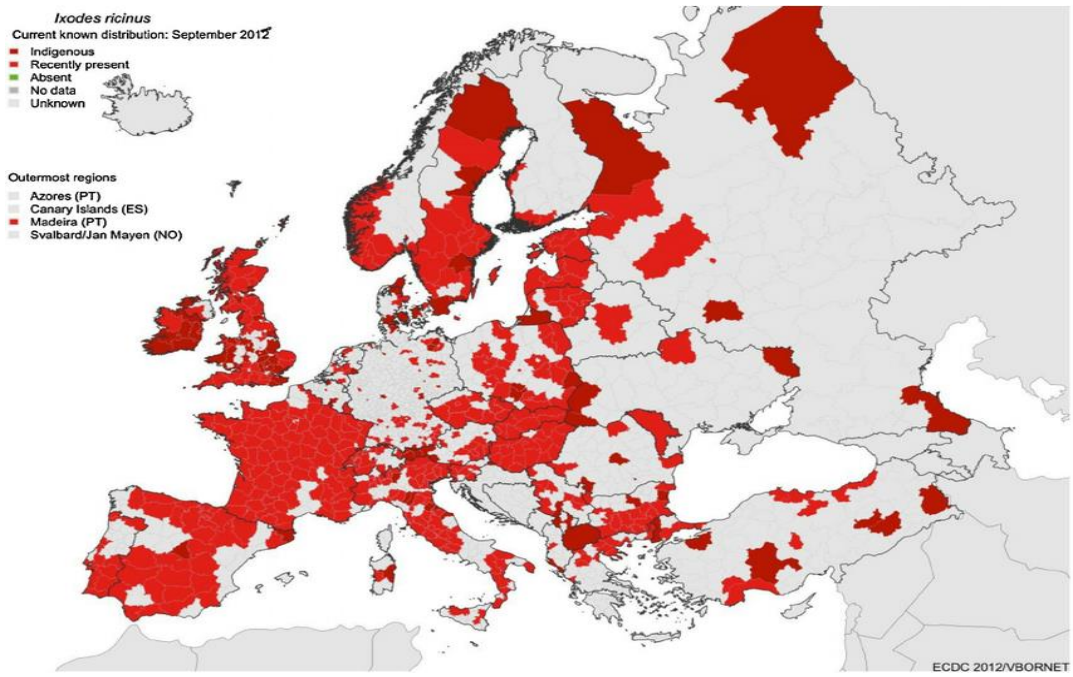
Slika 2.6. Ženka krpelja prije i nakon hranjenja (web 5)

## 2.6. *IXODES RICINUS* – STANIŠTE, GEOGRAFSKA RASPROSTRANJENOST I SEZONA POJAVLJIVANJA

Ovoj vrsti krpelja pogoduju staništa sa vegetacijom koja održava visoku vlažnost na površini zemlje. Okruženje krpelja također može biti tijelo domaćina, bez obzira na to što 90% svojega života prežive odvojeno od domaćina, na kojemu se većinom hrane i razmnožavaju (Hillyard 1996). 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 (Burgdorfer 1995). Najradije se zadržavaju u sjenovitim i vlažnim područjima, a ne odgovara im neposredna sunčeva svjetlost i suhi zrak. Ključ za preživljavanje krpelja u nepogodnim klimatskim prilikama je u njihovoj kutikuli, koja je prekrivena voskom otpornim na vodu. Osim u šumama, pogodni uvjeti za razvoj šumskog krpelja mogu dovesti do širenja ove vrste na pašnjacima, travnjacima i urbanim parkovima.

Krpelji naseljavaju gotovo sve dijelove svijeta, u umjerenim, tropskim i subtropskim klimatskim zonama. Šumski krpelj rasprostranjen je širom Europe, na području umjerene klime, između 39 i 65 stupnjeva geografske širine, od Portugala do Rusije (Bowman i sur. 2008). Ova vrsta također je prisutna i u sjevernoj Africi, gdje je ograničena na hladnije i

vlažnije pokrajine sa mediteranskom klimom (Tunis, Alžir i Maroko) (Estrada-Peña i sur. 2004), a na sjeveru je rasprostranjena sve do Skandinavije.




Slika 2.7. Kartografski prikaz gustoće populacije *Ixodes ricinus* (web 6)

Veća brojnost jedinki krpelja i potencijalno veća opasnost od krpeljno prenosivih bolesti zabilježena je na području sjeverozapadne Hrvatske (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.

Za vrstu *Ixodes ricinus* je karakteristična sezonalnost u smislu pojavljivanja u proljeće i jesen. Tokom ljeta miruju tj. prelaze u razdoblje dijapauze, naročito u mediteranskom dijelu gdje u to doba prevladavaju sušni uvjeti što za njih predstavljaju nemoguće uvjete za aktivnost. Nasuprot ljetnom periodu, zima predstavlja niske temperature i veće količine padalina, ali i puno manju dužinu fotoperioda (duljinu trajanja dana) - ekološki faktor koji ima značajan utjecaj na početak i kraj dijapauze. Čim se duljina dana produži i temperatura zraka poveća, krpelji počinju biti aktivni. Zamijećena je neznatna veća aktivnost krpelja u proljeće nego u jesen; međutim svaka godina je specifična radi kolebanja temperature i klimatskih ekstrema.

## 2.7. ZOONOTIČKI 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 enzootski ciklus, gdje obolijevaju jedinke koje su manje otporne. Stabilni enzootski ciklus može prijeći u nestabilni enzootski 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).

Krpelji mogu utjecati na domaćina posredno i neposredno. Kada krpelj sisanjem krvi uznemirava domaćina, te oslabi njegov organizam, radi se o neposrednom utjecaju. Prenošenje uzročnika bolesti patogenih mikroorganizama kao što su virusi, bakterije i praživotinje, predstavlja posredni utjecaj krpelja na domaćina (Hillyard 1996). 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 vektori 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 ovarja, tj. jajnika ženki) (Parola i Raoult 2001).

Bolesti koje uzrokuju životinje i koje se sa životinje prenose na čovjeka i suprotno, nazivaju se zoonoze.

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.

## 2.8. BOLESTI PRENOŠENE KRPELJIMA

Krpeljne zarazne bolesti su najrašireniје i medicinski najznačajne od svih vektorskih bolesti u Europi, a bilježi se dramatično povećanje oboljelih tijekom posljednjih dva desetljeća i nova žarišta infekcija.

Najčešće krpeljne bolesti kojih moramo biti svjesni su: krpeljni meningoencefalitis (KME), lajmska borelioza, rikecije, krimsko-kongoanska hemoragijska groznica, tularemija, erhilioza i babezioza.

Krpelji se obično nalaze na listovima i granama grmova, niskog raslinja (do visine 1 m), u šikarama, pretežno u prizemnom sloju šuma. Prema tome boravak u prirodi, osobito među niskim raslinjem, povezan je s rizikom od mogućeg kontakta s krpeljima, te eventualne zaraze.

Tablica 2.1. Bolesti koje krpelji prenose i njihovi uzročnici (web 7)

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

Godišnje se u Hrvatskoj registrira prosječno 200 – 300 oboljelih od Lajmske borelioze te 20 – 50 oboljelih od krpeljnog meningoencefalitisa. U 2016. godini zabilježena je 301 slučaj Lajmske borelioze (108 u Gradu Zagrebu, 39 u Zagrebačkoj županiji) te 20 slučajeva krpeljnog meningoencefalitisa (1 u Gradu Zagrebu) (Borčić 2000). Broj oboljelih od lajmske borelioze 2017. godine iznosio je 429, te 10 od krpeljnog meningoencefalitisa. Od 1953. godine, kada je dokazano postojanje krpeljnog meningoencefalitisa (KME) u Hrvatskoj, ta se zoonoza prirodni-žarišnog tipa detaljno proučava. Prije više od petnaest godina provođene su epidemiološke studije oboljelih, te rasprostranjenost 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).

## 2.8.1. 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 i sur. 2014).
Virus KME ima sezonsko pojavljivanje tijekom godine u centralnoj Europi. Vrhunac pojavljivanja doseže prvi put u lipnju i srpnju, drugi put u rujnu i listopadu. Uočeno je da se virus javlja u manjim ili većim prirodnim žarištima, obično endemski s povremenim predznakom epidemije. Obično virus cirkulira unutar žarišta između različitih domaćina kralježnjaka - zabilježeno je više od 100 vrsta koje su domaćini. Domaćini su najčešće sitni glodavci, gušteri i druge sitne životinje koje služe kao rezervoari virusa. U cirkuliranju ovog virusa su, osim domaćina najvažniji i vektori - krpelji iz porodice *Ixodidae* i samo postojanje virusa KME.
U Hrvatskoj je bolest prvi puta opisana 1952. godine (Begovac i sur. 2006). U Hrvatskoj je endemično žarište u sjeverozapadnom dijelu (okolica Koprivnice, Zagreba, Bjelovara, Čakovca, Varaždina), a na sjeveroistoku (okolica Našica i Vinkovaca) (Mišić-Majerus i sur. 2003).
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. Krpelji buše epidermis helicerom i ubacuju hipostomu. Zbog anesteziraju će 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.

## 2.8.2. LAJMSKA BORELIOZA

Najznačajnija bakterijska bolest koju u Europi i Sjevernoj Americi prenose krpelji je Lajmska borelioza. Uzročnici ove bolesti su bakterije iz skupine *Borrelia burgdorferi sensu lato*, dok je glavni prijenosnik u Europi krpelj *Ixodes ricinus*. Ovu bolest također prenose vrste sa širokim izborom domaćina, kao što su: *Ixodes hexagonus*, *Ixodes acuminatus*, *Ixodes trianguliceps*, *Haemaphysalis punctata* i *Dermacentor reticulatus*. Te vrste rijetko parazitiraju na čovjeku, ali su važne za održavanje enzootskih ciklusa (Hillyard 1996).
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 (Strle 2001, Teni 2012). Čovjek je ključan domaćin kod *Borrelia burgdorferi sensu lato*, međutim nije značajan za njihov opstanak u prirodi. U kruženje borelija u prirodi Europe uključeno je 9 vrsta malih sisavaca, 7 vrsta srednje velikih sisavaca i 16 vrsta ptica (Zore 2002).

Ljudi i životinje se Lajmskom boreliozom mogu inficirati prilikom hranjenja krpelja (nimfi i odraslih stadija) 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* (Goodman i sur. 2005). Prvi stadij se javlja nakon 3 dana do 16 tjedana nakon uboda, oko mjesta za koje se pričvrstio krpelj. Crvenilo je raspoređeno koncentrično, te je obično promjera 15 cm. Crvenilo može biti homogeno ili prstenasto s blijeđenjem u sredini. Premda su ovalni ili okruglasti oblici najuobičajeniji, viđaju se povremeno i trokutasti, četverokutni ili nepravilni oblici, ovisno o mjestu nastanka (Lane i Crosskey 1993, Begovac i sur. 2006).



Slika 2.8. Prvi simptomi lajmske borelioze (*erythema migrans*) (web 8)

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 latenci moguće je da ove bakterije (spirohete) dodatno zahvate zglobove, živčani sustav i kožu, te tada govorimo o trećem kliničkom stadiju (Goodman i sur. 2005). Lajmska borelioza se liječi antibioticima,

međutim ne postoji najučinkovitiji antibiotik, niti optimalna količina antibiotika, kao ni odgovarajuće vrijeme koje je potrebno da se bolest liječi (Strle 2001).
Od Lajmske borelioze i drugih krpeljno prenosivih bolesti najčešće obolijevaju ljudi koji povremeno ili stalno borave u prirodi. Tijekom toplijih mjeseci godine (5. i 6. mjesec), rizik od infekcija je veći, budući da postoji sezonska povezanost incidencije bolesti, aktivnosti rezervoara i vektora (Milas i sur. 2002).

## 2.8.3. KRIMSKO-KONGOANSKA HEMORAGIJSKA GROZNICA

Krimsko-kongoanska hemoragijska vrućica (CCHF) je prvi put opisana 1944. godine na Krimu, a 1969. godine u Kongu. Najraširenija je karantenska virusno hemoragijska vrućica (VHV) koju nalazimo u istočnoj i jugoistočnoj Europi, na Mediteranu, Srednjem Istoku, u Africi, centralnoj Aziji, sjeverozapadnoj Kini te jugoistočnoj Aziji uključujući Indijski potkontinent. Uobičajeni prijenos je krpeljima *Hyalomma*, koji su ujedno i rezervoari, ali i vektori virusa. Iako su krpelji *Hyalomma* rasprostranjeni u Hrvatskoj, do sada nije zabilježen slučaj CCHF-a na našim prostorima. Brojne domaće i divlje životinje (ovce, koze, goveda), uključujući i ljude su slučajni rezervoari virusa. Infekcija se prenosi ubodom inficiranog krpelja ili direktnim kontaktom s krvlju zaraženih životinja, najčešće pri obradi zaraženih životinja. Krimsko-kongoanska hemoragijska groznica je teška bolest koja se uz opće simptome očituje poremećajem koagulacije s posljedičnim nastankom krvarenja. Mortalitet je od 9-50%. Oporavak je spor, a kronične posljedice do sada nisu zapažene, ali ni dovoljno istraživane u preživjelih. Osobe koje su profesionalno izložene infekciji u prirodi moraju obavezno primjenjivati mjere zaštite koja pored adekvatne odjeće, uključuje i primjenu repelenata koji sadrže ≥20% DEET (N, N-diethyl-m-toluamide).

## 2.8.4. 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 vrsta krpelja, kao što su: *Ixodes apronophorus, Dermacentor marginatus, Dermacentor reticulatus, Haemaphysalis concinna, Haemaphysalis punctata.*

## 2.8.5. ERLIHIOZA

Erlihije su obvezatne intracelularne bakterije koje izgledaju kao sitne inkluzije u citoplazmi limfocita i neutrofila. Infekcije se prenose na ljude ugrizom krpelja, katkad prilikom kontakta sa životinjama koje nose smeđi pseći krpelj ili jelenski krpelj. Većina je slučajeva utvrđena u jugoistočnim i središnjim južnim dijelovima SAD-a. Za ljude su patogene sljedeće tri vrste *Ehrlichia* u SAD-u: *E. chaffeensis* koja uzrokuje humanu monocitnu erlihiozu; *Anaplasma phagocytophila* (ranije *E. phagocytophila*) i E*. ewingii* koje uzrokuju humanu granulocitnu erlihiozu. Premda su neke infekcije asimptomatske, većina uzrokuje naglu pojavu bolesti s vrućicom, zimicom, glavoboljom i malaksalošću, obično počinjući otprilike 12 dana nakon ugriza krpelja. Kod nekih bolesnika izbije makulopapularni ili petehijalni osip koji zahvaća trup i udove, iako *E. ewingii* rijetko izaziva osip. Mogu se javiti bolovi u trbuhu, povraćanje i dijareja, DIK, konvulzije i koma. Liječenje se provodi antimikrobnim lijekovima (Teni 2012).

## 2.8.6. 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). Babezioze i erlihioze 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).

## 2.9. KONTROLA BROJNOSTI KRPELJA

Brojnost krpelja na nekom staništu se može kontrolirati mehaničkim, biološkim i kemijski metodama. Mehaničke poput kontroliranih požara, mehaničkog čišćenja krošanja i odstranjivanja listinca, pa čak i ekstremnim mehaničkim metodama poput odstrjela divljih životinja koji su vektori. Postoje i kemijske metode kontroliranja brojnosti krpelja, međutim one izazivaju veliko onečišćenje u okolišu i štetne su za sve organizme. Moguće je koristiti biološke metode, u njih obuhvaćamo predatore krpelja, parazite, bakterijske patogene i patogene gljive za krpelje. Krpelji imaju mnoge predatore; ptice poput vrana *(Corvus spp.)*, kokoši (por. Gallinae), čvoraka *(Sturnus vulgaris)*, zatim sisavce poput štakora *(*por. Muridae*)*, miševa i guštera (por. Lacertidae) ali i člankonošce poput mrava (por. Formicidae), kornjaša (red Coleoptera), pauka (red Araneae), grinja (por. Anystidae) koje se hrane krpeljima. Krpelji su najčešće plijen kada se nahrane i nasišu krvi u ono doba kada se spuštaju na zemlju s tijela domaćina. Ostali paraziti koji ih napadaju su osice

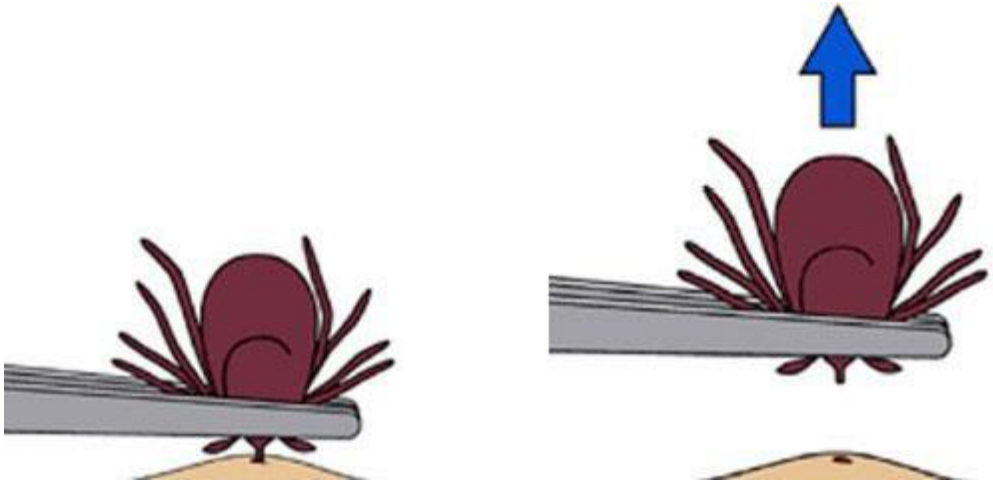
*Ixodiphagus hookeri*. Njihove ličinke ubijaju krpelja prije završetka njegovog razvoja, a nakon 45 dana izlete kao odrasle ose. Endoparazitske gljive koje napadaju krpelje su *Steinernema carpocapse*i i *Heterorhabditis bacteriophora*. Ove gljive imaju simbiotske bakterije koje su patogene za člankonošce (Hillyard 1996).

## 2.10. PREVENCIJA I MJERE ZAŠTITE OD KRPELJA

- 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 nositi odjeću svijetlih boja kako bi se krpelja lakše uočilo na odjeći i odmah uklonilo
- 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
- 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.

## 2.11. PREPORUČENE MJERE U SLUČAJU UGRIZA KRPELJA

Ukoliko se uoči krpelj u koži, važno je da se što prije ukloni – rizik od infekcije je veći što je krpelj duže pričvršćen. Lakše ga je odstraniti u prvih nekoliko sati nakon uboda. Nužno je odmah izvaditi krpelja pincetom (prije toga oprati ruke, a pincetu prebrisati antiseptikom), zahvaćajući ga što bliže glavici, uz kožu i laganim ga povlačenjem izvući iz kože.



Slika 2.9. Pravilno vađenje krpelja pincetom (web 9)

Krpelja se ne smije ničim premazivati (alkoholom, kremom, uljem, lakom za nokte, petrolejem ni sl.) niti "paliti" plamenom, ne povlačiti ga naglo, ne stiskati niti gnječiti, jer se time uzrokuje grčenje krpelja i pojačano izlučivanje veće količine sekreta (ukoliko je krpelj zaražen, u ljudsko tijelo lako ulazi uzročnik bolesti te se na taj način i lakše prenosi zaraza). Potrebno je izbjegavati hvatanje tijela krpelja pincetom, jer postoji velika vjerojatnost od slamanja tijela krpelja, te bi usni dijelovi mogli ostati u koži. Ako se usni dijelovi slome i ostanu u koži tijekom skidanja krpelja, ne povećava se opasnost zaraze krpeljnim bolestima, ali će se rana duže liječiti. Krpelja nikada ne bi trebalo dirati ili izvlačiti golim rukama, jer ponekad se patogeni mikroorganizmi mogu prenijeti preko kože. Nakon svakog kontakta s krpeljom nije potrebno tražiti liječničku pomoć. Potrebno je obratiti pozornost na moguće znakove i simptome, koji bi mogli ukazati na pojavu neke od krpeljnih bolesti, te ukoliko se pojave potrebno je posjetiti liječnika.

# 3. CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj ovog rada bio je istražiti i utvrditi faunu tvrdih krpelja (porodica *Ixodidae*) u Rekrecijsko športskom centru Jarun. U nastavku su navedeni detalji opisanoga cilja rada:

- praćenje brojnosti i sezonske dinamike populacija tvrdih krpelja na pet različitih mikrolokacija u Rekrecijsko športskom centru Jarun u razdoblju od ožujka do rujna 2018. godine.
- determinacija vrste, spola te razvojnog stadija jedinki tvrdih krpelja uzorkovanih u Rekreacijsko športskom centru Jarun.
- evidentiranje vremenskih prilika uz bilježenje klimatskih parametara (temperatura zraka, vlaga zraka, tlak zraka, količina svjetlosti) u vrijeme uzorkovanja tvrdih krpelja.

# 4. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

Istraživanja vezana uz ovaj rad obavljena su na pet mikrolokacija, na području rekreacijsko športskog centra Jarun. Rekreacijsko športski centar Jarun prostire se na 240 hektara od čega 30% otpada na vodene površine. Čine ga regatna staza duga 2250 m i dva jezera – Veliko i Malo, te šest otoka: Otok Univerzijade, Otok Trešnjevka, Otok Veslača, Otok Hrvatske mladeži, Otok Divljine i Otok Ljubavi. Uz obale Jarunskih jezera uređeno je 2500 metara šljunčanih plaža, a cijeli prostor rekreacijsko-športskog centra povezan je kilometrima pješačkih i biciklističkih staza. Važan višenamjenski rekreacijsko-športski centar grada Zagreba na jugu omeđen je rijekom Savom, a s ostalih strana okružuju ga gradska naselja Staglišće, Jarun, Vrbani i Prečko.

Na području Jaruna prevladava autohtona vegetacija vrba i topola kao predstavnika biljnih zajednica koje rastu uz vodu. Oko Otoka divljine rastu zajednice biljaka močvarnih i vlažnih staništa: trska, šaš, vodena metvica i rogoz, a u vodi prevladava žuti lokvanj (*Nuphar lutea*), krocanj i mrijesnjak. Tijekom opsežnih istraživanja ekosustava Jarun, počevši od 1980-tih godina, na ovom je prostoru zabilježeno 29 vrsta riba, 130 vrsta ptica te više vrsta vodozemaca, gmazova i malih sisavca.

Područje Jaruna obuhvaća 6 vrsta koje se nalaze na Crvenom popisu (O*phrys apifera, Alopecurus geniculatus, Carex panicea, Cyperus fuscus, Orchis militaris* i *Orchis tridentata*), dok je invazivnih vrsta zabilježeno ukupno 25. Naposljetku možemo zaključiti da je floristička raznolikost Jaruna relativno velika, iako se područje nalazi pod jakim utjecajem čovjeka.



Slika 3.1. Rekreacijsko športski centar Jarun ( web 10)

## 3.1. MIKROLOKALITET 1 („Park Veliko jezero“)

Mikrolokalitet 1 („Park Veliko jezero“) smješten je preko puta nasipa na južnoj strani RŠC Jarun, u blizini parka i dječjeg igrališta. Prevladava travnata vegetacija sa stablima hrasta lužnjaka u relativno rijetkome sklopu (Slika 3.2.).



Slika 3.2. Mikrolokalitet 1 („Park veliko jezero“) (Boljfetić 2018)

## 3.2. MIKROLOKALITET 2 („Plaža“)

Mikrolokalitet 2 („Plaža“) smješten je pored šljunčane plaže na Velikom jezeru. Prevladava travnata vegetacija sa uređenom živicom šimšira (Slika 3.3).



Slika 3.3. Mikrolokalitet 2 („Plaža“) (Boljfetić 2018)

## 3.3. MIKROLOKALITET 3 („Sanjkalište šumarak“)

Mikrolokalitet 3 („Sanjkalište šumarak“) nalazi se istočno od Velikog jezera, na samom rubu RŠC Jarun. Prevladavaju šumski uvjeti s manjim intenzitetom svjetla (gušći sklop). Uglavnom stabla crne i bijele johe,te bagrema. (Slika 3.4.).



Slika 3.4. Mikrolokalitet 3 („Sanjkalište šumarak“) (Boljfetić 2018)

## 3.4. MIKROLOKALITET 4 („Livada“)

Mikrolokalitet 4 („Livada“) nalazi se na košenoj livadi na južnoj strani parka, nasuprot otoka Hrvatske mladeži. Prevladava travnata vegetacija bez stabala ( Slika 3.5.).



Slika 3.5. Mikrolokalitet 4 („Livada“) (Boljfetić 2018)

## 3.5. MIKROLOKALITET 5 („Rub šume“)

Mikrolokalitet 5 („Rub šume“) nalazi preko puta mikrolokaliteta 4 te obuhvaća sam rub šume i paralelno prati biciklističku stazu. Prevladava travnata vegetacija uz ponešto grmlja koje se razvija u proljetnim mjesecima (Slika 3.6.).



Slika 3.6. Mikrolokalitet 5 („Rub šume“) (Boljfetić 2018)

# 4. MATERIJALI I METODE

## 4.1. TERENSKI RAD

Uzorkovanje krpelja vršeno je jedan puta mjesečno (u prijepodnevnim satima), na pet različitih mikrolokacija na Jarunu, u periodu od ožujka do rujna 2018. godine. Jedinke su prikupljane metodom krpeljne zatege na mikrolokalitetima od 100 m, povlačenjem flanelastog platna (dimenzije 1 x 1 m) pričvršćenog na drvenu letvu (Slika 4.1). Platno je povlačeno po površini tla, preko listinca i preko niske vegetacije u trajanju od 20 minuta na svakom pojedinom transektu. Platno je pregledavano svakih 20-tak metara, a po potrebi i češće, ako je primjećen povećan ulov krpelja. Za pretraživanje zastave od flanela te manipulaciju uzorkovanih tvrdih krpelja (uklanjanje sa zastave i sl.) korištene su pinceta

i povećalo. Tijekom rada korištene su jednokratne (lateks) rukavice. Uzorkovane jedinke tvrdih krpelja pohranjene su u plastične tubice (2ml) i transportirane na Šumarski fakultet (Zoološki laboratorij) gdje se nastavila obrada istih (determinacija vrste, spola i razvojnoga stadija). Za potrebe evidentiranja vremenskih prilika u staništu u vrijeme uzorkovanja tvrdih krpelja, korišteni su instrumenti: higrotermometar za mjerenje zračne vlage i temperature, barometar za mjerenje tlaka zraka, fotometar za mjerenje količine svjetlosti.



Slika 4.1. Prikupljanje krpelja metodom krpeljne zatege (Rukavina 2018)

## 4.2. LABORATORIJSKI RAD

### 4.2.1 DETERMINACIJA KRPELJA

Determinacija krpelja na razinu vrste vršena je u Zoološkom laboratoriju Zavoda za zaštitu šuma i lovno gospodarenje Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Također je vršena determinacija razvojnih stadij uzorkovanih krpelja (larve, nimfe, adulti). Determinaciju krpelja vršili smo pod povećanjem od 50x, pomoću svjetlosnog mikroskopa Olympus Leica Wild m28 opremljenim objektnim mikrometrom zajedno s programskim paketom Quick Photo, Modell: Camera 2 (Slika 4.2.) te Dino-Lite digitalni mikroskop (povećanja 20x – 220x) te software DinoCapture 2.0 version 1.5.17.B. Pregledana je dorzalna i ventralna strana krpelja, a prilikom identifikacije uzimao se u obzir oblik tijela, izgled i veličina scutuma, 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.



Slika 4.2. Svjetlosni mikroskop Olympus Leica Wild m28 kojim je vršena laboratorijska analiza uzorkovanih krpelja (Vucelja 2013)

### 4.2.2. POHRANA UZORAKA KRPELJA

Nakon obavljene laboratorijske analize i determinacije vrste te njenog razvojnog stadija, uzorci krpelja su pohranjene u zamrzivač (–80°C) za daljnja istraživanja, odnosno testiranja na prokuženost istih različitim patogenim uzročnicima zoonoza.

### 4.2.3 OBRADA PODATAKA

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

## 5. REZULTATI

## 5.1. DETERMINIRANE VRSTE KRPELJA

Terenski rad je obuhvaćao uzorkovanje tvrdih krpelja (*Ixodidae*) metodom krpeljne zatege te sa odjeće sakupljača, na pet različitih mikrolokacija smještenih u Rekreacijsko športskom centru Jarun u razdoblju od ožujka do rujna 2018. godine. Metodom krpeljne zatege prikupljeno je ukupno 88 jedinki tvrdih krpelja i to vrste *Ixodes ricinus* (obični ili šumski krpelj). Metodom sakupljanja krpelja s odjeće sakupljača nije uzorkovana nijedna jednika.

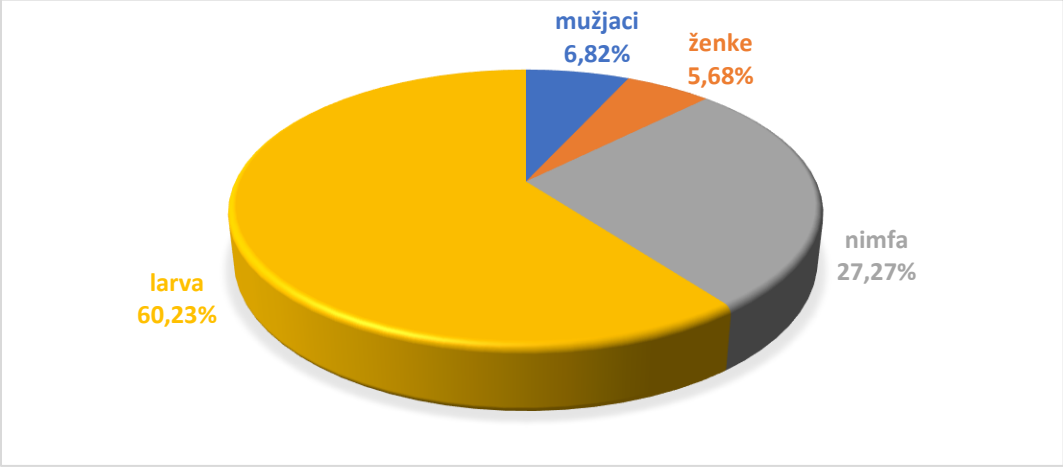
## 5.2. ANALIZA SPOLOVA I RAZVOJNIH STADIJA UZORKOVANIH VRSTA TVRDIH KRPELJA

Rezultati analize vrste, spola i razvojnog stadija jedinki tvrdih krpelja uzorkovanih na području Rekreacijsko športskog centra (RŠC) Jarun od ožujka do rujna 2018. godine, prikazani su u Tablici 5.1.

Tablica 5.1. Zastupljenost vrsta, spola i razvojnih stadija jedinki uzorkovanih krpelja u RŠC Jarun u razdoblju od ožujka do rujna 2018. godine

| | IR ♂ | IR ♀ | IR N | IR L | ∑ |
|---|---|---|---|---|---|
| Ožujak | 1 | 1 | 4 | 0 | 6 |
| Travanj | 1 | 0 | 5 | 0 | 6 |
| Svibanj | 1 | 3 | 13 | 0 | 17 |
| Lipanj | 2 | 1 | 2 | 0 | 5 |
| Srpanj | 0 | 0 | 0 | 41 | 41 |
| Kolovoz | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 |
| Rujan | 1 | 0 | 0 | 9 | 10 |
| ∑ | 6 | 5 | 24 | 53 | **88** |

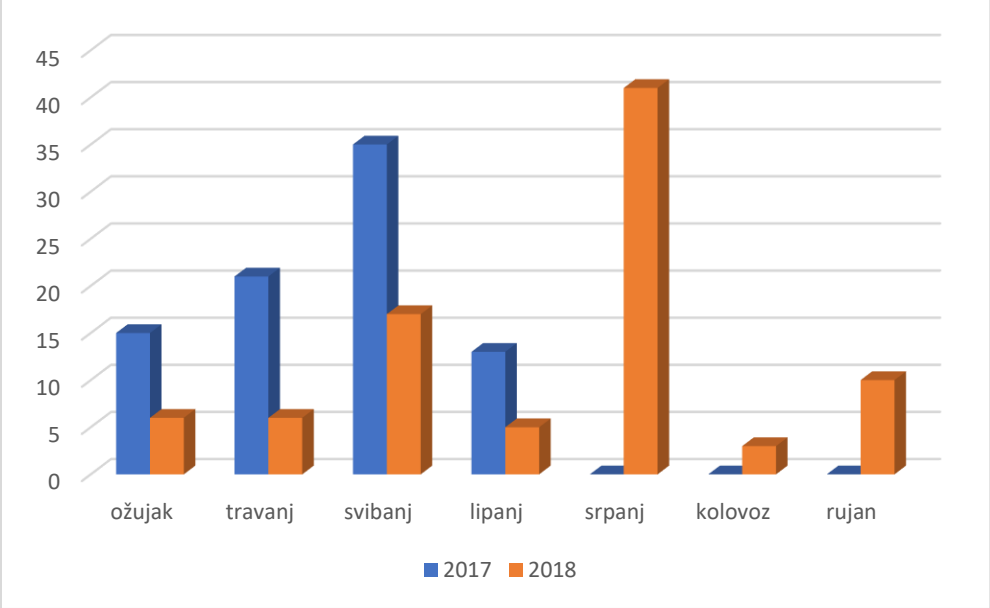
Analizom spolova i razvojnih stadija determiniranih krpelja na području Rekreacijsko športskog centra Jarun utvrđeno je kako su u najvećoj mjeri uzorkovane jedinke bile u razvojnom stadiju larve (60,23%), isključivo u mjesecu srpnju, kolovozu i rujnu, dok je među odraslim jedinkama broj mužjaka i ženki gotovo izjednačen. Od ukupno 88 uhvaćenih jedinki svega 11 (12,5%) jedinki bile su u adultnom stadiju (6 mužjaka i 5 ženki), 24 (27,27%) u stadiju nimfe, te 53 (60,23%) u stadiju larve. Omjer razvojnih stadija i utvrđenih spolova u postotcima prikazan je na slici 5.1.




Slika 5.1. Analiza tvrdih krpelja *Ixodes ricinus* prema spolu i razvojnom stadiju uzorkovanih na području RŠC Jarun u razdoblju od ožujka do rujna 2018. god.

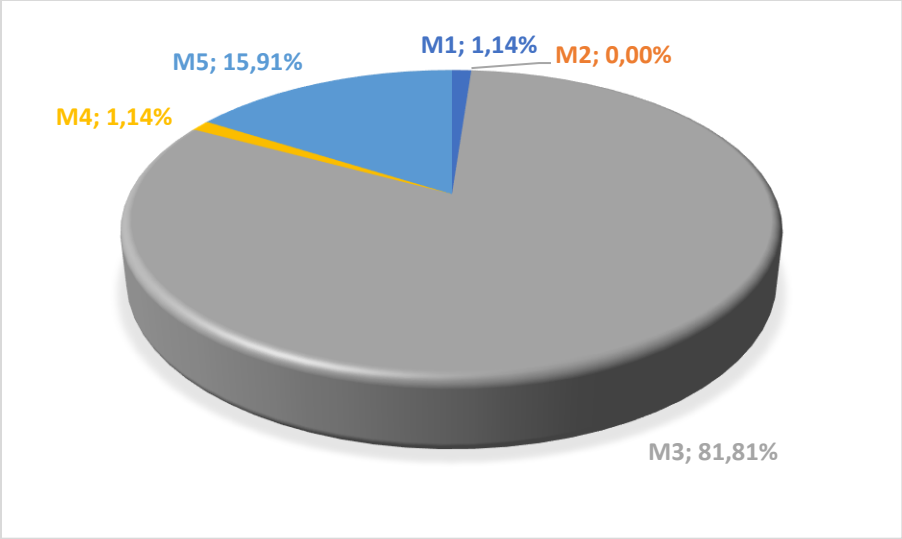
## 5.3. SEZONSKA DINAMIKA UZORKOVANIH VRSTA TVRDIH KRPELJA

Brojnost krpelja *Ixodes ricinus* (obični ili šumski krpelj) na području RŠC Jarun tijekom ožujka i travnja bila je relativno niska, u svibnju dolazi do naglog porasta uslijed pogodnih klimatskih uvjeta. Najniže vrijednosti zabilježene su tijekom lipnja (5) i kolovoza (3). U mjesecu srpnju uhvaćen je najveći broj jedinki, čak 41 i to isključivo u stadiju larve. U odnosu na prethodnu godinu brojnost od ožujka do lipnja je nešto niža, no za razliku od 2017. godine kada u srpnju, kolovozu i rujnu nije uhvaćena niti jedna jedinka u tom razdoblju 2018. godine uhvaćen je veći broj jedinki i to gotovo sve u stadiju larve (Slika 5.2.).



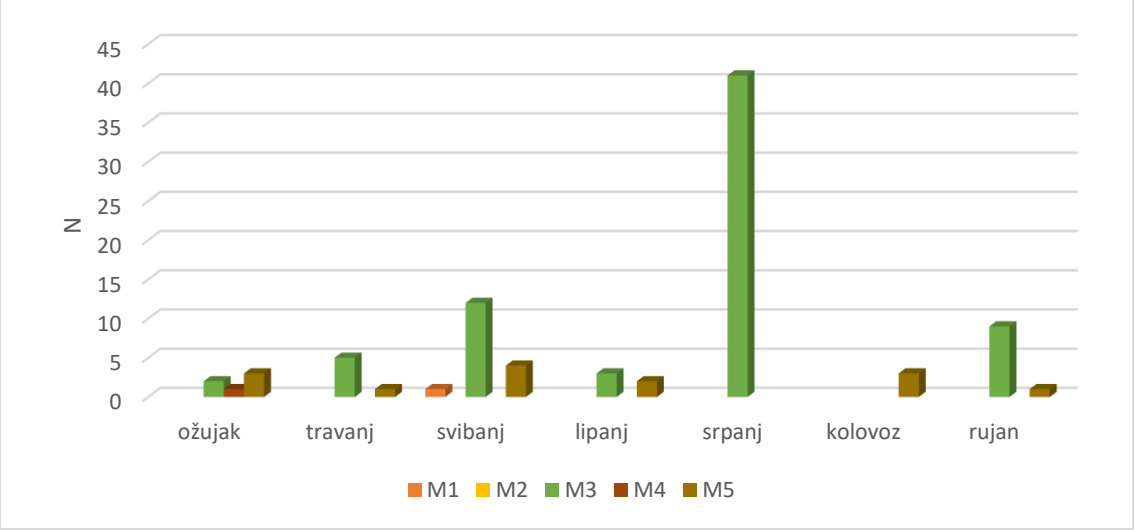

Slika 5.2. Sezonska dinamika brojnosti vrste *Ixodes ricinus* na području RŠC Jarun

Najveći broj jedinki pronađen je na području šume i ruba šume čak 97,73% od ukupnog broja uhvaćenih jedinki gdje vladaju najpovoljniji uvjeti za opstanak krpelja (mikrolokaliteti 3 i 5). Po jedna jedinka je pronađena na području parka i livade (mikrolokaliteti 1 i 4), na kojima se redovito kosi trava, dok niti jedna jedinka nije pronađena na području plaže (mikrolokalitet 2) (Slika 5.3.).



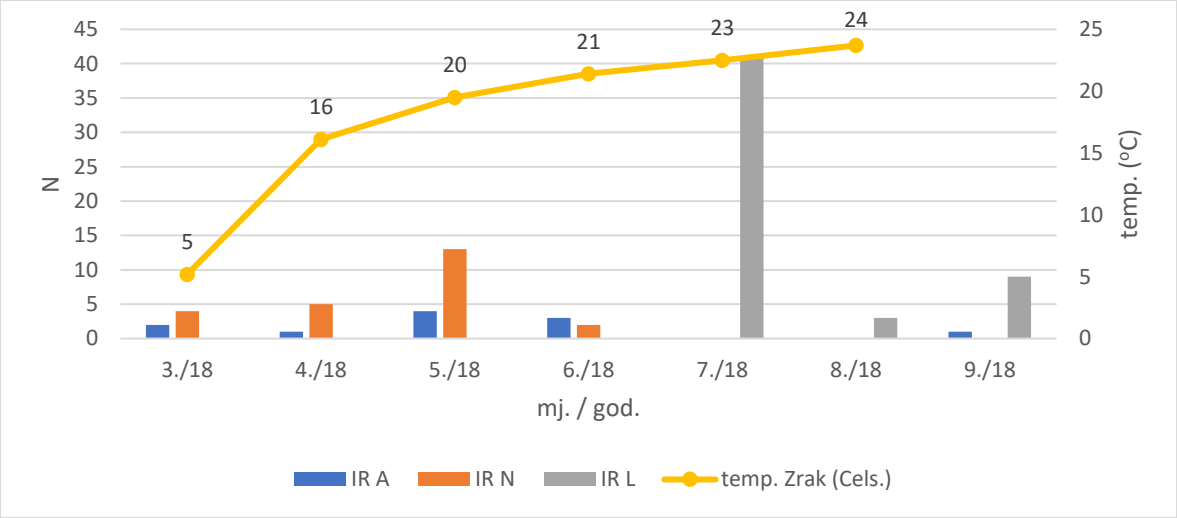

Slika 5.3. Brojnost krpelja vrste *Ixodes ricinus* na području RŠC Jarun po mikrolokalitetima (M1 – M5)

Na Slici 5.4. vidljive su promjene u brojnosti tvrdih krpelja prema mikrolokalitima (M1 – M5) uzorkovanja tijekom provedenog istraživanja.

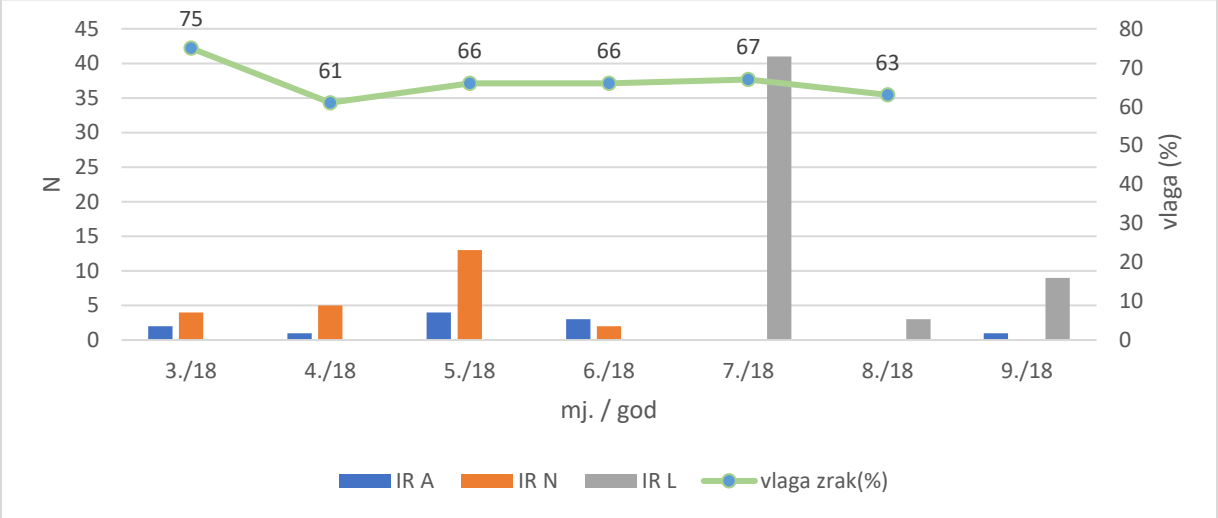



Slika 5.4. Brojnost tvrdih krpelja vrste *Ixodes ricinus* na području RŠC Jarun po mikrolokalitetima (M1- M5)

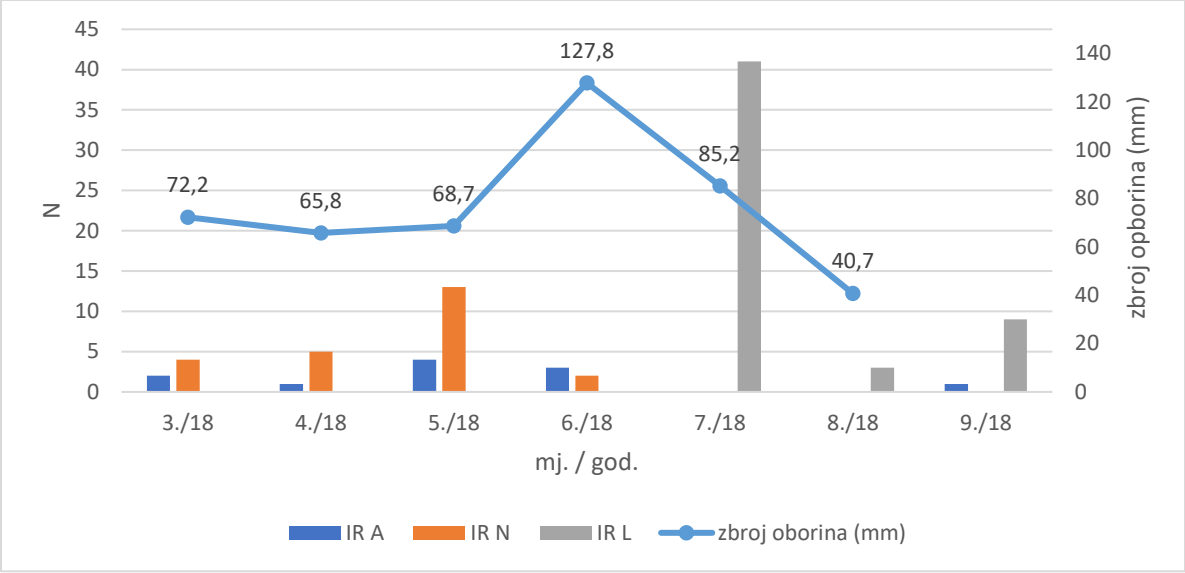
Grafički prikazi u nastavku prikazuju brojnost tvrdih krpelja prema razvojnim stadijima (adult, nimfa, ličinka) na području ŠRC Jarun tijekom 2018. godine u ovisnosti sa srednjim mjesečnim iznosima temperature zraka (Slika 5.5.), vlage zraka (Slika 5.6.) i oborina (Slika 5.7.).




Slika 5.5 Grafički prikaz prema razvojnim stadijima (adulti: IR A, nimfe: IR N, ličinke: IR L) tijekom 2018.g. sukladno srednjim mjesečnim iznosima temp. zraka

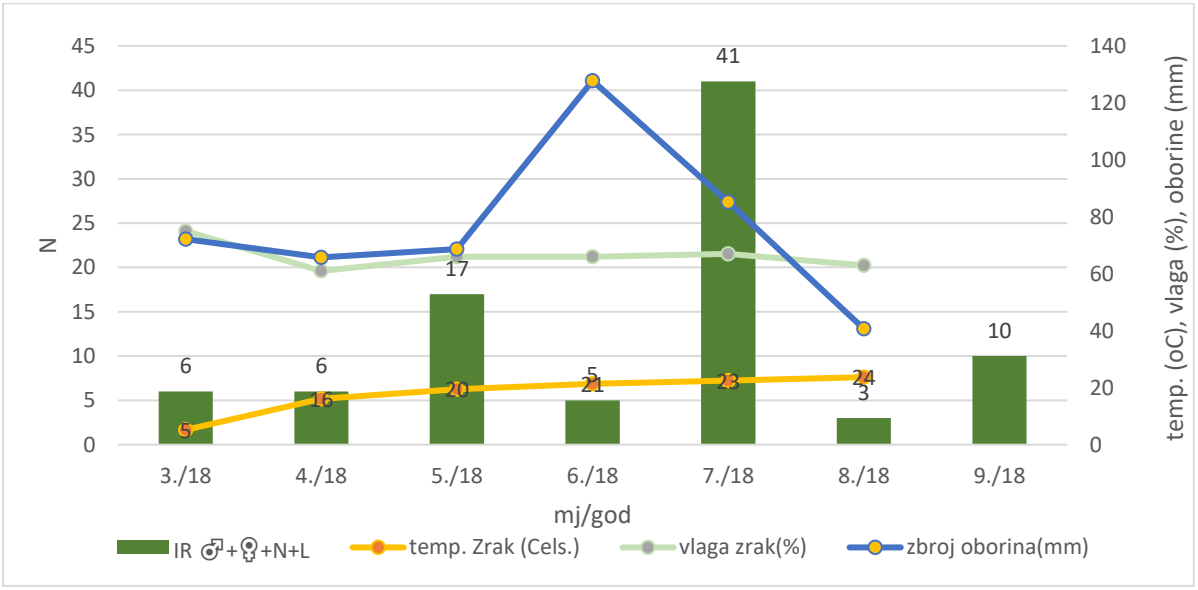



Slika 5.6. Grafički prikaz prema razvojnim stadijima (adulti: IR A, nimfe: IR N, ličinke: IR L) tijekom 2018.g. sukladno srednjim mjesečnim iznosima vlage zraka



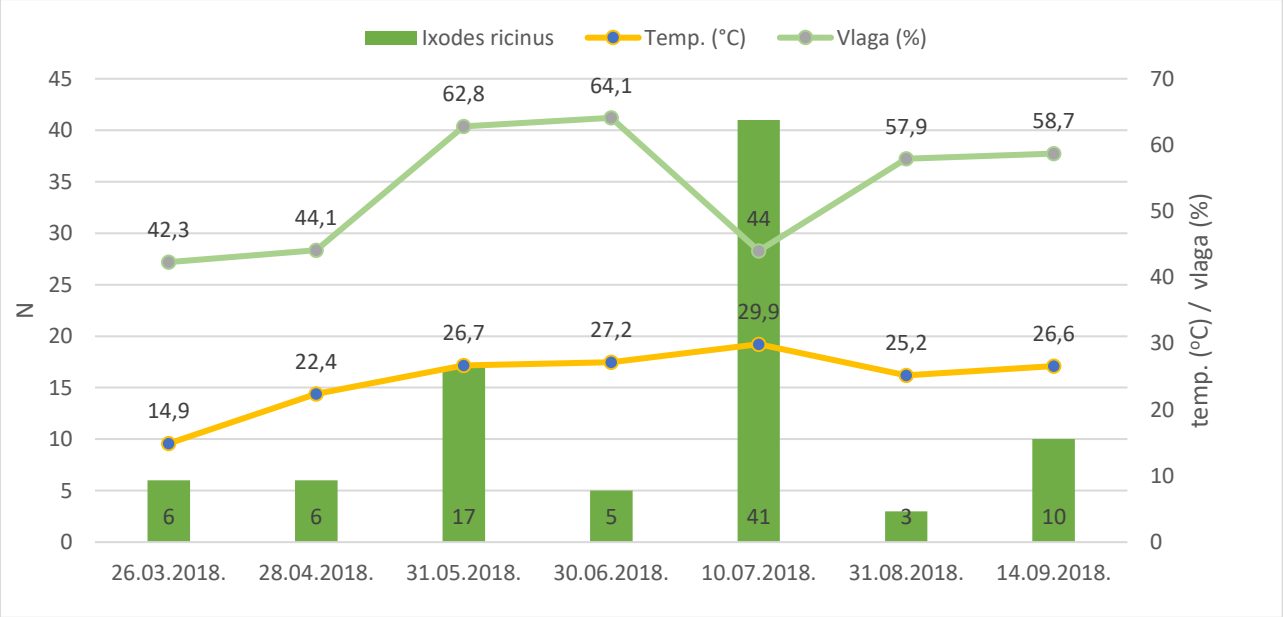

Slika 5.7. Grafički prikaz prema razvojnim stadijima (adulti: IR A, nimfe: IR N, ličinke: IR L) tijekom 2018.g. sukladno srednjim mjesečnim iznosima količine oborina

Slika 5.8. prikazuje brojnost svih jedinki, svih razvojnih stadija tvrdih krpelja vrste Ixodes ricinus (IR ♂+♀+N+L) tijekom 2018.g. u ovisnosti sa srednjim mjesečnim iznosima temp. zraka, vlage zraka i oborina.




Slika 5.8. Grafički prikaz brojnosti svih jedinki, svih razvojnih stadija tvrdih krpelja vrste Ixodes ricinus (IR ♂+♀+N+L) tijekom 2018.g. u ovisnosti sa srednjim mjesečnim iznosima temp. zraka, vlage zraka i oborina

Slika 5.9. prikazuje trenutne vremenske prilike (temperatura zraka (°C), vlaga zraka (%), vjetar (m/s), tlak zraka (hPa) te količina svjetlosti (lux)) u vrijeme uzorkovanja na području ŠRC Jarun za 2018. godinu. Mjerenja su obavljena za svaki mikrolokalitet posebno dok su na grafu prikazani prosječni rezultati svih pet mikrolokaliteta za određeni datum. Uzorkovanja su obavljana jednom mjesečno, u prijepodnevnim satima. Za vrijeme gotovo svih uzorkovanja vremenski uvjeti su bili povoljni; vedro, bez vjetra i oborina. Minimalne vrijednosti temperature zraka (14,9°C) i vlage zraka (42,3%) izmjerene su u ožujku, dok je maksimalna temperatura izmjerena u srpnju (29,9 °C), a vlaga u lipnju (64,1%). Tlak zraka kretao se od 986,8 hPa do 996,1 hPa, dok je brzina vjetra tijekom svih mjerenja iznosila 0,1 m/s.




Slika 5.9. Brojnost tvrdih krpelja vrste Ixodes ricinus na području RŠC Jarun u ovisnosti od iznosa klimatskih parametara (temperatura zraka, vlaga zraka, tlak zraka, brzina vjetra, jačina svjetla) izmjerenih za vrijeme uzorkovanja

U Tablicama 5.2. i 5.3. vidljivi su rezultati multiple korelacijske analize, odnosno utvrđivanja korelacijskih faktora između brojnosti utvrđenih krpelja (svih razvojnih stadija; ♂+♀+N+L, odnosno svakog pojedinačnog stadija (A:adulti, N: nimfe, L:ličinke)) vrste *Ixodes ricinus* i prosječnih iznosa mjesečnih temperatura i vlage zraka, odnosno zbroja oborina.

Tablica 5.2. Korelacijska analiza brojnosti utvrđenih krpelja (svih razvojnih stadija; ♂+♀+N+L) vrste *Ixodes ricinus* i prosječnih iznosa mjesečnih temperatura i vlage zraka, odnosno zbroja oborina

| | *IR ♂+♀+N+L* | *temp. zrak (Cels.)* | *vlaga zrak(%)* | *zbroj oborina(mm)* |
|---|---|---|---|---|
| IR ♂+♀+N+L | 1 | | | |
| temp. zrak (Cels.) | 0.30232065 | 1 | | |
| vlaga zrak(%) | 0.085719884 | -0.720963618 | 1 | |
| zbroj oborina(mm) | 0.125737537 | 0.073881603 | 0.187798666 | 1 |

Tablica 5.3. Korelacijska Korelacijska analiza brojnosti utvrđenih krpelja (pojedinačnih stadija (A:adulti, N: nimfe, L:ličinke) vrste *Ixodes ricinus* i prosječnih iznosa mjesečnih temperatura i vlage zraka, odnosno zbroja oborina

| | *IR A* | *IR N* | *IR L* | *temp. zrak (Cels.)* | *vlaga zrak(%)* | *zbroj oborina(mm)* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| IR A | 1 | | | | | |
| IR N | 0.78154 | 1 | | | | |
| IR L | -0.54312 | -0.43816 | 1 | | | |
| temp. zrak (Cels.) | -0.21425 | -0.21666 | 0.351241 | 1 | | |
| vlaga zrak(%) | 0.246507 | 0.025716 | 0.043648 | -0.72096 | 1 | |
| zbroj oborina(mm) | 0.427976 | -0.1069 | 0.099955 | 0.073882 | 0.187799 | 1 |

# 6. RASPRAVA

Tijekom ovog istraživanja provedenog od ožujka do rujna 2018. godine na području Rekreacijsko športskog centra Jarun utvrđena je jedna vrsta krpelja*; Ixodes ricinus*. Prema Hillyardu (1996) učestala pojava vrste *Ixodes ricinus* predstavlja generalan trend diljem Europe. U usporedbi sa 2008. godinom na području Jaruna dominirala je vrsta *Dermacentor reticulatus* gdje je na jednoj livadi, obraslom visokom travom i gustim grmljem prikupljeno 304 jedinke i to samo odrasli stadiji, od čega je 176 (58 %) ženki (Barišin 2011). Tako velika brojnost vrste *Dermacentor reticulatus* utvrđena je također i na području šumarije Lipovljani gdje je prikupljeno ukupno 395 jedinki krpelja, od čega 381 (96,5%) jedinka vrste *Dermacentor reticulatus* i 14 (3,5%) jedinki vrste *Ixodes ricinus* (Vucelja 2013). Razlog prisutnosti samo vrste *Ixodes ricinus* na području ŠRC Jarun tijekom uzorkovanja 2018. godine je vjerojatno u činjenici da je ta vrsta najmanje osjetljiva na porast srednje godišnje temperature, nastalog kao posljedica općeg zatopljenja, dok za druge vrste krpelja to predstavlja ograničavajući faktor.

Krpelji su pronađeni u uvjetima koji pogoduju njihovom opstanku: umjerene temperature zraka, veća relativna vlažnost zraka, prisutnost drveća i zaklonjenost od izravne sunčeve svjetlosti, postojanje određene mikroklime koja postoji u staništu. Staništa odnosno mikrolokaliteti „Sanjkalište šumarak“ i „Rub šume“ zadovoljavaju neke od tih uvjeta. U staništima gdje posjetitelji češće zalaze te gdje ima više izravne sunčeve svjetlosti nisu pronađeni krpelji. To su mikrolokaliteti „Park Veliko jezero", „Plaža“ i „Livada". Također, cjelokupni prostor Rekreacijsko športskog centra Jarun se redovito kosi jednom tjedno što objašnjava manju vlažnost na površini zemljišta radi održavanja niske trave. Pronađeno je ukupno 88 jedinki šumskog (običnog) krpelja. Porast temperature i količine oborina u proljetnim mjesecima dovodi do veće aktivnosti krpelja,dok više temperaturne vrijednosti u ljetnim mjesecima dovode do smanjenja aktivnosti krpelja. Najveća brojnost u adultnom stadiju i stadiju nimfe zabilježena je u svibnju, dok su u srpnju, kolovozu i rujnu pronađene gotovo samo jedinke u razvojnom stadiju larve.

U usporedbi s 2017. godinom (Modrić 2017) na području ŠRC Jarun tijekom ožujka, travnja, svibnja i lipnja uzorkovan je nešto manji broj jedinki, no za razliku od 2017. kada

tijekom srpnja, kolovoza i rujna nije uzorkovana niti jedna jedinka, u 2018. godini tijekom istog perioda, uslijed nešto povoljnijih vremenskih prilika (niže temperature) uzorkovan je relativno velik broj jedinki u razvojnom stadiju larve. Pad temperature i porast oborina u srpnju je rezultirao najvećim brojem uzorkovnih jedinki (41) u obje uspoređivane godine.

S obzirom na navedeno poželjno je nastaviti sustavno praćenje prisutnosti vrsta krpelja i njihove brojnosti i sezonske dinamike na području Rekreacijsko športskog centra Jarun. Monitoring nam pruža spoznaju o trenutnom stanju, ali i o dinamici populacija kroz duže razdoblje, mogućnost donošenja zaključaka te poduzimanje preventivnih i kurativnih mjera zaštite od negativnih učinaka krpelja. Rekreacijsko športskim centrom se koriste mnogi stanovnici grada i okolice, te rekreativci, stoga je bitno educirati ljude o krpeljima i opasnostima koje oni potencijalno predstavljaju.

# 7. ZAKLJUČAK

1. Tijekom uzorkovanja krpelja (ožujak-rujan 2018.g) na području RŠC Jarun utvrđena je jedna vrsta tvrdih krpelja - *Ixodes ricinus*.
2. U navedenom razdoblju uzorkovano je ukupno 88 jedinki, pri čemu 24 nimfi (27,27%) i 11 adulta (12,5%), te 53 jedinke u larvalnom stadiju (60,23%).
3. Među determiniranim adultima vrste IR svega šest jedinki (6,82%) su bili mužjaci, te pet ženke (5,68%).
4. Utvrđena je sezonska dinamika populacije krpelja prema kojoj su krpelji najviše prisutni u razdoblju mjeseca svibnja i srpnja. Kada su vladali najpogodniji klimatski uvjeti (umjerena temperatura zraka, veća relativna vlažnost zraka)
5. Najveći broj prikupljenih krpelja uzorkovan je na mikrolokalitetu 3. transekta – „Sanjkalište šumarak“; odnosno na lokalitetu najsličnijem šumskim sastojinskim prilikama.
6. S obzirom na prisustvo krpelja, možemo zaključiti kako boravak na području Jaruna realno iziskuje oprez, te je potrebno osvijestiti građane o mogućnostima zaraze koje ove životinje mogu prenijeti.

# 8. LITERATURA

1. Barišin, A., Nemeth Blaţić, T., Jeličić, P., Gjenero Margan, I., Capak, K.,Petrovicć, G., 2011: Prikaz istraţivanja krpelja na području Grada Zagreba u 2008. godini. Zbornik radova, DDD i Zupp, 23. znanstveno-stručno-edukativni seminar, Pula. 203-211.

2. Begovac, J., Boţinović D., Lasić, M., Baršić, B., Schönwald, S., 2006: Ifektologija. Profil International, Zagreb, pp.792.

3. Borak, S., 2014: Uzorkovanje krpelja (porodica: *Ixodidae*) kao rezervoara zoonoza na području šumarije Lipovljani, Diplomski rad, Šumarki fakultet sveučilišta u Zagrebu

4. Borčić B, Kaić B, Kralj V. Some epidemiological data on TBE and Lyme borreliosis in Croatia. Zentralbl Bakteriol 1999;289:540–7.

5. Borčić B, Raos B, Kranzelić D, Abu Eldan J, Filipović V. Uloga divljih ţivotinja u odţavanju prirodnih ţarišta krpeljnog meningoencefalitisa u sjevernoj Hrvatskoj.
Acta Med Iugoslav 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., Ţutić, M., Mikačić, D., 1978a: Uloga krpelja (Ixodidae) u podrţavanju prirodnog ţarišta tularemije u srednjoj Posavini. Veterinarski arhiv
48: 277– 283.

9. Burgdorfer, W., 1995: Lyme disease (borreliosis): a global perspective. AlpeAdria Microbiology jurnal, 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 satelite data. Experimental Applied Acarology, 22: 417-433.

11. Duh, D., Petrovec, M., Avšić-Ţupanc, T., 2001: Diversity of Babesia Infecting European Sheep Ticks (I. ricinus).-Journal of Clinical Microbiology, 39 (9): 3395-
3397.

12. Estrada-Pena, A., Bouattour, A., Camicas, J.L., Walker, A.R., 2004: Ticks of Domestic Animals in the Mediterranean Region - A Guide to Identification of Species. University of Zaragoza, Printed by Atalanta, Houten, The Netherlands, 2004.

13. Földvári, G., Farkas, R., (2005): Ixodid tick species attaching to dogs in Hungary. Veterinary Parasitology, Volume 129, Issues 1-2: 125-131.

14. Földvári, G., Široký, P., Szekeres, S., Majoros, G., Sprong, H., 2016: Dermacentor reticulatus: a vector on the rise. Parasites & Vectors (2016) 9:314. DOI 10.1186/s13071-016-1599-x

15. Goodman, J.L. i sur., 2005: Geographical distribution of the primary vectors of Lyme disease spirochaetes *Ixodes pacificus*, *I. scapularis*, *I. ricinus* and *I. persulcatus*.

16. Goodman, L.J., Dennis, T.D., Sonenshine, E.D., 2005: Tick.borne diseases of humans. ASM Press, Washington, pp. 401.

17. Harpin, M. (1999). Krpelji I neke antropozoonoze. Šumarski list br. 7-8 str. 323-328

18. Hill, A.C., MacDonald F.J., 2006: The bioligy and medical importance of ticks in Indiana. Purdue extension E-243-W.

19. 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.

20. HZJZ, 2013: Hrvatski zdrastveno-statistički ljetopis za 2012. godinu, Poljičanin, T., Benjak, T., (ur.), Zagreb, 2013: 188.

21. Jaenson, T.G.T., Jensen, J.K., 2007: Records of ticks (Acari, Ixodidae) from the Faroe islands. Norwegian Journal of Entomology 54: 11–15.

22. Juršić, A., Petrović, A., Rajković, D., Beuković, M., 2012: Monitoring of ticks species (Acari: Ixodidae) in Vojvodina hunting resorts. International symposium on hunting, »Modern aspects of sustainable managment of game population«. Zemun-Belgrade, Serbia. 122-125.

23. Krčmar, S., 2012: Hard ticks (Acari, Ixodidae) of Croatia. ZooKeys 234: 19–57.

24. Krčmar, S., Vereš, M., Trilar, T., 2014: Fauna of hard ticks (Acari: Ixodidae) in different habitats in Croatian part of Baranja. Šumarski list, 5-6 (2014): 390-314.

25. Lane, P.R., Crosskey, R.W., 1993: Medical insects and Arachnids. Chapman and Hall, London, pp.723.

26. Lešničar, L., Strle, F., 1992: Klopni meningoencefalitis, Lymska borelioza. Celje: 72 str.

27. Lindgren, E., Tällekint, L., Polfeldt, T., 2000: Impact of climatic change on the northern latitude limit and population density of the disease-transmitting European tick *Ixodes ricinus*. Environmental and Health Perspectives 108: 119–123.

28. Logar, L., 1999: Parazitologija v medicini. 1. izd. Ljubljana, DZS: 217-217.

29. Logar,.J., 1999: Klopi in pršice (*Acarina*): Parazitologija v medicini. Logar J. (ur.). Ljubljana, DZS: 157-159.

30. Margaletić, J., 2003: Štete i zaštita od glodavaca. Obična bukva (*Fagus sylvatica* L.) u Hrvatskoj: 574 str.

31. Margaletić, J., 2006: Sitni glodavci kao rezervoari zoonoza u šumama Hrvatske. Rad. - Šumarski institut Jastrebar. 41 (1-2): 133-140.

32. Milas, Z., Turk, N., Starešina, V., Margaletić, J., Slavica, A., Ţivković, 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.

33. Milutinović, M., Radulović, Ţ., 2002: Ecological notes on ticks (Acari: Ixodidae) in Serbia (central regions). Acta Veterinaria Beograd 52: 49–58.

34. Modrić, M., 2017: Monitoring tvrdih krpelja (fam.Ixodidae) na području Rekreacijsko športskog centra Jarun (2017.-2018.). Diplomski rad., Urbano šumarstvo, zaštita prirode i okoliša, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

35. Mulić, R., petković, B., Klišmanić, Z., Jerončić, I. (2011): Bolesti koje se prenose krpeljima na području Hrvatske. Lječnički Vjesnik; 113: 89- 95.

36. Nava S, Gugliemone AA, Mangold AJ. An overview of systematic and evolution of ticks. Front Biosci 2009:14:2857–77.

37. Parola., P., Raoult., D., 2001: Ticks and tickborne bacterial diseases in humans: an emerging infectious threat.-Clinical Infestious Diseases, 32: 897-928.

38. Petrovec, M., Sumner, J.W., Nicholson, W.L., Childs, J.E., Avšič-Ţupanc, T., 2002: Infection with *Anaplasma phagocytophila* in cervids in Slovenia: Evidence of two genotypic lineages. Wiener klinishe Wochenschrift, 114 (13-14): 641-647.

39. Richter B. Medicinska parazitologija. Zagreb: A.B.D. Merkur; 2002, str. 145 51.

40. 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.

41. Romanović M, Mulić R, Ropac D. Doprinos poznavanju medicinski Vaţnih člankonoţaca na otocima i priobalju Republike Hrvatske. Entomol Croat 1999;4(1–2):71–80.

42. 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.

43. Sonenshine, D.E., 1991: Biology of tick. Vol 1. New York: Oxford University Press: 346 str.

44. Sonenshine, D.E., 1993: Biology of ticks, Vol 2. New York: Oxford University Press: 488.str

45. Spielman, A., Hodgson, J.C., 2000: The natural history of ticks: A human health perspective. V: Tickbourne infectious diseases: diagnosis and managment. Cunha B.A. (ed). New York, Marcel Dekker: 1-13.

46. Stafford, C.K., 2007: Tick Managment Handbook. The Connecticut Agricultural Experiment Station, New Haven, pp. 78.

47. 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.

48. Teni, M., 2012: Faunističko-ekološka istraţivanja krpelja (Acari: Ixodidae) na području Mikleuša. Diplomski rad, Odjel za biologiju, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku: 44 str.

49. Tovornik, D., 1976: Seasonal and diurnal periodicity of the tick *Ixodes ricinus* L. in the Pannonian tick – borne encephalitis focus (Stara Ves). U: Vesenjak-Hirjan, J. i sur. (ur.) Tick-borne encephalitis in Croatia (Yugoslavia). Rad JAZU 372, Zagreb, 99–103.

50. Vucelja, M., 2013: Zaštita od glodavaca (Rodentia, Murinae, Arvicolinae) u šumama hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.)-Integrirani pristup i zoonotički aspekt. Doktorski rad,: 258 str.

51. Zore, A., 2002: Vloga malih sesalcev in ptic pri kroženju borelij v naravi.-Doktorska disertacija., Universa v Libljani, Medicinska fakulteta: 107 str.

52. Web 1 https://www.sciencedaily.com/releases/2010/09/100930112208.htm

53. Web 2 https://repozitorij.biologija.unios.hr/islandora/object/bioos:117/preview

54. Web 3 http://www.ct.gov/caes/lib/caes/documents/special_features/tickhandbook.pdf
55. Web 4 http://www.zzjzzv.hr/articlefiles/250_450_krpelji-lyme-borelioza-.pdf
56. Web 5 https://www.fhi.no/en/el/insects-and-pests/ticks-and-tick-borne diseases/sheep-ticks/
57. Web 6 https://www.researchgate.net/figure/Distribution-of-Ixodes-ricinus-the-forest-tick-Source-European-Center-for-Disease_fig4_255974492
58. Web 7 https://www.plivazdravlje.hr/aktualno/clanak/9687/Bolesti-koje-prenose-krpelji.html
59. Web 8 https://www.klix.ba/scitech/nauka/mali-krpelj-veliki-problem-otkrivena-nova-bakterija-koja-uzrokuje-lajmsku-boreliozu/160210009
60. Web 9 https://www.savjetodavna.hr/savjeti/558/737/sumski-krpelj-bolesti-koje-prenosi-i-kako-se-zastititi/
61. Web 10 http://www.sportskiobjekti.hr/default.aspx?id=117

# 9. PRILOZI

Prilog : Evidencija uzorkovanja krpelja Zagreb ; ŠRC Jarun 2018.

| DATUM | LOKALITET | METODA | IR ♂ | IR ♀ | IR N | IR L | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 26.03.2018. | PARK JARUN \| 1. SANJKALIŠTE-ŠUMARAK | flagging | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 |
| 26.03.2018. | PARK JARUN \| 2. LIVADA UZ KAJAKAŠKI KANAL | flagging | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 26.03.2018. | PARK JARUN \| 3. RUB ŠUME | flagging | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 |
| 26.03.2018. | PARK JARUN \| 4. PLAŽA | flagging | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26.03.2018. | PARK JARUN \| 5. PARK-VELIKO JEZERO-JUG | flagging | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28.04.2018. | PARK JARUN \| 1. SANJKALIŠTE-ŠUMARAK | flagging | 0 | 0 | 5 | 0 | 5 |
| 28.04.2018. | PARK JARUN \| 2. LIVADA UZ KAJAKAŠKI KANAL | flagging | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28.04.2018. | PARK JARUN \| 3. RUB ŠUME | flagging | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 28.04.2018. | PARK JARUN \| 4. PLAŽA | flagging | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28.04.2018. | PARK JARUN \| 5. PARK-VELIKO JEZERO-JUG | flagging | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31.05.2018. | PARK JARUN \| 1. SANJKALIŠTE-ŠUMARAK | flagging | 1 | 2 | 9 | 0 | 12 |
| 31.05.2018. | PARK JARUN \| 2. LIVADA UZ KAJAKAŠKI KANAL | flagging | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31.05.2018. | PARK JARUN \| 3. RUB ŠUME | flagging | 0 | 1 | 3 | 0 | 4 |
| 31.05.2018. | PARK JARUN \| 4. PLAŽA | flagging | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31.05.2018. | PARK JARUN \| 5. PARK-VELIKO JEZERO-JUG | flagging | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 30.06.2018. | PARK JARUN \| 1. SANJKALIŠTE-ŠUMARAK | flagging | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 |
| 30.06.2018. | PARK JARUN \| 2. LIVADA UZ KAJAKAŠKI KANAL | flagging | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30.06.2018. | PARK JARUN \| 3. RUB ŠUME | flagging | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| 30.06.2018. | PARK JARUN \| 4. PLAŽA | flagging | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30.06.2018. | PARK JARUN \| 5. PARK-VELIKO JEZERO-JUG | flagging | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10.07.2018. | PARK JARUN \| 1. SANJKALIŠTE-ŠUMARAK | flagging | 0 | 0 | 0 | 41 | 41 |
| 10.07.2018. | PARK JARUN \| 2. LIVADA UZ KAJAKAŠKI KANAL | flagging | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10.07.2018. | PARK JARUN \| 3. RUB ŠUME | flagging | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10.07.2018. | PARK JARUN \| 4. PLAŽA | flagging | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10.07.2018. | PARK JARUN \| 5. PARK-VELIKO JEZERO-JUG | flagging | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31.08.2018. | PARK JARUN \| 1. SANJKALIŠTE-ŠUMARAK | flagging | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31.08.2018. | PARK JARUN \| 2. LIVADA UZ KAJAKAŠKI KANAL | flagging | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31.08.2018. | PARK JARUN \| 3. RUB ŠUME | flagging | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 |
| 31.08.2018. | PARK JARUN \| 4. PLAŽA | flagging | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31.08.2018. | PARK JARUN \| 5. PARK-VELIKO JEZERO-JUG | flagging | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14.09.2018. | PARK JARUN \| 1. SANJKALIŠTE-ŠUMARAK | flagging | 1 | 0 | 0 | 8 | 9 |
| 14.09.2018. | PARK JARUN \| 2. LIVADA UZ KAJAKAŠKI KANAL | flagging | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14.09.2018. | PARK JARUN \| 3. RUB ŠUME | flagging | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 14.09.2018. | PARK JARUN \| 4. PLAŽA | flagging | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14.09.2018. | PARK JARUN \| 5. PARK-VELIKO JEZERO-JUG | flagging | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |